Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

Физико-технический институт

Кафедра Радиотехники и информационных технологий

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.4.1 Схемотехника аналоговых электронных устройств**

для программы бакалавриата

по направлению подготовки

11.03.01 Радиотехника

Форма обучения: очная

Автор(ы): Васильев Д.И., ст.преподаватель каф. Радиотехники и информационных технологий ФТИ, vdi1@mail.ru

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| РЕКОМЕНДОВАНО Заведующий кафедрой разработчика \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_протокол №\_\_\_\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. | ОДОБРЕНОЗаведующий выпускающей кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_протокол №\_\_\_\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г.Руководитель программы\*\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. | ПРОВЕРЕНОНормоконтроль в составе ОП пройденСпециалист УМО/деканата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. |
| Рекомендовано к утверждению в составе ОППредседатель УМК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ протокол УМК №\_\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. | Эксперт УМК\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г. |

*\* для программ магистратуры*

Якутск 2016

**1. АННОТАЦИЯ**

**к рабочей программе дисциплины**

**Б1.В.ДВ.4.1 Схемотехника аналоговых электронных устройств**

Трудоемкость 5 з.е.

* 1. **Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

**Цель освоения:** Обеспечить базовую подготовку студентов в области проектирования и применения аналоговых электронных схем и функциональных звеньев в радиоэлектронной аппаратуре.

**Краткое содержание дисциплины:** Общие сведения об аналоговых электронных устройствах (АЭУ) и изучаемой дисциплине. Параметры и характеристики АЭУ. Принципы построения и работы простейших усилительных звеньев. Принципы и схемы обеспечения исходного режима работы усилительного звена на постоянном токе. Анализ работы типовых усилительных звеньев в режиме малого сигнала. Усилители мощности. Многокаскадные усилители. Обратные связи в трактах усиления. Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока. Широкополосные усилители и усилители импульсных сигналов малой длительности. Усилительные и функциональные устройства на операционных усилителях. Усилители высокой чувствительности. Современные методы схемной реализации аналоговых преобразований.

* 1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

|  |  |
| --- | --- |
| Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
| способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем (ПК-5) | **Знать:**Принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов, основные аспекты, проблемы и методы проектирования, разработки этих устройств и их применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения.**Уметь**:Осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств (АЭУ), в том числе на этапах, предшествующих анализу свойств схем, а также грамотно целенаправленно осуществлять оптимизацию параметров и структуры схем в ходе этого анализа.**Владеть:**Основными методами анализа исходных данных для расчета и проектирования. Навыками расчета аналоговых усилительных устройств, справочной литературой для выбора элементной базы конкретной разработки. Методами оптимизации параметров и схем аналоговых электронных устройств. |

**1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Индекс | Наименование дисциплины (модуля), практики | Семестр изучения | Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик |
| на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля) | для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой |
| Б1.В.ДВ.4.1 | Схемотехника аналоговых электронных устройств | 6 | Б1.Б.11 Математический модуль (1, 2, 3 сем);Б1.Б.12 ФизикаБ1.Б.13.3 Основы теории цепей (3, 4 сем);Б1.Б.13.5 Радиотехнические цепи и сигналы (3, 4, 5, 6 сем).Б1.В.ОД.3Метрология и радиоизмеренияБ1.В.ДВ.8.1Радиоматериалы и радиокомпоненты | Б1.В.ДВ.9.1Электропитание устройств и систем телекоммуникацийБ1.Б.13.6 Устройства приема и обработки сигналовБ1.В.ОД.6Радиотехнические устройства и системы передачи информацииБ1.В.ДВ.5.1Радиоавтоматика и управление радиоэлектронными устройствамиБ1.В.ДВ.2.2Радиосвязь и радиовещаниеБ1.В.ДВ.2.1Основы телевидение и видеотехникиБ1.В.ДВ.1.2Телекоммуникационные системы и сети |

**1.4. Язык преподавания:** русский

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана:

|  |  |
| --- | --- |
| Код и название дисциплины по учебному плану | Б1.В.ДВ.4.1 Схемотехника аналоговых электронных устройств |
| Курс изучения | 3 |
| Семестр(ы) изучения | 5 |
| Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) | Зачет |
| Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения | Нет |
| Трудоемкость (в ЗЕТ) | 3 |
| **Трудоемкость (в часах)** (сумма строк №1,2,3), в т.ч.: | 108 |
| **№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:** | Объем аудиторной работы,в часах | Вт.ч. с применением ДОТ или ЭО[[1]](#footnote-1), в часах |
| Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.): | 78 |  |
| 1.1. Занятия лекционного типа (лекции) | 30 |  |
| 1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.: | 45 |  |
| - семинары (практические занятия, коллоквиумыи т.п.) | 15 |  |
| - лабораторные работы | 30 |  |
| - практикумы | 0 |  |
| 1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации) | 3 |  |
| **№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)** | 30 |
| **№3. Количество часов на экзамен** (при наличии экзамена в учебном плане) |  |

**3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тема  | Всего часов | Контактная работа, в часах | Часы СРС |
| Лекции | из них с применением ЭО и ДОТ | Семинары (практические занятия, коллоквиумы) | из них с применением ЭО и ДОТ | Лабораторные работы | из них с применением ЭО и ДОТ | Практикумы | из них с применением ЭО и ДОТ | КСР (консультации) |
| Тема 1. Общие сведения об аналоговых электронных устройствах (АЭУ) | 3 | 3 |  |  |  | - |  |  |  |  |  |
| Тема 2.Анализ работы базовых усилительных каскадов. | 14,5 | 4 |  |  |  | 4 |  |  |  | 0,5 | 6 |
| Тема 3. Обратные связи в трактах усиления. | 7,5 | 3 |  |  |  | 4 |  |  |  | 0,5 |  |
| Тема 4. Каскады предварительного усиления в многокаскадных усилительных трактах. | 17,5 | 5 |  |  |  | 6 |  |  |  | 0,5 | 6 |
| Тема 5**.** Усилители мощности. | 15,5 | 5 |  |  |  | 4 |  |  |  | 0,5 | 6 |
| Тема 6.Усилители постоянного тока и базовые схемные конфигурации. | 15,5 | 5 |  |  |  | 4 |  |  |  | 0,5 | 6 |
| Тема 7. Операционные усилители | 19,9 | 5 |  |  |  | 8 |  |  |  | 0,5 | 6 |
| Всего часов | 108 | 30 |  |  |  | 30 |  | 15 |  | 3 | 30 |

**3.2. Содержание тем программы дисциплины**

**Тема 1.** Общие сведения об аналоговых электронных устройствах (АЭУ)

Общие сведения об АЭУ. Принципы построения и классификация устройств аналоговой обработки сигналов. Внешние параметры и характеристики АЭУ; требования, предъявляемые к устройствам различного назначения. Основные задачи проектирования, анализа свойств и применения аналоговых электронных схем и функциональных узлов.

Принципы функционирования простейших усилительных каскадов. Принцип электронного усиления. Усилительный каскад и его обобщенная схема. Понятие о рабочей точке и динамических (нагрузочных) характеристиках. Режимы работы активных элементов в усилительном каскаде. Критерии выбора режима работы усилительного прибора на постоянном токе, принципы и схемы обеспечения требуемого режима. Схемное построение простейших усилительных каскадов на различных усилительных приборах.

**Тема 2.** Анализ работы базовых усилительных каскадов.

Критерии и особенности малосигнального режима работы усилительного прибора. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов. Сравнительный анализ характеристик базовых усилительных каскадов при различных способах включения транзистора в схему. Анализ влияния температурных и других дестабилизирующих факторов на режим работы усилительного каскада по постоянному току и схемы стабилизации.

**Тема 3.** Обратные связи в трактах усиления.

Основные определения и понятия, относящиеся к обратным связям (ОС) в схемотехнических устройствах: типы ОС; обобщенная структурная схема усилителя с внешней ОС; понятия положительной и отрицательной ОС; устойчивость усилителя, охваченного ОС, основные критерии устойчивости. Классификация ОС по способам введения и снятия сигнала ОС. Влияние отрицательной ОС на характеристики усилителя.

**Тема 4.** Каскады предварительного усиления в многокаскадных усилительных трактах.

Структурная схема многокаскадного усилителя. Виды межкаскадной связи. Расчет искажений в частотной и временной областях. Особенности построения каскадов предварительного усиления в широкополосных усилителях: коррекция характеристик в частотной и временной областях (параметрическая и с помощью ОС); типовые и специальные схемные конфигурации, используемые в каскадах широкополосного усиления (каскодные схемы, дифференциальный каскад и др.).

**Тема 5.** Усилители мощности.

Особенности работы транзисторного усилительного каскада в режиме большого сигнала и основные требования, предъявляемые к усилителям мощности (УМ). Однотактные бестрансформаторная и трансформаторная схемы УМ в режиме класса *А* – основные энергетические соотношения и сравнительный анализ. Энергетическая эффективность режимов с отсечкой выходного тока (режим класса *В*). Двухтактные схемы УМ в режиме класса В. Нелинейные искажения и методы их уменьшения в УМ. Использование режима класса *АВ*. Эмиттерные повторители в выходных каскадах. Принципы ключевых методов усиления. Режим класса D.

**Тема 6.** Усилители постоянного тока и базовые схемные конфигурации

Усилители постоянного тока (УПТ) и особенности их построения. Схемы прямого усиления и усиления с преобразованием спектра. Источники нестабильности режима работы на постоянном токе, их описание и представление с помощью эквивалентных генераторов тока и напряжения. Дифференциальный каскад (ДК) УПТ. Понятие дифференциальных (парафазных) и синфазных сигналов. Коэффициенты усиления и входные сопротивления для дифференциальных и синфазных сигналов. Особенности схемотехники ДК: принцип построения схем “токового зеркала” и его основные свойства, использование генераторов стабильного тока, ДК с несимметричным выходом без потери усиления. Пример схемной реализации усилительного тракта типа операционный усилитель.

**Тема 7.** Операционные усилители

Интегральный ОУ и его свойства. Понятие идеального ОУ. Модели и обобщенная структурная схема ОУ. Элементы схемотехники ОУ: ДК, генераторы стабильных тока и напряжения, трансляторы уровня, выходные каскады. Основные параметры. Устойчивость ОУ. Частотная коррекция и ее схемотехническое обеспечение.

Функциональные устройства на ОУ. Инвертирующая и неинвертирующая схемы включения ОУ, преобразователь “ток-напряжение”. Многовходовый сумматор и дифференциальный усилитель на ОУ. Понятие измерительного усилителя. Дифференциатор, интегратор, схемы логарифмирования и антилогарифмирования. Реализация аналоговых перемножителей и делителей. Нелинейные функциональные устройства на базе ОУ: амплитудный ограничитель, выпрямитель и амплитудный детектор.

**3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии**

При изучении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

Лекции, семинары, лабораторные работы, СРС, тестирование, предметно — ориентированные технологии обучения, личностно — ориентированные технологии обучения, информационные технологии в обучении.

**4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы[[2]](#footnote-2)обучающихся по дисциплине**

**Содержание СРС**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела (темы) дисциплины | Вид СРС | Трудо-емкость (в часах) | Формы и методы контроля |
| 1 | Регулировки усилительных устройств | Конспект | 6 | Проверка конспекта. Устный опрос. |
| 2 | Активные фильтры | Конспект | 6 | Проверка конспекта. Устный опрос. |
| 3 | АЭУ на ИМС | Конспект | 6 | Проверка конспекта. Устный опрос. |
| 4 | Коррекция ЧХ ОУ.Диаграмма Боде | Конспект | 6 | Проверка конспекта. Устный опрос. |
| 5 | Собственные шумы усилительного тракта.Методы представления и анализа шумовых свойств аналоговых трактов | Конспект | 6 | Проверка конспекта. Устный опрос. |

**Лабораторные работы или лабораторные практикумы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела (темы) дисциплины | Лабораторная работа или лабораторный практикум | Трудо-емкость (в часах) | Формы и методы контроля |
| 12345678 | Расчет режима транзисторного каскада по постоянному токуРасчет АЧХ каскада с ОЭ.УПТ с гальваническими связямиДвухтактный УМ.Дифференциальный усилитель.Изучение ОУОУ на активных RC фильтрахИзучение компаратора напряженияИсследование влияния ОС на параметры усилителя.  | Практические занятия Практические занятия Лабораторная работаЛабораторная работаЛабораторная работаЛабораторная работаЛабораторная работаЛабораторная работа | 105555555 | ЗащитаЗащитаЗащитаЗащитаЗащитаЗащитаЗащитаЗащита |
|  |  |  |  |  |

**5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

[В данный раздел включаются методические указания для помощи обучающимся в освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся, в т.ч., например, методические указания по выполнению письменных работ. При наличии полнотекстовых печатных или электронных версий методических указаний необходимо указать их перечень, выходные данные и доступ к ним (НБ, ЭБ или СДО Moodle).

Также в разделе необходимо указать условия допуска к промежуточной аттестации и рейтинговый регламент по дисциплине.]

*Образец для дисциплины с экзаменом (виды работ и распределение баллов преподаватель устанавливает самостоятельно с учетом рекомендуемого рейтингового регламента по ООП и/или по учебному подразделению):*

**Рейтинговый регламент по дисциплине:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид выполняемой учебной работы(контролирующие мероприятия) | Количество баллов (min) | Количество баллов (max) |
| 1. Посещение лекций | 20 | 40 |
| 2. Защита лабораторных работ | 20 | 40 |
| 3. Отчет по СРС | 20 | 20 |
|  |  |  |
| **Количество баллов для получения зачета (min-max)** | **60** | **100** |

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

*Раздел должен включать описание показателей (дескрипторов) и критериев оценивания компетенций; описание шкал оценивания; типовые контрольные задания (вопросы, тестовые задания, задачи, кейсы и т.п.), вопросы для подготовки к промежуточной аттестации или иные материалы для оценивания результатов обучения по дисциплине; описание процедуры оценивания.*

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Коды оцениваемых компетенций | Показатель оценивания (дескриптор)(по п.1.2.РПД) | Уровни освоения | Критерий оценивания | Оценка |
| ПК-5 | **Знать:**Принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов, основные аспекты, проблемы и методы проектирования, разработки этих устройств и их применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения.**Уметь**:Осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств (АЭУ), в том числе на этапах, предшествующих анализу свойств схем, а также грамотно целенаправленно осуществлять оптимизацию параметров и структуры схем в ходе этого анализа.**Владеть:**Основными методами анализа исходных данных для расчета и проектирования. Навыками расчета аналоговых усилительных устройств, справочной литературой для выбора элементной базы конкретной разработки. Методами оптимизации параметров и схем аналоговых электронных устройств. | Высокий | 100 | отлично |
| Базовый | 75 | хорошо |
| Мини-мальный | 60 | удовлетво-рительно |
| Не освоены | Меньше 60 | неудовлетво-рительно |

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Коды оцениваемых компетенций | Оцениваемый показатель (ЗУВ) | Тема | Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса) |
| ПК-5 | **Знать:**Принципы построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов, основные аспекты, проблемы и методы проектирования, разработки этих устройств и их применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения.**Уметь**:Осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств (АЭУ), в том числе на этапах, предшествующих анализу свойств схем, а также грамотно целенаправленно осуществлять оптимизацию параметров и структуры схем в ходе этого анализа.**Владеть:**Основными методами анализа исходных данных для расчета и проектирования. Навыками расчета аналоговых усилительных устройств, справочной литературой для выбора элементной базы конкретной разработки. Методами оптимизации параметров и схем аналоговых электронных устройств. | 1. Общие сведения об аналоговых электронных устройствах (АЭУ) 2.Анализ работы базовых усилительных каскадов.3. Обратные связи в трактах усиления.4. Каскады предварительного усиления в многокаскадных усилительных трактах.5**.** Усилители мощности6.Усилители постоянного тока и базовые схемные конфигурации. 7.Операционные усилители | 1Определение параметров простейшего усилительных каскада графоаналитическим методом2. Малосигнальные параметры транзистора. Расчет параметров транзистора простейшего усилительного каскада в выбранной рабочей точке. Расчет АЧХ каскада.3. Схемы стабилизации режима работы транзисторных усилительных каскадов.4. Расчет линейных искажений в транзисторном усилительном каскаде. Определение параметров схемы, обеспечивающих требуемые частотные искажения. 5. Влияние обратной связи на основные характеристики усиления.6. Расчет усилительного каскада с ВЧ- и НЧ-коррекцией частотных характеристик.7. Расчет дифференциального усилительного каскада.8. Функциональные устройства аналоговой обработки сигналов на операционных усилителях. |
|  |  |  |  |

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с рейтинговой системой оценки знаний студентов.

Текущий контроль предполагает:

- проверку уровня самостоятельной подготовки студента при выполнении индивидуального задания;

- опросы и дискуссии по основным моментам изучаемой темы;

- получение допуска, выполнение и защита лабораторной работы с помощью устного опроса, ;.

Рубежный контроль полученных теоретических и практических знаний проводится в форме зачета.

6.4. Вопросы к зачету

**1.** Общие сведения об аналоговых электронных устройствах (АЭУ)

Общие сведения об АЭУ. Принципы построения и классификация устройств аналоговой обработки сигналов. Внешние параметры и характеристики АЭУ; требования, предъявляемые к устройствам различного назначения. Принципы функционирования простейших усилительных каскадов. Принцип электронного усиления. Усилительный каскад и его обобщенная схема. Понятие о рабочей точке и динамических (нагрузочных) характеристиках. Режимы работы активных элементов в усилительном каскаде. Критерии выбора режима работы усилительного прибора на постоянном токе, принципы и схемы обеспечения требуемого режима. Схемное построение простейших усилительных каскадов на различных усилительных приборах.

**2.** Анализ работы базовых усилительных каскадов.

Критерии и особенности малосигнального режима работы усилительного прибора. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов. Сравнительный анализ характеристик базовых усилительных каскадов при различных способах включения транзистора в схему. Анализ влияния температурных и других дестабилизирующих факторов на режим работы усилительного каскада по постоянному току и схемы стабилизации.

**3.** Обратные связи в трактах усиления.

Основные определения и понятия, относящиеся к обратным связям (ОС) в схемотехнических устройствах: типы ОС; обобщенная структурная схема усилителя с внешней ОС; понятия положительной и отрицательной ОС; устойчивость усилителя, охваченного ОС, основные критерии устойчивости. Классификация ОС по способам введения и снятия сигнала ОС. Влияние отрицательной ОС на характеристики усилителя.

**4.** Каскады предварительного усиления в многокаскадных усилительных трактах.

Структурная схема многокаскадного усилителя. Виды межкаскадной связи. Расчет искажений в частотной и временной областях. Особенности построения каскадов предварительного усиления в широкополосных усилителях: коррекция характеристик в частотной и временной областях (параметрическая и с помощью ОС); типовые и специальные схемные конфигурации, используемые в каскадах широкополосного усиления (каскодные схемы, дифференциальный каскад и др.).

**5.** Усилители мощности.

Особенности работы транзисторного усилительного каскада в режиме большого сигнала и основные требования, предъявляемые к усилителям мощности (УМ). Однотактные бестрансформаторная и трансформаторная схемы УМ в режиме класса *А* – основные энергетические соотношения и сравнительный анализ. Энергетическая эффективность режимов с отсечкой выходного тока (режим класса *В*). Двухтактные схемы УМ в режиме класса В. Нелинейные искажения и методы их уменьшения в УМ. Использование режима класса *АВ*. Эмиттерные повторители в выходных каскадах. Принципы ключевых методов усиления. Режим класса D.

**6.** Усилители постоянного тока и базовые схемные конфигурации

Усилители постоянного тока (УПТ) и особенности их построения. Схемы прямого усиления и усиления с преобразованием спектра. Источники нестабильности режима работы на постоянном токе, их описание и представление с помощью эквивалентных генераторов тока и напряжения. Дифференциальный каскад (ДК) УПТ. Коэффициенты усиления и входные сопротивления для дифференциальных и синфазных сигналов.

**7.** Операционные усилители

Интегральный ОУ и его свойства. Понятие идеального ОУ. Модели и обобщенная структурная схема ОУ. Элементы схемотехники ОУ: ДК, генераторы стабильных тока и напряжения, трансляторы уровня, выходные каскады. Основные параметры. Устойчивость ОУ. Частотная коррекция и ее схемотехническое обеспечение.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины[[3]](#footnote-3)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов | Наличие грифа, вид грифа | НБ СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров  | Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)  |
| Основная литература[[4]](#footnote-4) |
| 1 | Павлов В. Н., Схемотехника аналоговых электронных устройств. учебник для студ. вузов. — 2005 М.Горячая линия-Телеком |  | (НБ) 12 |  |
| 2 | Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства. В.И.Бойко,А.Н.Гуржий,В.Я.Жуйков и др. С.-Петербург,2004 |  | (НБ) 11 |  |
| 3 | Мельчинов В.П., Попов В.И. Практикум по аналоговой схемотехнике. Якутск. 2005 |  | (Каф)25 |  |
| Дополнительная литература |
| 1 |  Кучумов А.И. Электроника и схемотехника. Уч. пособие для ВУЗов. 2-ое изд перераб и доп. М. Гелиос АРВ, 2004, 335 с. |  |  |  |
| 2 | Остапенко Г.С.Усилительные устройства**:** Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов**:** М.**:** Радио и связь**:** 1989 |  |  |  |
| 3 | Операционные усилители и компараторы Т.12. — 2002 (Интегральные микросхемы) |  |  |  |
| 4 | Протопопов А.С. Усилители с обратной связью, дифференциальные и операционные усилители и их применение.**:** учеб. пособие для студ. Вузов.**:** М.**:** САЙНС-Пресс**:** 2003 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины**

Наименование Интернет-ресурса. Авторы (разработчики) //Ссылка (URL): на Интернет ресурс. : [www.ysu.ru/library](http://www.ysu.ru/library)

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В разделе указываем необходимое материально-техническое обеспечение по дисциплине (помещения и оборудование) в соответствии с ФГОС ВО, с учетом типов учебных занятий (лекционные, семинарские и т.п.), форм их проведения, а также применяемых информационных и образовательных технологий, в т.ч. ДОТ и электронного обучения.

Проведение учебного процесса обеспечено:

1. Специализированной учебной лабораторией «Аналоговые электронные устройства» на базе лабораторной станции NI ELVIS II 607 ауд. КФЕН.

2. Макетами и контрольно-измерительными приборами для проведения лабораторных работ. 510 ауд. КФЕН

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине[[5]](#footnote-5)

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

* использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия);
* использованиеспециализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем;
* организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

Для обработки результатов измерений и их графического представления, расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим программным обеспечением и выходом в Интернет.

10.2. Перечень программного обеспечения

MS WORD, MS PowerPoint, Lab VIEW.

10.3. Перечень информационных справочных систем

Электронные ресурсы научной библиотеки СВФУ: [www.ysu.ru/library](http://www.ysu.ru/library)

**ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

код и наименование дисциплины по учебному плану

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Учебный год | Внесенные изменения | Преподаватель (ФИО) | Протокол заседания выпускающей кафедры(дата,номер), ФИО зав.кафедрой, подпись |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

*В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.*

1. Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да». [↑](#footnote-ref-1)
2. Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа). [↑](#footnote-ref-2)
3. Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе,с обязательной отметкой в Учебной библиотеке. [↑](#footnote-ref-3)
4. Рекомендуется указывать не более 3-5 источников (с грифами). [↑](#footnote-ref-4)
5. В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов сиспользованием электронного офиса или оболочки) и т.п. [↑](#footnote-ref-5)