

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительно-измерительные системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
АНАЛОГОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА


| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.09 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 6 семестр - 5; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 6 семестр - 28 часа; |
| Практические занятия | не предусмотрено учебным планом |
| Лабораторные работы | 6 семестр - 28 часа; |
| Консультации | 6 семестр - 14 часов; |
| Самостоятельная работа | 6 семестр - 105,4 часов; |
| в том числе на КП/КР | 6 семестр - 20,4 часов; |
| Иная контактная работа | 6 семестр - 4 часа; |
| включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Защита курсовой работы | 6 семестр - 0,3 часа; |
| Зачет с оценкой | 6 семестр - 0,3 часа; |
| | всего - 0,6 часа |

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Серов А.Н. |
| | Идентификатор | R3786f736-SerovAN-de3bc6a8 |

(подпись)

А.Н. Серов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|---|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Серов Н.А. |
| | Идентификатор | R708da564-SerovNA-06ab7859 |

(подпись)

Н.А. Серов

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|---|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Желбаков И.Н. |
| | Идентификатор | R839a3a63-ZhelbakovIN-f73624c |

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ элементной базы аналоговых измерительных устройств, принципов построения аналоговых преобразователей измерительных сигналов и анализ их метрологических характеристик

Задачи дисциплины

- изучение основ схемотехники аналоговых измерительных устройств;
- реализация возможностей современной элементной базы с целью построения оптимальных схем;
- изучение принципов функционирования, построения и анализа схем функциональных аналоговых измерительных узлов и устройств;
- применение методик исследования схем в статическом и динамическом режимах для проверки правильности их работы.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|--|
| ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности | ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем | знать: - основные источники научно-технической информации в области схемотехники; - принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем аналоговых измерительных устройств. уметь: - разрабатывать оптимальные схемотехнические решения узлов аналоговых измерительных устройств; - ставить и решать схемотехнические задачи, связанные с выбором системы элементов при заданных требованиях к их параметрам. |
| ПК-4 Способен анализировать состояние средств измерений в организации, внедрение в процессы производства необходимых средств измерений и стандартных образцов и методик измерений | ИД-1 _{ПК-4} Демонстрирует знание требований к эталонным средствам измерений | знать: - основы схемотехники аналоговых измерительных устройств; - классификацию и назначение функциональных аналоговых узлов и устройств информационно-измерительной техники. уметь: - проводить оценку метрологических характеристик проектируемых схем; - выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования схем и поиску неисправностей в них. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительно-измерительные системы (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные понятия и методы теоретических основ электротехники
- знать основные понятия и методы теории вероятностей
- знать устройство, основные физические процессы, характеристики и параметры полупроводниковых приборов и области их применения
- уметь проводить расчеты электрических схем
- уметь анализировать и представлять функции и отношения случайных величин
- уметь объяснять основные принципы действия элементов интегральных схем и принципы работы аналоговых и цифровых схем и устройств

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|-----|-----|-----|----|-------------------|-----------------------------------|---|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Операционные и решающие усилители | 40.8 | 6 | 9 | 8 | - | - | 3.0 | - | 0.8 | - | 20 | - | <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение принципов расчета номинального коэффициента передачи ОУ. Изучение методики определения погрешности РУ от ЭДС смещения ОУ, входного тока, коэффициента ослабления синфазного сигнала, коэффициента усиления ОУ.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 5-36 [2], 3-9 [3], 15-75 [5], 5-47 [6], 3-18</p> | |
| 1.1 | Введение. Общие понятия аналоговых измерительных устройств | 9.7 | | 2 | 2 | - | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 5 | - | | |
| 1.2 | Принципы построения РУ | 9.7 | | 2 | 2 | - | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 5 | - | | |
| 1.3 | Основные параметры ОУ | 12.2 | | 4 | 2 | - | - | 1 | - | 0.2 | - | 5 | - | | |
| 1.4 | Расчет статических характеристик РУ | 9.2 | | 1 | 2 | - | - | 1 | - | 0.2 | - | 5 | - | | |
| 2 | Динамические характеристики аналоговых измерительных устройств | 15.9 | | 4 | 4 | - | - | 1.5 | - | 0.4 | - | 6 | - | | <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение критериев устойчивости РУ с ООС. Изучение построения АЧХ и ФЧХ ОУ и РУ. Определение устойчивости РУ для заданного ОУ.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 66-107</p> |
| 2.1 | Устойчивость | 10.2 | | 2 | 2 | - | - | 1 | - | 0.2 | - | 5 | - | | |
| 2.2 | Малосигнальные динамические характеристики | 5.7 | | 2 | 2 | - | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 1 | - | | |
| 3 | Применение специализированных операционных усилителей | 42.5 | | 6 | 8 | - | - | 3.5 | - | 1.0 | - | 24 | - | | <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение свойств ОУ с автоматической коррекцией нуля.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> |
| 3.1 | Классификация ОУ | 7.7 | | 1 | 2 | - | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 4 | - | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------|-----------|-----------|----------|-------------|-------------|------------|--------------|------------|--------------|----------|---|
| 3.2 | Усилители класса RtoR | 9.2 | 1 | 2 | - | - | 1 | - | 0.2 | - | 5 | - | [1], 47-69 [3], 128-156 [4], 10-45 [5], 63-58 [7], 6-22 |
| 3.3 | Усилители с токовой обратной связью | 8.2 | 1 | 1 | - | - | 1 | - | 0.2 | - | 5 | - | |
| 3.4 | Усилители с АКН | 7.7 | 1 | 1 | - | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 5 | - | |
| 3.5 | Дифференциальные и инструментальные усилители | 9.7 | 2 | 2 | - | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 5 | - | |
| 4 | Генераторы сигналов и специализированные схемы | 57.8 | 9 | 8 | - | - | 4 | - | 1.8 | - | 35 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение принципов работы схем генераторов напряжения синусоидальной и пилообразной форм. Изучение линейных стабилизаторов и принципов их применения. Основные свойства линейных стабилизаторов. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 93-110 [3], 340-374 [5], 420-465 |
| 4.1 | Генераторы | 10.4 | 2 | 2 | - | - | 1 | - | 0.4 | - | 5 | - | |
| 4.2 | Стабилизаторы | 15.4 | 2 | 2 | - | - | 1 | - | 0.4 | - | 10 | - | |
| 4.3 | Специализированные схемы | 15.5 | 2 | 2 | - | - | 1 | - | 0.5 | - | 10 | - | |
| 4.4 | Аналоговые фильтры | 16.5 | 3 | 2 | - | - | 1 | - | 0.5 | - | 10 | - | |
| | Зачет с оценкой | 2.3 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.3 | - | - | |
| | Курсовая работа (КР) | 20.7 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 20.4 | - | |
| | Всего за семестр | 180.0 | 28 | 28 | - | - | 14.0 | - | 4.0 | 0.6 | 105.4 | - | |
| | Итого за семестр | 180.0 | 28 | 28 | - | 14.0 | 4.0 | 0.6 | 105.4 | - | - | - | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Операционные и решающие усилители

1.1. Введение. Общие понятия аналоговых измерительных устройств

Место АИУ в современной измерительной технике. Структурная схема типового измерительного преобразователя. Основные определения АИУ: операционный усилитель, решающий усилитель, дифференциальный усилитель, отрицательная обратная связь. Инструментальный усилитель. Условное графическое обозначение ОУ, ИУ, ДУ. Коэффициент усиления ОУ, дифференциальное и синфазное входные напряжения..

1.2. Принципы построения РУ

Операционные и решающие усилители. Идеальные ОУ и РУ на их основе. Структурная схема ОУ. Назначение и основные свойства внутренних каскадов структурной схемы ОУ. Условное графическое обозначение ОУ. Применение внешней схемы компенсации ЭДС смещения..

1.3. Основные параметры ОУ

Определения понятий параметров ОУ: коэффициента усиления, входного дифференциального и синфазного сопротивлений, выходного сопротивления, входных токов, напряжения смещения, коэффициента ослабления синфазного сигнала, коэффициента влияния источников питания, ЭДС смещения. Расчет метрологических характеристик АИУ, обусловленных конечным значением параметров ОУ. Расчет влияния характеристик резисторов обратной связи на метрологические характеристики АИУ..

1.4. Расчет статических характеристик РУ

Расчет номинального статического коэффициента передачи ОУ. Классификация источников статических погрешностей ОУ. Способы снижения статических погрешностей АИУ. Пример полного расчета статических метрологических характеристик АИУ в заданных рабочих условиях..

2. Динамические характеристики аналоговых измерительных устройств

2.1. Устойчивость

Понятие устойчивости АИУ, работающего в составе отрицательной обратной связи. Устойчивость АИУ в зависимости от амплитудно-частотной характеристики ОУ и параметров цепей обратной связи. Коррекция АЧХ ОУ..

2.2. Малосигнальные динамические характеристики

Расчет малосигнальных динамических характеристик АИУ: полосы пропускания, времени и погрешности установления. Характеристики АИУ в зависимости от максимально скорости нарастания выходного напряжения ОУ..

3. Применение специализированных операционных усилителей

3.1. Классификация ОУ

Классификация ОУ. Причины появления специализированных ОУ. Их достоинства и недостатки, области применения..

3.2. Усилители класса RtoR

Специализированные операционные усилители. Усилители класса Rail-to-rail input и rail-to-rail output: схемотехника, особенности построения входных каскадов. Достоинства и недостатки по сравнению с обычным ОУ..

3.3. Усилители с токовой обратной связью

Усилители с токовой обратной связью. Структурная схема, основные принципы выбора параметров элементов отрицательной обратной связи. Частотные характеристики, влияние глубины обратной связи на частотные характеристики АИУ. Достоинства и недостатки по сравнению с обычным ОУ..

3.4. Усилители с АКН

Усилители с автоматической коррекцией нуля. Структурная схема, основные принципы построения измерительного АИУ на основе усилителей данного типа. Достоинства и недостатки по сравнению с обычным ОУ..

3.5. Дифференциальные и инструментальные усилители

Дифференциальные и инструментальные измерительные усилители. Назначение и характеристики. Схемы на основе одного, двух и трех ОУ. Расчет метрологических характеристик. Программируемые цифровым кодом измерительные усилители и масштабирующие преобразователи..

4. Генераторы сигналов и специализированные схемы

4.1. Генераторы

Генераторы синусоидальных колебаний. Условия возбуждения. Особенности одновременного использования отрицательной и положительной обратной связи. Генератор на биепиях. Особенности построения реального устройства. Его нормируемые метрологические характеристики. Генераторы прямоугольных напряжений. Применение кварцевого резонатора для стабилизации частоты..

4.2. Стабилизаторы

Назначение. Классификация. Особенности применения. Сравнительная характеристика. Линейные стабилизаторы напряжения. Импульсные (на индуктивности) стабилизаторы напряжения. Импульсные (на емкости) стабилизаторы напряжения. Источники опорного напряжения. Расчет метрологических характеристик..

4.3. Специализированные схемы

Преобразователи напряжения в ток и тока в напряжение. Логарифмические и антилогарифмические усилители. Построение аналоговых умножителей и делителей. Схема с характеристикой типа "идеальный диод". Амплитудные детекторы. Схемы выделения абсолютного значения сигнала. Преобразователи средневыпрямленного значения переменного напряжения в постоянное. Расчет метрологических характеристик. Аналоговые устройства обеспечения гальванической развязки. Классификация. Особенности применения. Компараторы. Нормируемые характеристики. Примеры применения. Расчет метрологических характеристик АИУ, использующих компараторы..

4.4. Аналоговые фильтры

Пассивные и активные аналоговые фильтры. Фильтры низких частот, высоких частот, полосовые, избирательные. Характеристики фильтров и их сравнение. Построение фильтров первого и второго порядков. Расчет характеристик. Построение фильтров высокого порядка.

Применение программ MicroCap, FilterPro, FilterCad для расчета параметров фильтров. Особенности применения фильтров для построения АИУ. Формирование требований к ним..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа №5. Аналоговые интеграторы, дифференциаторы, суммирующие усилители;
2. Лабораторная работа №6. Аналоговые выпрямители и логарифмические усилители;
3. Лабораторная работа №7. Исследование генераторов и схем с нелинейной обратной связью;
4. Лабораторная работа №4. Исследование динамических параметров ОУ;
5. Лабораторная работа №3. Определение коэффициента усиления и коэффициента ослабления синфазного сигнала ОУ;
6. Лабораторная работа №2. Определение входного тока ОУ;
7. Лабораторная работа №1. Определение ЭДС смещения ОУ.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

6 Семестр

Курсовая работа (КР)

График выполнения курсового проекта

| Неделя | 1 - 4 | 5 - 8 | 9 - 12 | 13 - 16 | Зачетная |
|---|-------|-------|--------|---------|--------------------------|
| Раздел курсового проекта | 1, 2 | 3, 4 | 5, 6 | 7, 8 | Защита курсового проекта |
| Объем раздела, % | 25 | 30 | 30 | 15 | - |
| Выполненный объем нарастающим итогом, % | 25 | 55 | 85 | 100 | - |

| Номер раздела | Раздел курсового проекта |
|---------------|---|
| 1 | Анализ технического задания |
| 2 | Разработка структурной схемы |
| 3 | Выбор элементной базы измерительного канала |
| 4 | Разработка источника питания |
| 5 | Разработка принципиальной схемы |
| 6 | Метрологический расчет |
| 7 | Оформление работы |
| 8 | Подготовка презентации |

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|------------------|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| основные источники научно-технической информации в области схемотехники | ИД-1ПК-1 | + | | | | Контрольная работа/Контрольная работа 1 Лабораторная работа/Лабораторная работа №1 Расчетно-графическая работа/Расчетное задание |
| принципы построения структурных, функциональных и принципиальных схем аналоговых измерительных устройств | ИД-1ПК-1 | | + | | | Контрольная работа/Контрольная работа 2 Расчетно-графическая работа/Расчетное задание |
| классификацию и назначение функциональных аналоговых узлов и устройств информационно-измерительной техники | ИД-1ПК-4 | | | + | | Контрольная работа/Контрольная работа 3 Лабораторная работа/Лабораторная работа №4 |
| основы схемотехники аналоговых измерительных устройств | ИД-1ПК-4 | | | | + | Контрольная работа/Контрольная работа 4 Лабораторная работа/Лабораторная работа №6 |
| Уметь: | | | | | | |
| ставить и решать схемотехнические задачи, связанные с выбором системы элементов при заданных требованиях к их параметрам | ИД-1ПК-1 | | + | | | Контрольная работа/Контрольная работа 2 Лабораторная работа/Лабораторная работа №3 |

| | | | | | | |
|---|----------|---|--|---|---|--|
| разрабатывать оптимальные схемотехнические решения узлов аналоговых измерительных устройств | ИД-1ПК-1 | + | | | | Контрольная работа/Контрольная работа 1 Лабораторная работа/Лабораторная работа №2 Расчетно-графическая работа/Расчетное задание |
| выполнять эксперименты по проверке правильности функционирования схем и поиску неисправностей в них | ИД-1ПК-4 | | | + | | Контрольная работа/Контрольная работа 3 Лабораторная работа/Лабораторная работа №5 |
| проводить оценку метрологических характеристик проектируемых схем | ИД-1ПК-4 | | | | + | Контрольная работа/Контрольная работа 4 Лабораторная работа/Лабораторная работа №7 |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа 3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа 4 (Контрольная работа)
5. Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа №4 (Лабораторная работа)
5. Лабораторная работа №5 (Лабораторная работа)
6. Лабораторная работа №6 (Лабораторная работа)
7. Лабораторная работа №7 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

Оценка определяется по результатам успеваемости студента в течение семестра в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей.

Курсовая работа (КР) (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Алексеев, А. Г. Операционные усилители и их применение / А. Г. Алексеев, Г. В. Войшвилло . – М. : Радио и связь, 1989 . – 120 с. – (Массовая радиоб-ка ; Вып.1130) .;
2. Гордеев, С. И. Измерение параметров операционных усилителей : Лабораторные работы N 301-305 по курсу"Аналоговые измерительные устройства" / С. И. Гордеев, И. Н. Желбаков, Н. А. Серов . – М. : Изд-во МЭИ, 1998 . – 20 с.;
3. Достал, И. Операционные усилители : пер. с англ. / И. Достал . – М. : Мир, 1982 . – 512 с.;
4. Протопопов, А. С. Усилители с обратной связью, дифференциальные и операционные усилители и их применение : Учебное пособие для вузов по направлению 654200

- "Радиотехника" / А. С. Протопопов . – М. : Сайнс-Пресс, 2003 . – 64 с. – (Конспекты лекций по радиотехническим дисциплинам ; Вып.13) . - ISBN 5-948180-18-2 .;
5. Фолкенберри, Л. М. Применения операционных усилителей и линейных ИС : пер. с англ. / Л. М. Фолкенберри . – М. : Мир, 1985 . – 572 с.;
6. Князькова Т. О., Авдеева Т. В.- "Исследование аналоговых устройств на базе операционных усилителей в среде Multisim", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2015 - (24 с.)
<https://e.lanbook.com/book/103371>;
7. Князькова Т. О., Гулова Н. А.- "Анализ активного фильтра на базе операционного усилителя", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2013 - (39 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52083.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. MathCad;
5. Matlab;
6. Майнд Видеоконференции;
7. Acrobat Reader.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Е-530а, Учебно-исследовательская лаборатория «Лаборатория по исследования интерфейсов периферийных устройств» | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Е-530г, Учебно-исследовательская лаборатория «Лаборатория автоматизации процессов измерения и управления при проведении лабораторных исследований» | |
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Е-530г, Учебно-исследовательская лаборатория «Лаборатория автоматизации процессов измерения и управления при проведении лабораторных исследований» | |

| | | |
|--|-------------------------------------|--|
| | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Е-430/3, Лаборатория каф. "ИИТ" | |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-403, Склад | стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналоговые измерительные устройства

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа 1 (Контрольная работа)
 КМ-2 Контрольная работа 2 (Контрольная работа)
 КМ-3 Контрольная работа 3 (Контрольная работа)
 КМ-4 Контрольная работа 4 (Контрольная работа)
 КМ-5 Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа)
 КМ-6 Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа)
 КМ-7 Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)
 КМ-8 Лабораторная работа №4 (Лабораторная работа)
 КМ-9 Лабораторная работа №5 (Лабораторная работа)
 КМ-10 Лабораторная работа №6 (Лабораторная работа)
 КМ-11 Лабораторная работа №7 (Лабораторная работа)
 КМ-12 Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | К М-1 | К М-2 | К М-3 | К М-4 | К М-5 | К М-6 | К М-7 | К М-8 | К М-9 | К М-10 | К М-11 | К М-12 |
|---------------|--|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 1 | Операционные и решающие усилители | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Введение. Общие понятия аналоговых измерительных устройств | | + | | | | + | | | | | | | + |
| 1.2 | Принципы построения РУ | | + | | | | + | | | | | | | + |
| 1.3 | Основные параметры ОУ | | + | | | | | + | | | | | | + |
| 1.4 | Расчет статических характеристик РУ | | + | | | | | + | | | | | | + |
| 2 | Динамические характеристики | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | аналоговых измерительных устройств | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Устойчивость | | + | | | | | + | | | | | + |
| 2.2 | Малосигнальные динамические характеристики | | + | | | | | + | | | | | + |
| 3 | Применение специализированных операционных усилителей | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Классификация ОУ | | | + | | | | | + | | | | |
| 3.2 | Усилители класса RtoR | | | + | | | | | + | | | | |
| 3.3 | Усилители с токовой обратной связью | | | + | | | | | | + | | | |
| 3.4 | Усилители с АКН | | | + | | | | | | + | | | |
| 3.5 | Дифференциальные и инструментальные усилители | | | + | | | | | | + | | | |
| 4 | Генераторы сигналов и специализированные схемы | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Генераторы | | | | + | | | | | | + | | |
| 4.2 | Стабилизаторы | | | | + | | | | | | + | | |
| 4.3 | Специализированные схемы | | | | + | | | | | | | + | |
| 4.4 | Аналоговые фильтры | | | | + | | | | | | | + | |
| Вес КМ, %: | | 10 | 10 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 25 |

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Аналоговые измерительные устройства

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Выполнение разделов 1, 2
- КМ-2 Выполнение разделов 3, 4
- КМ-3 Выполнение разделов 4, 6
- КМ-4 Выполнение разделов 7, 8

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Анализ технического задания | | + | | | |
| 2 | Разработка структурной схемы | | + | | | |
| 3 | Выбор элементной базы измерительного канала | | | + | | |
| 4 | Разработка источника питания | | | + | | |
| 5 | Разработка принципиальной схемы | | | | + | |
| 6 | Метрологический расчет | | | | + | |
| 7 | Оформление работы | | | | | + |
| 8 | Подготовка презентации | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 30 | 30 | 15 |