

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
З ДИСЦИПЛІНИ «АНАЛОГОВІ ТА ЦИФРОВІ ВИМІРЮВАЛЬНІ
ПРИЛАДИ»

Дніпропетровськ УДХТУ 2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
З ДИСЦИПЛІНИ «АНАЛОГОВІ ТА ЦИФРОВІ ВИМІРЮВАЛЬНІ
ПРИЛАДИ»

Затверджено на засіданні кафедри
комп'ютерно-інтегрованих
технологій і метрології.
Протокол № 6 від 21 грудня 2015 р.

Дніпропетровськ УДХТУ 2016

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Аналогові та цифрові вимірювальні прилади» / Укл. : Г.І. Манко. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2016. – 14 с.

Укладач Г.І. Манко, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск О.П. Мисов, канд. техн. наук

Навчальне видання

Методичні вказівки
до самостійної роботи студентів
з дисципліни «Аналогові та цифрові вимірювальні прилади»

Укладач: МАНКО Геннадій Іванович

Редактор Л.М. Тонкошкур
Коректор Л.Я. Гоцуцова

Підп. до друку _____. Формат 60x84 1/16. Папір ксерокс. Друк
різограф. Умовн.-друк. арк. _____ Облік. – вид. арк. _____ Тираж
_____ прим. Зам. № _____

Свідотство ДК №303 від 27.12.2000.

УДХТУ, 49005, Дніпропетровськ-5, пр-т Гагаріна, 8

Видавничо-поліграфічний комплекс ІнКомЦентру

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для роботи студентів напряму підготовки 6.051001 під час вивчення дисципліни «Аналогові та цифрові вимірювальні прилади» і мають за мету дати майбутнім метрологам знання про моделі сигналів та їх перетворення в вимірювальних приладах, пристрої і вузли аналогових та цифрових вимірювальних приладів, метрологічні характеристики аналогових та цифрових вимірювальних пристроїв, методи і алгоритми експериментального визначення характеристик погрішності вимірювальних приладів. Опанувавши курс, студенти повинні знати принципи побудови вимірювальних приладів, характеристики найбільш вживаних вимірювальних приладів, метрологічні моделі засобів вимірювання, структури засобів вимірювання, алгоритми визначення метрологічних характеристик, методи визначення контрольованих точок діапазону вимірювання, вміння визначати оптимальні засоби і раціональні шляхи ефективного виконання завдань управління, розробляти математичні моделі об'єктів і систем різних типів і класів, проводити дослідження їх властивостей на математичних моделях.

У процесі вивчення дисципліни студенти повинні користуватися рекомендованою літературою, перелік якої наведений наприкінці методичних вказівок.

1 ОБСЯГ І СКЛАД САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Обсяг і склад самостійної роботи представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Склад і обсяги самостійної роботи

№ з/п	Назва теми та види самостійної роботи студента	Кількість годин
1	Підготовка до аудиторних занять	84
2	Проробка розділів, які не викладаються на лекціях: Тема 1.1.3 Вимірювальні перетворювачі сигналів змінного струму у постійний	6
	Тема 1.2.3 Інтерфейси для сполучення вимірювальних приладів з комп'ютерами	6
	Тема 2.2.3. Метрологічне забезпечення частотовимірювальних приладів	6
	Тема 2.5.2. Вимірювачі параметрів модульованих сигналів	6
	Тема 4.2.3. Метрологічне забезпечення імпедансометрів	6
3	Виконання та захист індивідуальних завдань – <i>розрахункові, графічні або інші роботи (реферат)</i>	12
4	Підготовка та складання підсумкового контролю знань (МКР, іспит).....	81

2 ПІДГОТОВКА ДО ЛЕКЦІЙ

Підготовка до лекцій складається у повторенні пройденого матеріалу. При цьому студенти користуються конспектом, рекомендованою літературою, а також наведеним нижче змістом теоретичного курсу.

ЗМІСТ ТЕОРЕТИЧНОГО КУРСУ

Заліковий модуль 1

Змістовий модуль 1.1 – Аналогові електровимірювальні прилади

Тема 1.1.1. Принципи побудови аналогових приладів

Структура аналогового приладу. Підсилювачі змінних напруг. Підсилювачі малозмінних напруг. Методи компенсації дрейфу нуля.

Тема 1.1.2. Вимірювання змінної напруги

Пікові детектори. Детектори середньовипрямленого і середньоквадратичного значення. Вплив форми напруги на похибку вимірювання. Вольтметри амплітудного, середньовипрямленого і середньоквадратичного значення напруги.

Тема 1.1.3 Вимірювальні перетворювачі сигналів змінного струму у постійний (самостійна проробка, ДЗ №1)

Тема 1.1.4. Приклади аналогових приладів

Диференціальні вольтметри. Електронні омметри. Електронні мости.

Тема 1.1.5. Електронні компенсаційні прилади

Компенсаційні прилади постійного та змінного струму. Компенсаційний мілімікроевльтметр. Компенсаційний мікронааноамперметр.

Змістовий модуль 1.2 – Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі

Тема 1.2.1. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП)

Класифікація АЦП. Паралельні АЦП. Послідовно-паралельні АЦП. Багатотактні АЦП. Конвеєрні АЦП. Послідовні АЦП. Інтегрувальні АЦП. Сигма-дельта АЦП. АЦП з проміжним перетворенням напруги в частоту і фазу. Мікропроцесорні АЦП.

Тема 1.2.2. Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП)

Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП). ЦАП з резистивною матрицею R-2n. ЦАП з матрицею R-2R. Визначення характеристик ЦАП.

Тема 1.2.3. Інтерфейси для сполучення вимірювальних приладів з комп'ютерами (самостійна проробка, ДЗ №2)

Заліковий модуль 2

Змістовий модуль 2.1 – Цифрові вимірювальні прилади (ЦВП)

Тема 2.1.1. Принципи побудови цифрових вимірювальних приладів

Класифікація ЦВП. Особливості структури ЦВП. Системи числення і коди, що використовуються у ЦВП. Технічні вимоги до ЦВП.

Тема 2.1.2. Приклади побудови ЦВП

Побудова цифрового мультиметра. Цифрові вимірювачі електричної потужності та електроенергії.

Тема 2.1.3. Пристрої і вузли вимірювальних приладів

Пристрої вибирання і збереження. Дільники постійної і змінної напруги. Атенюатори. Аналогові і цифрові комутатори. Компаратори постійної і змінної напруг. Пристрої індикації. Цифрові вимірювальні головки. Мікропроцесори. Цифрові процесори обробки сигналів. Інтерфейси.

Змістовий модуль 2.2 – Засоби вимірювання частоти і фази коливань

Тема 2.2.1. Теорія частотних вимірювань

Методи оцінки нестабільності коливань. Визначення довгочасної і короткочасної нестабільності частоти. Стандарти частоти.

Тема 2.2.2. Прилади частотної групи

Резонансні частотоміри низьких, високих і надвисоких частот. Електронно-лічильні частотоміри. Гетеродинні, ємнісні та мостові частотоміри. Перетворювачі частоти. Синтезатори, дільники і множники частот. Приймачі сигналів еталонних частот, компаратори частотні. Мікропроцесорні частотоміри. Автоматизація частотних вимірів. Метрологічне забезпечення частотовимірювальних приладів

Тема 2.2.3. Метрологічне забезпечення частотовимірювальних приладів (самостійна проробка, ДЗ №3)

Тема 2.2.4. Прилади для вимірювання фази коливань Фазообертачі. Фазові детектори. Перетворювачі зсуву фаз. Осцилографічні фазометри. Електронні фазометри (супергетеродинний та стробоскопічний вимірювачі). Тригерні фазометри. Компенсаційні аналогові і цифрові фазометри. Автоматизація фазових вимірів. Похибки фазометрів. Методи підвищення точності та розрізняювальної здатності фазометрів.

Змістовий модуль 2.3 – Засоби генерації електромагнітних коливань

Тема 2.3.1. Засоби стабілізації частоти коливань

Методи параметричної стабілізації частоти. Кварцова стабілізація частоти. Широкодіапазонні кварцові генератори.

Тема 2.3.2. Квантові стандарти

Активні квантові генератори. Пасивні квантові стандарти.

Змістовий модуль 2.4 – Хронометри

Тема 2.4.1. Методи вимірювання часових інтервалів

Загальні відомості про вимірювання часу. Осцилографічні методи. Метод послідовної лічби. Метод з проміжним перетворенням час-амплітуда. Компенсаційний метод.

Тема 2.4.2. Засоби вимірювання часових інтервалів

Аналогові і цифрові хронометри. Вимірники тривалості імпульсів. Періодоміри

Змістовий модуль 2.5 – Прилади вимірювання параметрів сигналів

Тема 2.5.1. Засоби вимірювання параметрів сигналів

Основні методи вимірювання параметрів імпульсів та спектрів сигналів. Паралельний і послідовний аналіз спектрів сигналів на основі принципу

фільтрації. Аналогові та цифрові аналізатори спектрів. Аналізатори гармонік. Вимірювання нелінійних спотворень

Тема 2.5.2. Вимірювачі параметрів модульованих сигналів (самостійна проробка, ДЗ №4)

Заліковий модуль 3

Реферат за індивідуальною темою . Перелік тем і правила оформлення наведені у Додатку А.

Заліковий модуль 4

Змістовий модуль 4.1 – Метрологічне забезпечення цифрових вимірювальних приладів

Тема 4.1.1. Теоретичні основи цифрової техніки

Елементарні (однорозрядні) аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі. Функції перетворення.

Тема 4.1.2. Математичні моделі ЦВП

Функції перетворення цифрових вимірювальних пристроїв. Погрішність цифрових вимірювальних пристроїв. Розкладання погрішності на складові. Метрологічні моделі аналогово-цифрових пристроїв.

Тема 4.1.3. Експериментальне визначення метрологічних характеристик ЦВП

Алгоритми визначення функцій розподілу погрішностей рівнів квантування. Алгоритми визначення профілю кванта і обчислення числових характеристик АЦП. Визначення контрольованих точок діапазону перетворення АЦП

Змістовий модуль 4.2 – Імпедансометри

Тема 4.2.1. Вимірювання параметрів електричних кіл із зосередженими постійними

Класифікація параметрів лінійних компонентів кіл із зосередженими постійними. Способи підключення об'єктів до вимірювального кола. Метод вольтметра-амперметра, метод безпосередньої оцінки, мостовий метод, резонансний метод, метод дискретного ліку. Омметри, мегомметри, вимірювачі реактивностей.

Тема 4.2.2. Вимірювання параметрів електричних кіл із розподіленими постійними

Характеристики кіл із розподіленими постійними. Методи вимірювань (метод рухомого зонда, метод еліптичної поляризації, метод двонаправлених відгалужувачів). Засоби вимірювань (вимірювальні лінії, вимірники повних опорів, рефлектометри, панорамні вимірники).

Тема 4.2.3. Метрологічне забезпечення імпедансометрів (самостійна проробка, ДЗ №5)

3 ПРОРОБКА РОЗДІЛІВ, ЯКІ НЕ ВИКЛАДАЮТЬСЯ НА ЛЕКЦІЯХ

Студенти самостійно готують теми, перелічені в табл. 1.

Тема викладається у вигляді зв'язного рукописного тексту українською мовою. Як джерела рекомендується використовувати матеріали мережі Інтернет.

4 ПІДГОТОВКА ТА СКЛАДАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Передбачені наступні методи підсумкового контролю:

- підсумкове тестування за темами лекційного курсу;
- екзамен або диференціальний залік.

Екзамен (диференціальний залік) складається письмово по білетах, що містять два теоретичні питання і задачу. Питання наведені у додатку Б. Зразок білета показаний нижче.

ЗАТВЕРДЖЕНО									
Наказ Міністерства освіти і науки України									
29 березня 2012 року № 384									
Форма № Н-5.05									
<u>Державний вищий навчальний заклад</u> <u>«Український державний хіміко-технологічний університет»</u>									
Освітньо-кваліфікаційний рівень мбакалавр									
6.051001 "Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології"									
Спеціальність Семестр 7									
Навчальна дисципліна Аналогові та цифрові вимірювальні прилади									
ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № <u>7</u>									
1. Метод порозрядного кодування аналого-цифрового перетворення									
2. Методи компенсації дрейфу нуля									
3. Задача. Побудувати характеристику перетворення та визначити значення нелінійності δ_L , диференціальної нелінійності δ_{LD} , немонотонності M для ЦАП, результати дослідження якого наведені у таблиці:									
Код	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$U_{вих}$	0	0,2	0,3	0,2	0,7	1	1,25	1,44	1,5
Затверджено на засіданні кафедри <u>КІТтаМ</u> Протокол № <u>6</u> від « <u>21</u> » <u>12</u> 2015 р.									
Зав. кафедрою _____ Екзаменатор _____.									

В ході екзаменів та заліків студенти можуть використовувати комп'ютери. Під час екзамену студенти можуть користуватись з дозволу екзаменатора довідковою літературою, методичними вказівками та іншими посібниками.

5 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Аналогові та цифрові вимірювальні прилади» для студентів напряму підготовки: 6.051001 – Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології / Укл.: Г. І. Манко. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2015. – 96 с.

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Аналогові та цифрові вимірювальні прилади» для студентів напряму підготовки: 6.051001 –

- Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології / Укл.: Г. І. Манко. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2016. – 51 с.

6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова:

- 1) Поліщук Є.С., Дорожевець М.М., Яцук І.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / За ред. проф. Є.С.Поліщука. – Львів: Видавництво “Бескид Біт”, 2003. – 544 с.
- 2) Таланчук П.М. та ін. Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних та керуючих системах: Підручник. – К.: Райдуга, 1994. – 672 с.
- 3) Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. – К.: Вища школа, 1983 – 545 с.
- 4) Основы кибернетики. Теория кибернетических систем / Под ред. Пупкова К.А. – М., 1976 – 408 с.
- 5) Швецкий Б.И. Электронные цифровые приборы. – К.: Техника, 1991 – 191 с.
- 6) Соболев В.И. Информационно-статистическая теория измерений.: Уч. пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1983 – 224 с.
- 7) Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений.: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2001 – 205 с.
- 8) Электрические измерения. Средства и методы измерений (общий курс). Под ред. Е Г Шрамкова. Учеб. пособие для втузов. – М.: Высш школа, 1972. – 520 с.
- 9) Гусев В.Г. Аналоговые измерительные устройства: Учебн. пособие / В.Г. Гусев, А.В. Мулик. – Уфа : Уфимск. гос. авиац. техн. ун–т., 1996. – 147 с.

Додаткова:

- 1) Вострокнутов Н.Н. Цифровые измерительные устройства. – М., 1990. – 330 с.
- 2) Цифровые информационно-измерительные системы. – М., 1996. – 410 с.
- 3) Лапа В.Г. Математические основы кибернетики. – К., Вища школа, 1971. - 420 с.
- 4) Цифровые измерительные устройства. – М., Энергоатомиздат, 1985. – 360 с.
- 5) Мальцев Н.Н., Манко Г.И. Информационные характеристики технологических измерительных приборов / Известия высших учебных заведений. Приборостроение – 1978, № 8, с. 8-13.
- 6) Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы. – К.: Вища школа, 1986. – 504 с.
- 7) Мирский Г.Я. Электронные измерения. – М.: Радио и связь, 1986. — 440 с

Довідкова:

- 1) Измерения в электронике. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 512 с.
- 2) Иванов А.А. Справочник по электротехнике. – К.: Вища школа, 1979. – 360 с.
- 3) Панев Б.И. Электрические измерения. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.

ДОДАТОК А

ТЕМИ РЕФЕРАТІВ

- 1 Принципи побудови і типові структурні схеми аналогових електронних приладів
- 2 Принципи побудови підсилювачів аналогових приладів
- 3 Методи компенсації дрейфу нуля підсилювачів постійного струму
- 4 Принципи побудови аналогових електронних вольтметрів постійного струму
- 5 Принципи побудови аналогових електронних компенсаційних приладів
- 6 Принципи побудови аналогових електронних мостів для вимірювання ємностей та індуктивностей
- 7 Теоретичні засади і практичні підходи до вимірювання змінної напруги електронними вольтметрами
- 8 Принципи побудови і схеми детекторів електронних вольтметрів
- 9 Функції перетворення і характеристики аналого-цифрових перетворювачів
- 10 Функції перетворення і характеристики цифро-аналогових перетворювачів
- 11 Принципи побудови аналого-цифрових перетворювачів з перетворенням напруги у проміжну величину
- 12 Принципи побудови аналого-цифрових перетворювачів порозрядного врівноваження
- 13 Принципи побудови інтегровальних аналого-цифрових перетворювачів
- 14 Кодокеровані масштабні перетворювачі напруги
- 15 Принципи побудови цифрових електронних вольтметрів
- 16 Принципи побудови вимірювачів електричної потужності та електроенергії
- 17 Відлікові та реєструючі пристрої аналогових засобів вимірювання
- 18 Відлікові та реєструючі пристрої цифрових засобів вимірювання
- 19 Пристрої порівняння і комутації аналогових сигналів
- 20 Принципи побудови та характеристики вимірювальних генераторів коливань
- 21 Принципи побудови та характеристики вимірювачів частоти коливань
- 22 Принципи побудови та характеристики вимірювачів періоду коливань
- 23 Принципи побудови та характеристики фазометрів
- 24 Принципи побудови та характеристики вимірників тривалості імпульсів
- 25 Призначення, принципи побудови та характеристики пристроїв вибирання і збереження

ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ РЕФЕРАТУ

- 1 Обсяг реферату – 15–20 аркушів формату А4.
- 2 Реферат оформлюється згідно діючих стандартів УДХТУ.
- 3 На титульному аркуші повинен бути надпис наступного зразка:

РЕФЕРАТ з дисципліни «Аналогові та цифрові засоби вимірювання» на тему «.....»

- 4 Зміст реферату:
 - а) вступ (про що реферат);
 - б) розділи реферату;
 - в) висновки;
 - г) використана література.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

- 1 Інтернет
- 3 Аналоговые измерительные устройства: Учебн. пособие / В.Г. Гусев, А.В. Мулик; Уфимск. гос. авиац. техн. ун–т. Уфа, 1996. 147 с.
- 4 Бессчетнова Л.В. Кузьмин Ю.Н.. Малнин СИ. Схемотехника аналоговых электронных устройств : Письменные лекции. – СПб. : СЗТУ.2005 – 123 с.
- 5 Вострокнутов Н.Н. Цифровые измерительные устройства. – М., 1990. – 330 с.
- 6 Измерения в электронике. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 512 с.
- 7 Кушнир Ф.В. Электрорадиоизмерения. – Л. : Энергоатомиздат, 1982. – 320 с.
- 8 Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений: Пер. с англ. — М.: Мир, 1990. — 535 с, ил.
- 9 Мирский Г.Я. Электронные измерения. – М.: Радио и связь, 1986. — 440 с
- 10 Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. – К.: Вища школа, 1983 – 545 с.
- 11 Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы. – К.: Вища школа, 1986. – 504 с.
- 12 Панев Б.И. Электрические измерения. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
- 13 Поліщук Є.С., Дорожевець М.М., Яцук І.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / За ред. проф. Є.С.Поліщука. – Львів: Видавництво “Бескид Біт”, 2003. – 544 с.
- 14 Соболев В.И. Информационно-статистическая теория измерений.: Уч. пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1983 – 224 с.

- 15 Таланчук П.М. та ін. Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних та керуючих системах: Підручник. – К.: Райдуга, 1994. – 672 с.
- 16 Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений.: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2001 – 205 с.
- 17 Цифровые измерительные устройства. – М., Энергоатомиздат, 1985. – 360 с.
- 18 Цифровые информационно-измерительные системы. – М., 1996. – 410 с.
- 19 Швецкий Б.И. Электронные цифровые приборы. – К.: Техника, 1991 – 191 с.
- 20 Электрические измерения : Учебник для техникумов / Р. М. Демидова-Панферова, В. Н. Малиновский, В. С. Попов и др.; Под ред. В. Н. Малиновского. — М.: Энергоиздат, 1982, —392 с.
- 21 Электрические измерения / Л. И. Байда и др. — Л. : Энергия, 1980. — 392 с.
- 22 Электрические измерения. Средства и методы измерений (общий курс). Под ред. Е Г Шрамкова. Учеб. пособие для втузов. – М.: Высш школа, 1972. – 520 с.

ДОДАТОК Б

Питання до екзамену за 7 семестр

- 1 Принципи побудови аналогових приладів
- 2 Методи компенсації дрейфу нуля
- 3 Електронні омметри
- 4 Вольметри амплітудного, середньовипрямленого і середньоквадратичного значення
- 5 Цифрові засоби вимірювання. Основні поняття і визначення
- 6 Опишіть структуру ЦВП і кодуєчих вимірювальних перетворювачів
- 7 Дайте характеристику основним елементарним сигналам
- 8 Які характеристики сигналу можна одержати з його спектрального аналізу?
- 9 Частотне зображення періодичних сигналів
- 10 Частотне зображення неперіодичних сигналів
- 11 Практична ширина спектра сигналу
- 12 Квантування сигналів
- 13 Дискретизація сигналів у часі
- 14 Поняття кодування
- 15 Як визначається довжина завадостійкого коду?
- 16 Як будуються коди з можливістю виявлення помилок?
- 17 Порівняйте достоїнства і недоліки різних варіантів кодування
- 18 Системи числення і цифрове кодування
- 19 Коди, що використовуються у вимірювальній техніці
- 20 Аналого-дискретні перетворювачі
- 21 Часоімпульсний метод аналого-цифрового перетворення
- 22 Метод подвійного інтегрування для аналого-цифрового перетворення
- 23 Метод аналого-цифрового перетворення з проміжним перетворенням напруги в частоту
- 24 Частотно-імпульсний метод аналого-цифрового перетворення
- 25 Метод аналого-цифрового перетворення з проміжним перетворенням напруги в фазу
- 26 Методи порозрядного кодування аналого-цифрового перетворення
- 27 Кодо-імпульсні методи аналого-цифрового перетворення
- 28 Сигма-дельта АЦП
- 29 Паралельні АЦП
- 30 Послідовні АЦП
- 31 Паралельно-послідовні АЦП
- 32 Мікропроцесорні АЦП
- 33 Цифрові частотоміри
- 34 Цифрові хронометри
- 35 Компенсаційні цифрові фазометри
- 36 Фазометри з прямим перетворенням
- 37 Схема цифрового мультиметра
- 38 Схема цифрового процесорного приладу
- 39 Схема вимірювальної інформаційної системи
- 40 Структура розподіленої вимірювальної системи

- 41 Теорія цифро-аналогового перетворювання
- 42 Схема ЦАП з матрицею $R-2^n$
- 43 Схема ЦАП з матрицею $R-2R$
- 44 Визначення характеристик ЦАП
- 45 Погрішності ЦАП
- 46 Дільники напруги
- 47 Комутатори аналогових та цифрових сигналів
- 48 Компаратори постійних і змінних напруг
- 49 Пристрої індикації
- 50 Поняття інтерфейсу для цифрових вимірювальних пристроїв
- 51 Еталонна модель взаємодії відкритих систем
- 52 Топології мереж
- 53 Інтерфейси для засобів вимірювання
- 54 GPIB-інтерфейс

Питання до екзамену за 8 семестр

- 1 Функції перетворення цифрових вимірювальних пристроїв
- 2 Похибки цифрових вимірювальних пристроїв
- 3 Розкладання погрішності на складові
- 4 Метрологічні моделі аналогово-цифрових пристроїв
- 5 Алгоритми визначення функцій розподілу погрішностей рівнів квантування
- 6 Алгоритми визначення профілю кванта і обчислення характеристик погрішності
- 7 Класифікація параметрів кіл із зосередженими постійними
- 8 Схеми заміщення і формули розрахунку кіл з зосередженими постійними
- 9 Вимірювання параметрів кіл методом вольтметра-амперметра
- 10 Вимірювання параметрів кіл мостовими методами
- 11 Вимірювання параметрів кіл резонансними методами
- 12 Вимірювання параметрів кіл методами безпосередньої оцінки
- 13 Характеристики кіл з розподіленими постійними
- 14 Параметри двохпроводної лінії
- 15 Характеристики падаючої та відбитої хвиль
- 16 Характеристики лінії з втратами
- 17 Характеристики коаксіальних ліній
- 18 TEM, TE та TM-хвилі
- 19 Передача електромагнітних хвиль хвилеводами
- 20 Поняття коефіцієнта відбиття і коефіцієнта стоячої хвилі
- 21 Аналіз стоячої хвилі методом рухомого зонда
- 22 Хвилеводні вимірювальні лінії
- 23 Метод еліптичної поляризації
- 24 Метод, заснований на використанні двонаправлених відгалужувачів
- 25 Метрологічні характеристики вимірювальних ліній
- 26 Панорамні вимірники коефіцієнта стоячої хвилі
- 27 Вимірники іммітансу