



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета:

Г.С. Евтушенко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

(дата)

ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

(название дисциплины)

Рабочая программа для направления (специальности, специализации)

200100- «Приборостроение»

Факультет Электрофизический (ЭФФ)

Обеспечивающая кафедра

Информационно-измерительной техники и технологии (ИИТ)

Курс __4__

Семестр 7_

Учебный план набора _2004_ года с изменением _2009_ года

Распределение учебного времени

Лекции _____ 32 _____ часов (ауд.)

Лабораторные занятия _____ 24 _____ часов (ауд.)

Курсовая работа в __7__ семестре _____ часов (ауд.)

Всего аудиторных занятий _____ 56 _____ часов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа _____ 96 часов

Общая трудоемкость _____ 152 ов

Экзамен в __7__ семестре _____

Дифзачет в __7__ семестре _____

2009
(год)

Документ:

Дата разработки: 07.09.09



Предисловие

1 Рабочая программа составлена на основе ГОС по направлению (специальности)

200100 -«Приборостроение» и

Образовательного стандарта ТПУ _____ специальности «Информационно-измерительной техники и технологии» _____

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры Информационно-измерительной техники _____30 июня_____ протокол № _____5_____

2 Разработчик(и)

доцент
(должность)

ИИТ
(кафедра)

(подпись)

Д.В. Миляев

3 Зав. обеспечивающей кафедрой ИИТ _____

(подпись)

А.Е. Гольдштейн

4 Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. кафедрой ИИТ _____

(подпись)

А.Е. Гольдштейн



АННОТАЦИЯ

Цифровые измерительные устройства

200100 – направление «Приборостроение»

Каф. ИИТ

ЭФФ

Доцент, к.т.н. Миляев Дмитрий Васильевич

тел. (3822)418911, e-mail: mdv@iit.b10.tpu.edu.ru

Цель: формирование у студентов знаний о дискретной элементной базе, знаниях схемотехники, принципах построения цифровых устройств, методах измерения электрических величин. Основное внимание уделено расчету и проектированию ЦАП

Содержание: Рассматриваются качественные и количественные характеристики преобразователей цифровых приборов. Основное внимание уделено расчету и проектированию ЦАП и АЦП, их погрешностям преобразования, а также цифровым приборам на их основе.

Курс 4 (7 сем. – экзамен и диф.зач.).

Всего ауд. 56ч, в т.ч. Лк.- 32 ч, Лб.- 24 ч.,

Сам. раб – 96 ч.



1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является усвоение студентами вопросов теории и практики дискретных преобразований, принципов построения цифровых устройств, анализа их метрологических характеристик. Формирование у студентов логического мышления, использованию вопросов теории в их практической деятельности, получение практических навыков для решения задач проектирования современных цифровых измерительных приборов и устройств

В результате изучения дисциплины «Цифровые измерительные устройства» студент должен:

ПОНИМАТЬ

научно-техническую лексику (терминологию) в области дискретной техники, системы счисления, как основу кодирования измерительной информации, единство методов измерения в области аналоговой и цифровой техники.

ЗНАТЬ

Основы квантования и кодирования, классификацию цифровых устройств, методы аналого-цифрового преобразования, структурные схемы приборов, особенности цифровых методов измерения и их погрешностей;

УМЕТЬ

математически описывать функции преобразования, по заданному алгоритму, составлять структурные схемы, находить по функции преобразования мультипликативные погрешности преобразователей и приборов;

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

об справочных данных зарубежных и отечественных интегральных микросхем, о перспективах развития современной цифровой техники.

Цифровые измерительные устройства являются частью из общего класса измерительных средств и их изучение базируется на знании таких дисциплин как:

математические и теоретические основы измерений, основы дискретной логики, теории автоматического управления, теории информации, теории вероятностей и математической статистики и др.

1.2. Задачами изложения и изучения дисциплины являются:

- разработка содержания разделов дисциплины, позволяющей систематизировать материал дисциплины по трудоемкости от простого к сложному;
- организация учебного процесса, связанной с практическим применением знаний в этой области и личной заинтересованности обучаемого в расширении его знаний;
- реализация текущего, промежуточного и итогового контролей с использованием вопросов и задач, позволяющих студентам применить на практике необходимые знания и умения.

2.1. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ (ЛЕКЦИИ)

2.1.1. Общие теоретические вопросы цифровой техники

Аналоговые и дискретные величины, их основные различия. Квантование аналоговых величин по уровню (по значению) и дискретизация по времени. Степень квантования и степень дискретизации. Возможность восстановления аналогового сигнала по его дискретным значениям. Ступенчатая и кусочно-линейная аппроксимация. Применение

Документ:

Дата разработки: 07.09.09



**Рабочая программа учебной
дисциплины**

Ф ТПУ 7.1 – 21/01

теоремы Котельникова для определения частоты дискретизации. Погрешности различных видов аппроксимации сигнала.

Основная и дополнительная литература к первому разделу

Л.1: с 282-306, Л.2: с8 -18

Методические указания.

При изучении этого раздела необходимо знать принципы дискретизации аналоговой величины, т.е. переход от непрерывной (аналоговой) величины к прерывной – дискретизированной величине, необходимость такого преобразования, положительные и отрицательные стороны измерений при представлении информации посредством цифр и дискретных сигналов.

Знать и пояснять примерами способы восстановления дискретных сигналов в непрерывные функции времени с наименьшей погрешностью или с наибольшей скоростью.

Контрольные вопросы

1. Дать определения (в соответствии с ГОСТом) аналоговой и дискретной величинам.
2. Что такое дискретизация, шаг дискретизации?
3. Что такое квантование, ступень квантования?
4. Пояснить процессы дискретизации и квантования графически.
5. Дать пояснения об аппроксимации непрерывной функции.
6. Какие виды аппроксимации применяются при дискретном представлении непрерывных величин?
7. Для каких непрерывных сигналов применима теорема Котельникова?

2.1.2 Системы счисления и коды применяемые в ЦИУ

Единичная, двоичная, десятичная и двоично-десятичная системы исчисления.

Разновидности кодов, применяемых в ЦИУ - единичный, двоичный, десятичный, двоично-десятичный и код Грея. Последовательный и параллельный коды. Неоднозначность кодов.

Основная и дополнительная литература по разделу

Л.4: с 221; Л.1: с 312; Л.2: с18.

Методические указания.

Вопросы содержания второго раздела изучить в соответствии с программой. Следует обратить внимание на необходимость кодирования, на системы кодирования. Причины выбора в качестве систем кодирования числовых систем- систем исчисления.

Контрольные вопросы

1. Представить десятичные числа от 0 до 10 в различных системах исчисления.
2. Почему считается код Грея помехозащищенным?
3. Как образуется двоично-десятичный код?
4. Что такое неоднозначность кодов?
5. Как представляются числа в различных системах при известном числе разрядов?

2.1.3. Преобразователи кодов, регистры и счетчики импульсов

Документ:

Дата разработки: 07.09.09



**Рабочая программа учебной
дисциплины**

Ф ТПУ 7.1 – 21/01

Преобразователи последовательного единичного кода в параллельный двоичный код – двоичные счетчики. Преобразователи последовательного единичного кода в двоично-десятичный код – двоично-десятичные счетчики импульсов.

Преобразователи параллельного единичного кода в параллельный двоично-десятичный коды – шифраторы. Преобразователи параллельного двоично-десятичного и двоичного кодов в параллельный единичный код – дешифраторы.

Основная и дополнительная литература по разделу

Л.1: с.320; Л.5: с.162.

Методические указания.

В этом параграфе необходимо изучить элементную базу цифровой техники, конкретно схемы различных счетчиков, преобразователей кодов – дешифраторов. Принципы их действия необходимо пояснять временными диаграммами и таблицами истинности.

Контрольные вопросы

1. Назвать разновидности триггеров в интегральном исполнении.
2. Как составить двоичный счетчик из триггеров?
3. Привести диаграмму работы счетчика.
4. Зачем нужны преобразователи двоичного кода в двоично-десятичный?
5. Пояснить на временных диаграммах работу дешифратора.
6. Объяснить работу регистров.
7. Пояснить на конкретных примерах триггеров назначение входов и работу устройств в данных режимах.
8. Назвать емкость триггера, как счетчика импульсов.

2.1.4. Цифровая индикация

Требования, предъявляемые к цифровым индикаторам. Типы знаковых индикаторов (на жидких кристаллах, на светоизлучающих диодах, газоразрядные, электролюминесцентные) и схемы их включения. Сравнение знаковых индикаторов по их основным характеристикам. Области их применения. Способы организации цифровой индикации (статическая, динамическая).

Основная и дополнительная литература по разделу

Л.4: с. 237; Л.1: с. 368; Л.2: с.30

Методические указания.

В настоящем разделе необходимо изучить устройства, принципы действия индикаторов их конструкции, технические характеристики. Знать электрические схемы подключения цифровых индикаторов к дешифраторам.

Контрольные вопросы

1. Назвать основные характеристики цифровых индикаторов.
2. Какие индикаторы имеют наименьшую потребляемую мощность?
3. Объяснить принцип работы известных индикаторов.
4. Каким образом подключить газоразрядный индикатор к счетчику?
5. Пояснить сущность динамической индикации.

2.1.5. Преобразования непрерывных величин в цифровые

Документ:

Дата разработки: 07.09.09



Рабочая программа учебной дисциплины

Ф ТПУ 7.1 – 21/01

Основные понятия и определения. Классификация ЦИУ и их сравнение. Структурные схемы основных способов преобразования непрерывных величин в цифровые. Математическое описание процессов аналого-цифрового преобразования (АЦП).

АЦП прямого преобразования:

1. Аналого-цифровые преобразования последовательного счета:
 - а. числоимпульсного преобразования
 - б. частотного преобразования
 - г. временного преобразования
2. АЦП амплитудного преобразования:
 - а. ЦИУ поразрядного уравнивания,
 - б. ЦИУ считывания (параллельного действия).

АЦП уравнивающего преобразования:

1. ЦИУ следящего уравнивания,
2. ЦИУ развертывающего уравнивания,

Структурные схемы основных способов преобразования непрерывных величин в цифровые. Математическое описание процессов аналого-цифрового преобразования.

Основная и дополнительная литература по разделу

Л.5: с.230, с.251-259.Л.6.

Методические указания.

Наиболее важным измерительным преобразованием в цифровой технике является преобразование аналоговой величины в код. Устройства, выполняющие эту операцию, называют сокращенно АЦП. Особое внимание необходимо уделить изучению интегрирующим АЦП двухтактного интегрирования, являющиеся основным узлом многих цифровых устройств.

Необходимо уметь выводить уравнения преобразования аналого-цифровых преобразователей, объяснять работу функциональных схем, находить погрешности отдельных узлов, оптимальные условия работы, указывать область применения.

Контрольные вопросы

1. Почему АЦП двухтактного интегрирования называют преобразователем напряжения – время?
2. Как задается время первого такта?
3. Как уменьшается влияние сетевой помехи на преобразование в АЦП двухтактного интегрирования?
4. Каким образом уменьшается время преобразования в АЦП поразрядного уравнивания?
5. Вывести уравнение преобразования для АЦП двухтактного интегрирования.
6. Привести функциональную схему АЦП следящего уравнивания.

2.1.6. Цифро-аналоговые преобразования (ЦАП)

Классификация ЦАП. Свойства и основные характеристики преобразователей код-напряжение – ПКН.

Разновидности ПКН - токовые и потенциальные:

- последовательные ПКН,
- параллельные ПКН,
- ПКН с суммированием токов,
- R-2R –токовые,

Документ:

Дата разработки: 07.09.09



**Рабочая программа учебной
дисциплины**

Ф ТПУ 7.1 – 21/01

- R-2R- напряжения.

Схемы, расчет, вывод уравнений преобразования, основные технические характеристики, погрешности, применение.

Основная и дополнительная литература по разделу

Л.5: с.230, Л.1: с. 328, Л.2: с.75

Методические указания.

Обратное преобразование дискретной величины в аналоговую необходимо отличать от восстановления аналоговой величины, последнее относится к восстановлению функции непрерывной величины по аналоговым выборкам.

Необходимо знать измерительные схемы ПКН, принципы преобразований, вывод уравнений преобразований, свойства и технические характеристики преобразователей.

Контрольные вопросы

1. Назвать основные элементы ЦАП.
2. В чем состоит основной принцип преобразования кода в напряжение?
3. Какие ПКН относятся к линейным?
4. Какие ПКН имеют погрешность от нелинейности?
5. Какие особенности имеют токовые ПКН и ПКН напряжения?
6. Получить уравнения преобразования для всех вышеперечисленных ПКН.
7. Привести электрические схемы токовых преобразователей код-напряжение.
8. Привести схемы ПКН напряжения.

2.1.7. Общие характеристики ЦИУ

Основные параметры и характеристики цифровых измерительных устройств. Требования Госстандартов. Статические и динамические погрешности ЦИУ. Использование основных понятий теории информации для определения характеристик ЦИУ. Помехоустойчивость и надежность. Экспериментальное определение основных характеристик ЦИУ.

Особенности использования контактных и бесконтактных ключей и переключателей в ЦИУ. Способы компенсации погрешности и типовые схемы ключей. Преобразователи числа импульсов в напряжение – основные схемы и соотношения. Дискретные делители – преобразователи кода в сопротивление, их общие свойства и основные требования к ним. Сравнительный обзор дискретных делителей. Последовательные делители – основные схемы и расчетные соотношения, оценка погрешностей. Параллельные делители – основные схемы и расчетные соотношения, оценка погрешностей. Схемы и особенности построения дискретных делителей тока и напряжения. Преобразователи кода в электрический ток – дискретные делители на стабилизаторах тока. Особенность использования источников опорного напряжения и тока.

Основная и дополнительная литература по разделу

Л.7: с. 8-72. Л.1: с. 289-312.

Методические указания.

Материал изучить в соответствии с рекомендуемой литературой.

Контрольные вопросы

1. Объяснить погрешность от дискретизации непрерывной величины, например, время, частота, напряжение и т.д.
2. Назвать статические составляющие погрешностей.
3. Назвать динамические составляющие погрешностей.

Документ:

Дата разработки: 07.09.09



4. Пояснить вероятностные погрешности.

2.1.8. Входные устройства цифровых измерительных приборов (ЦИП) и АЦП

Входные делители активные, емкостные, трансформаторные, динамические емкостные. Устройства для автоматического переключения и указания полярности, типовые схемы с использованием электромагнитных реле, логических элементов и реверсивных счетчиков. Устройства для автоматического выбора пределов измерения, типовые схемы с использованием электромагнитных реле и счетчиков, реверсивные схемы.

Основная и дополнительная литература по разделу

Л2: с. 228, Л3: с. 204.

Методические указания

Входные делители относятся к аналоговой части цифровых измерительных приборов и являются разделом для повторения, так как основное содержание изучалось в курсе аналоговых измерительных устройств.

Поэтому основное внимание уделяется изучению устройств автоматического переключения пределов измерения и указания полярности. Необходимо изучить алгоритмы построения таких устройств, функциональные и принципиальные схемы.

Также знать место, которое занимает устройство АВП в схемах цифровых приборов.

3.8.4. Контрольные вопросы

1. Привести схему делителя:

- а) резистивного,
- б) емкостного,
- в) трансформаторного.

2. Объяснить принцип работы АВП последовательного действия, разновидности алгоритмов работы, функциональные схемы, характеристики и применение.

3. Объяснить принцип работы АВП параллельного действия, разновидности алгоритмов работы, функциональные схемы, характеристики и применение.

2.1.9. Цифровые измерительные приборы - ЦИП

Классификация цифровых измерительных приборов. Приборы прямого преобразования последовательного счета: частотомеры, измерители периода, фазометры, вольтметры.

Цифровые вольтметры среднего и действующего значений переменного напряжения.

Цифровые измерители сопротивления, емкости и индуктивности с использованием свойств апериодического затухающего процесса. Цифровые измерители добротности.

Приборы следящего и развертывающего уравнивания: вольтметры следящего уравнивания, частотомеры, следящие цифровые мосты переменного тока, электронные цифровые вольтметры мгновенных значений.

Методические указания

При изучении различных цифровых приборов необходимо, прежде всего, понять принципы их построения или метод измерения, лежащего в основе его работы или, как говорят, иметь физическую модель, по которой можно составить математическую модель и таким образом найти уравнение преобразования.

В программу включены основные приборы, использующие различные методы измерительных преобразований, изучение их дает возможность создавать и другие цифровые приборы для измерения электрических и неэлектрических величин.



Контрольные вопросы

- 1.Объяснить по функциональной схеме работу вольтметра постоянного тока двухтактного интегрирования.
- 2.Как записывается уравнение преобразования частотомера прямого действия?
- 3.Какие погрешности имеют приборы прямого преобразования?
- 4.Рассмотреть работу цифрового фазометра средних значений.
5. Рассмотреть работу цифрового фазометра мгновенных значений.
- 6.Написать уравнения, описывающих работу приборов, использующих апериодические затухания в цепях.
- 7.Как работают приборы развертывающего преобразования?
- 8.Рассмотреть работу измерителей емкости и индуктивности.
- 9.Привести функциональные схемы вольтметров переменного тока.
10. Пояснить работу цифрового моста переменного тока.

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ)

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Выполнение лабораторных работ

1. Исследование дискретных элементов: триггеров, счетчиков, регистров -(8/8)ч.
2. Исследование интегральных АЦП и цифровых индикаторов:

- а) АЦП двухтактного интегрирования К572ПВ5,(К572 ПВ2)-(4/4)ч.
- б) Разработка и исследование на базе АЦП цифрового прибора-(4/4)ч.
- в) Исследование макета АЦП поразрядного уравнивания – (4/4)ч.

3.2. Выполнение индивидуальных контрольных заданий

№1. Привести схемы и пояснить принцип работы, таблицы истинности триггеров, счетчиков, регистров сдвига, дешифраторов и цифровых индикаторов.

№2. Разработка вольтметра постоянного тока на заданное входное напряжение.

№3. Описание диаграмм работы АЦП поразрядного уравнивания и АЦП считывания.

№4. Расчет и описание работы ПКН

- а) последовательного типа
- б) параллельного типа,
- в) суммирования токов
- г) R-2R (токовый)
- д) R-2R (напряжения).

№5. Разработка измерителя частоты, периода, фазового сдвига

№6. Разработка вольтметра переменного тока на три предела измерения .

Документ:

Дата разработки: 07.09.09



4. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Самостоятельная (внеаудиторная) деятельность студента включает выполнение индивидуальной работы студента по следующим формам:

- подготовка к выполнению лабораторных работ и оформление отчетов(12)ч. ,
- выполнение курсового проекта (60)ч.,
- выполнение индивидуальных заданий (20)ч.,
- подготовка к текущему контролю по защите индивидуальных заданий (32)ч.

5.ТЕКУЩИЙ И ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В дисциплине используются следующие **виды контроля** (см. рейтинг-лист):

- входной контроль остаточных знаний и умений по дисциплинам (математике, электротехнике, электронике, метрологии), используемых при изучении данной дисциплины;
- входной контроль на каждом практическом занятии для оценки самостоятельной работы студента при подготовке к занятиям;
- контроль за своевременностью и правильностью выполнения индивидуальных заданий.

По результатам проведенных контролей формируется допуск студента к итоговому контролю – экзамену.

5.1. Рейтинг-лист дисциплины.

5.1.1 Основные положения по рейтингу дисциплины.

На дисциплину выделено 1000 баллов, которые распределены следующим образом:

- на текущий контроль – 800 баллов;
- на итоговый (экзамен) – 200 баллов

5.1.2 Текущий контроль в семестре предполагает следующее распределение баллов:

- выполнение и защита лабораторных работ - 120 баллов;
- выполнение и защита индивидуальных заданий - 440 баллов;
- посещение лекций и усвоение теоретического материала разделов дисциплины – 80 баллов;
- выполнение и защита курсового проекта - 160 баллов.

5.1.3. Указанные баллы соответствуют верхнему пределу оценки "отлично". По каждой текущей и итоговой также действует следующая шкала перевода баллов в оценки:

0.85 – 1.0 от верхнего предела в баллах – "отлично";

Документ:

Дата разработки: 07.09.09



**Рабочая программа учебной
дисциплины**

Ф ТПУ 7.1 – 21/01

- 0.70 – 0.84 от верхнего предела в баллах – "хорошо";
- 0.55 – 0.69 от верхнего предела в баллах – "удовлетворительно";
- 0.40 – 0.54 от верхнего предела в баллах – "неудовлетворительно";

5.1.4. Студентам, допустившим по результатам текущего контроля отставание в освоении учебной дисциплины для ликвидации задолженностей в течение семестра: при наличии уважительных причин (утверждается деканом) предоставляются дополнительные занятия или консультации; в случае неуважительной причины предлагается, согласно действующему в ТПУ "Положению", дополнительные платные образовательные услуги.

5.1.5. Если по результатам текущей успеваемости студент набрал менее 45% от баллов текущего контроля, то есть меньше 382 баллов, то он не допускается к итоговому контролю – экзамену.

5.1.6. Полученные на экзамене оценки (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) являются окончательными и передаче не подлежат. После двух неудовлетворительных оценок (при неявке + неудовлетворительно) решается вопрос или об отчислении из университета, или переводе на коммерческое отделение.

Документ:

Дата разработки: 07.09.09

**Рабочая программа учебной
дисциплины**



Ф ТПУ 7.1 – 21/01

РЕЙТИНГ-ПЛАН

«отлично» - более 850 «хорошо» - 701-850 «удовл.»- 551-700		Дисциплина: ЦИУ для ЭФФ, гр.1Б62 На осенний семестр 2008-2009 уч. года Лектор-Миляев Д.В. каф. ИИТ.						Лекции: 28 Лаб. работы:22 Итого: 58			
Название блока	Лекции		Лаб.работы		Прак. Занятия (Курс/ проект)		Домаш.задание			Рубежный контроль	Макс им. балл блока
	Чи сло	балл	тема	балл	Тема	Балл	тема	Балл			
								Вып.	Защ.		
Блок №1	2	8	1	10	Обзор методов измерения и схем приборов.	20	1	21	20	КТ.1	200
			2	10			2		20		
							3		20		
							4		20		
							5		20		
Блок №2	4	16	3	10	Выбор метода и схемы.	20	1	21	20	КТ.2	600
			4	10			2		20		
			5	10			3		20		
Блок №3	4	16			Расчет схемы и погрешностей прибора.	60	1	21	20		
			6	10			2		20		
			7	10			3		20		
			8	10			4		20		
							5		20		
Блок №4	4	16	9	10	Оформление и защита	40	1	21	20		
			10	10			2		20		
			11	10			3		20		
							4		20		
			Защита Л.Р.	50			5		20		
ИТОГО	14	56	11	160		140	18	84	360		800
Итоговый контроль (Экзамен) - 200 баллов											1000

Составил: Преподаватель _____ Д.В. Миляев

Утверждаю: Зав.кафедрой ИИТ _____ А.Е. Гольдштейн

Документ:

Дата разработки: 07.09.09



6. Учебно – методическое обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

- 1.Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые). - К.: Вища школа, 1986. - 504 с.: ил.
- 2.Шляндин В.М. Цифровые измерительные устройства: Ученик для вузов.-2-ое издание переработанное и допол. М.: Высшая школа,1981.-335с.: ил.
- 3.Прянишников В.А. Интегрирующие вольтметры постоянного тока. Л.: Энергия, 1976.- 224 с.: ил.
4. Электрические измерения: Учебник / Под ред. А.В.Фремке, Е.М. Душина. - Л.: Энергия, 1980. - 389 с.: ил.
- 5.Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1988.- 304с.: ил.
- 6.Федорков. Г., Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. - М.: Энергоатомиздат, 1990.-320с.: ил.
- 7.Вострокнутов Н.Н. Цифровые измерительные устройства. Теория погрешностей, испытания, поверка. – М.: Энергоатомиздат,1990.-208 с.: ил.

6.2. Дополнительная литература

1. Мирский Г.Я. Электронные измерения. - М.: Радио и связь,1986. - 440 с.: ил.
2. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин - М.: Высшая школа, 1982.
3. Полищук Е.С. "Измерительные преобразователи". - Киев: объединение "Вища школа", 1981. - 233 с.: ил.
4. Измерения в промышленности. Спр. изд. Под ред. П.Профоса.
Пер. с нем. - М.: Металлургия, 1980. - 648 с.
5. Измерение в электронике: Справочник / Под ред. Кузнецова. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 512 с.: ил.
6. ГОСТ 16263-70. Метрология. Термины и определения.
7. ГОСТ 22261-76, ГОСТ 8.401-80. Способы выражения пределов допускаемых погрешностей. Классы точности.

6.3 Перечень методических указаний

- 1.Сборник лабораторно практических работ по курсу «Цифровые измерительные устройства».Составители : доцент, к.т.н. Миляев Д.В.
2. Цифровые измерительные устройства. Курс лекций доц. Миляева Д.В.