

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. проректора по УРиМД  
Нариманова Г.Н.  
«05» 03 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### АНАЛОГОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**  
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
Направленность (профиль) / специализация: **Интеллектуальные системы связи**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**  
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**  
Курс: **2**  
Семестр: **4**  
Учебный план набора 2025 года

#### Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 4 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 26        | 26    | часов   |
| Практические занятия               | 36        | 36    | часов   |
| Лабораторные занятия               | 16        | 16    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 30        | 30    | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена        | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 144       | 144   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4         | 4     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Экзамен                        | 4       |

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цели дисциплины**

1. Ознакомление студентов с принципами построения и схемами типовых аналоговых электронных устройств.
2. Изучение методов анализа аналоговых электронных устройств, знакомство с основными расчетными соотношениями.
3. Формирование у студентов знаний и умений, необходимых для схемотехнического проектирования радиоэлектронных устройств аналоговой обработки сигналов.

### **1.2. Задачи дисциплины**

1. Изучение назначения и характеристик пассивных и активных элементов аналоговых устройств.
2. Изучение методов анализа усилительных и других аналоговых устройств, основанных на использовании эквивалентных схем.
3. Составление эквивалентных схем и математических моделей аналоговых устройств.
4. Изучение различных видов обратных связей и влияния цепей обратной связи на характеристики устройств.
5. Знакомство с принципами построения операционных усилителей и устройств на их основе.
6. Развитие навыков анализа и расчета аналоговых электронных устройств с использованием компьютерной техники.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль фундаментальной инженерной подготовки (general hard skills – GHS).

Индекс дисциплины: Б1.О.02.10.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция                             | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |                                               |

|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики                                                                                                                                                                         | Знание типовых схемотехнических решений                                                  |
|                                                                                                                                  | ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области | Умение использовать на практике математические модели для расчета основных характеристик |
|                                                                                                                                  | ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач                                                                                                                                                                             | Владение навыками проектирования устройств с заданными характеристиками                  |
| <b>Профессиональные компетенции</b>                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                          |
| -                                                                                                                                | -                                                                                                                                                                                                                                            | -                                                                                        |

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности                                                                                             | Всего часов | Семестры  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
|                                                                                                                       |             | 4 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>                                               | 78          | 78        |
| Лекционные занятия                                                                                                    | 26          | 26        |
| Практические занятия                                                                                                  | 36          | 36        |
| Лабораторные занятия                                                                                                  | 16          | 16        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 30          | 30        |
| Подготовка к тестированию                                                                                             | 18          | 18        |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета                                                                    | 12          | 12        |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>                                                                                    | 36          | 36        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>                                                                                   | 144         | 144       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>                                                                                    | 4           | 4         |

**5. Структура и содержание дисциплины**

**5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности**

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
|------------------------------------|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|

| 4 семестр                                                                                                                      |    |    |    |    |     |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|-----|-------|
| 1 Введение в схемотехнику                                                                                                      | 2  | -  | -  | 2  | 4   | ОПК-1 |
| 2 Классификация устройств                                                                                                      | 2  | -  | 4  | 6  | 12  | ОПК-1 |
| 3 Схемы каскадов на БТ и ПТ.<br>Режимы работы транзисторов.<br>Режимы работы транзистора и их применение. Выбор рабочей точки. | 4  | 16 | 8  | 6  | 34  | ОПК-1 |
| 4 Статические и динамические характеристики                                                                                    | 2  | -  | -  | 2  | 4   | ОПК-1 |
| 5 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы                                                                      | 4  | -  | -  | 2  | 6   | ОПК-1 |
| 6 Усилительные каскады                                                                                                         | 4  | -  | -  | 2  | 6   | ОПК-1 |
| 7 Каскады с обратной связью                                                                                                    | 4  | -  | -  | 2  | 6   | ОПК-1 |
| 8 Операционные усилители и аналоговые устройства на их основе                                                                  | 2  | 20 | 4  | 6  | 32  | ОПК-1 |
| 9 Активные фильтры на ОУ                                                                                                       | 2  | -  | -  | 2  | 4   | ОПК-1 |
| Итого за семестр                                                                                                               | 26 | 36 | 16 | 30 | 108 |       |
| Итого                                                                                                                          | 26 | 36 | 16 | 30 | 108 |       |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 4 семестр                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                      |                         |
| 1 Введение в схемотехнику          | Введение в дисциплину (место и роль аналоговой схемотехники среди других дисциплин учебных планов специальностей / направлений подготовки, области / разделы схемотехники, определение и классификация аналоговых функциональных узлов и устройств, место и роль схемотехники в жизненном цикле электронных средств, тенденции развития схемотехники) | 2                                    | ОПК-1                   |
|                                    | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                                    |                         |
| 2 Классификация устройств          | Определение и классификация, основные технические показатели и характеристики усилительных устройств                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                                    | ОПК-1                   |
|                                    | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                                    |                         |

|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|
| 3 Схемы каскадов на БТ и ПТ. Режимы работы транзисторов. Режимы работы транзистора и их применение. Выбор рабочей точки. | Схемы каскадов на биполярных транзисторах с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой. Схемы каскадов на полевых транзисторах с общим истоком, общим стоком, общим затвором. Особенности работы транзисторов в разных схемах включения. Режимы работы транзисторов (активный, насыщения, отсечки, инверсный). Режимы А,В,АВ,С,Д и их применение. Выбор рабочей точки каскадов. | 4 | ОПК-1 |
|                                                                                                                          | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4 |       |
| 4 Статические и динамические характеристики                                                                              | Статические и динамические характеристики. Построение нагрузочных прямых. Расчет параметров рабочей точки транзисторного каскада. Графоаналитический расчет характеристик.                                                                                                                                                                                                           | 2 | ОПК-1 |
|                                                                                                                          | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 |       |
| 5 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы                                                                | Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы. Расчет характеристик по эквивалентной схеме. Расчет каскада с ОЭ в области верхних, средних и нижних частот. Анализ частотных свойств каскадов. Анализ работы каскадов во временной области.                                                                                                                                | 4 | ОПК-1 |
|                                                                                                                          | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4 |       |
| 6 Усилительные каскады                                                                                                   | Схемы усилителей, использующиеся в схемотехнике интегральных микросхем, и их характеристики. Составные транзисторы и схемы их включения. Схема каскада Дарлингтона. Схема каскада Шиклаи. Каскодная схема усилителя. Дифференциальный усилитель (дифференциальная пара). Многокаскадные усилители, типовая структура многокаскадного усилителя, назначение отдельных каскадов.       | 4 | ОПК-1 |
|                                                                                                                          | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4 |       |
| 7 Каскады с обратной связью                                                                                              | Обратные связи в усилителях, классификация обратных связей, влияние обратных связей на характеристики усилителей. Температурная стабилизация рабочей точки транзистора. Источники температурной неустойчивости. Основные схемы температурной стабилизации. Коррекция АЧХ и переходных характеристик усилительных устройств.                                                          | 4 | ОПК-1 |
|                                                                                                                          | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4 |       |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                   |    |       |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| 8 Операционные усилители и аналоговые устройства на их основе | Операционные усилители и аналоговые устройства на их основе. Схемотехника ОУ, Типовые устройства на основе ОУ. Усилители (инвертирующие, неинвертирующие, дифференциальные, логарифмические). Генераторы. Сумматоры. Компараторы. | 2  | ОПК-1 |
|                                                               | Итого                                                                                                                                                                                                                             | 2  |       |
| 9 Активные фильтры на ОУ                                      | Активные фильтры на операционных усилителях и их использование. Схемы фильтров, их применение. Расчет характеристик.                                                                                                              | 2  | ОПК-1 |
|                                                               | Итого                                                                                                                                                                                                                             | 2  |       |
| Итого за семестр                                              |                                                                                                                                                                                                                                   | 26 |       |
| Итого                                                         |                                                                                                                                                                                                                                   | 26 |       |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины                                                                                       | Наименование практических занятий (семинаров)                              | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>4 семестр</b>                                                                                                         |                                                                            |                 |                         |
| 3 Схемы каскадов на БТ и ПТ. Режимы работы транзисторов. Режимы работы транзистора и их применение. Выбор рабочей точки. | Расчет каскада с ОЭ по постоянному и по переменному току.                  | 8               | ОПК-1                   |
|                                                                                                                          | Расчет каскада с ОИ по постоянному и по переменному току.                  | 8               | ОПК-1                   |
|                                                                                                                          | Итого                                                                      | 16              |                         |
| 8 Операционные усилители и аналоговые устройства на их основе                                                            | Расчет неинвертирующего и инвертирующего каскадов на ОУ. Расчет УНЧ на ОУ. | 20              | ОПК-1                   |
|                                                                                                                          | Итого                                                                      | 20              |                         |
| Итого за семестр                                                                                                         |                                                                            | 36              |                         |
| Итого                                                                                                                    |                                                                            | 36              |                         |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>4 семестр</b>                   |                                 |                 |                         |

|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                          |    |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| 2 Классификация устройств                                                                                                | Ознакомление с комплектом измерительных приборов и пакетом прикладных программ для исследования электронных устройств. Моделирование электронных устройств в среде Qucs. | 4  | ОПК-1 |
|                                                                                                                          | Итого                                                                                                                                                                    | 4  |       |
| 3 Схемы каскадов на БТ и ПТ. Режимы работы транзисторов. Режимы работы транзистора и их применение. Выбор рабочей точки. | Исследование резисторного усилительного каскада на биполярном транзисторе.                                                                                               | 4  | ОПК-1 |
|                                                                                                                          | Исследование резисторного усилительного каскада на полевом транзисторе.                                                                                                  | 4  | ОПК-1 |
|                                                                                                                          | Итого                                                                                                                                                                    | 8  |       |
| 8 Операционные усилители и аналоговые устройства на их основе                                                            | Исследование неинвертирующего и инвертирующего каскадов на ОУ                                                                                                            | 4  | ОПК-1 |
|                                                                                                                          | Итого                                                                                                                                                                    | 4  |       |
| Итого за семестр                                                                                                         |                                                                                                                                                                          | 16 |       |
| Итого                                                                                                                    |                                                                                                                                                                          | 16 |       |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы                        | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля      |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|
| <b>4 семестр</b>                   |                                                    |                 |                         |                     |
| 1 Введение в схемотехнику          | Подготовка к тестированию                          | 2               | ОПК-1                   | Тестирование        |
|                                    | Итого                                              | 2               |                         |                     |
| 2 Классификация устройств          | Подготовка к тестированию                          | 2               | ОПК-1                   | Тестирование        |
|                                    | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4               | ОПК-1                   | Лабораторная работа |
|                                    | Итого                                              | 6               |                         |                     |

|                                                                                                                          |                                                    |    |       |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----|-------|---------------------|
| 3 Схемы каскадов на БТ и ПТ. Режимы работы транзисторов. Режимы работы транзистора и их применение. Выбор рабочей точки. | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1 | Тестирование        |
|                                                                                                                          | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4  | ОПК-1 | Лабораторная работа |
|                                                                                                                          | Итого                                              | 6  |       |                     |
| 4 Статические и динамические характеристики                                                                              | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1 | Тестирование        |
|                                                                                                                          | Итого                                              | 2  |       |                     |
| 5 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы                                                                | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1 | Тестирование        |
|                                                                                                                          | Итого                                              | 2  |       |                     |
| 6 Усилительные каскады                                                                                                   | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1 | Тестирование        |
|                                                                                                                          | Итого                                              | 2  |       |                     |
| 7 Каскады с обратной связью                                                                                              | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1 | Тестирование        |
|                                                                                                                          | Итого                                              | 2  |       |                     |
| 8 Операционные усилители и аналоговые устройства на их основе                                                            | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1 | Тестирование        |
|                                                                                                                          | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4  | ОПК-1 | Лабораторная работа |
|                                                                                                                          | Итого                                              | 6  |       |                     |
| 9 Активные фильтры на ОУ                                                                                                 | Подготовка к тестированию                          | 2  | ОПК-1 | Тестирование        |
|                                                                                                                          | Итого                                              | 2  |       |                     |
| Итого за семестр                                                                                                         |                                                    | 30 |       |                     |
|                                                                                                                          | Подготовка и сдача экзамена                        | 36 |       | Экзамен             |
| Итого                                                                                                                    |                                                    | 66 |       |                     |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |           |           | Формы контроля                             |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|--------------------------------------------|
|                         | Лек. зан.                 | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |                                            |
| ОПК-1                   | +                         | +          | +         | +         | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля           | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| <b>4 семестр</b>         |                                                |                                             |                                                           |                  |
| Лабораторная работа      | 0                                              | 20                                          | 20                                                        | 40               |
| Тестирование             | 15                                             | 15                                          | 0                                                         | 30               |
| Экзамен                  |                                                |                                             |                                                           | 30               |
| Итого максимум за период | 15                                             | 35                                          | 20                                                        | 100              |
| Нарастающим итогом       | 15                                             | 50                                          | 70                                                        | 100              |

## 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля                       | Оценка |
|-------------------------------------------------------|--------|
| $\geq 90\%$ от максимальной суммы баллов на дату ТК   | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3      |
| $< 60\%$ от максимальной суммы баллов на дату ТК      | 2      |

## 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице

6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка                               | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                | 90 – 100                                                 | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 85 – 89                                                  | B (очень хорошо)        |
|                                      | 75 – 84                                                  | C (хорошо)              |
|                                      | 70 – 74                                                  | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 65 – 69                                                  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64                                                  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов                                           | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие / А. В. Шарапов - 2006. 193 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/832>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Элементы аналоговой схемотехники: Учебное пособие / Л. И. Шарыгина - 2015. 75 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4965>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сборник задач по усилительным устройствам: Учебное пособие / Л. И. Шарыгина - 2012. 116 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/753>.

2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум / Л. И. Шарыгина - 2012. 63 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/754>.

3. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / В. А. Кологривов, С. В. Мелихов - 2012. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1845>.

4. Исследование каскада с общим эмиттером: Методические указания по лабораторной работе, практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов радиотехнических специальностей / Г. Н. Якушевич - 2023. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10471>.

### **7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Специализированная учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнито-маркерная;
- Компьютер;
- Плазменная панель;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Qucs;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Специализированная учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнито-маркерная;
- Компьютер;
- Плазменная панель;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Qucs;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины                                                                                       | Формируемые компетенции | Формы контроля      | Оценочные материалы (ОМ)            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 1 Введение в схемотехнику                                                                                                | ОПК-1                   | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                                                                                                          |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 2 Классификация устройств                                                                                                | ОПК-1                   | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ             |
|                                                                                                                          |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                                                                                                          |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 3 Схемы каскадов на БТ и ПТ. Режимы работы транзисторов. Режимы работы транзистора и их применение. Выбор рабочей точки. | ОПК-1                   | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ             |
|                                                                                                                          |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                                                                                                          |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 4 Статические и динамические характеристики                                                                              | ОПК-1                   | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                                                                                                          |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 5 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы                                                                | ОПК-1                   | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                                                                                                          |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 6 Усилительные каскады                                                                                                   | ОПК-1                   | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                                                                                                          |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 7 Каскады с обратной связью                                                                                              | ОПК-1                   | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                                                                                                          |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 8 Операционные усилители и аналоговые устройства на их основе                                                            | ОПК-1                   | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ             |
|                                                                                                                          |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                                                                                                          |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |

|                          |       |              |                                     |
|--------------------------|-------|--------------|-------------------------------------|
| 9 Активные фильтры на ОУ | ОПК-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
|                          |       | Экзамен      | Перечень экзаменационных вопросов   |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |                                                             |                                                                      |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                            |                                            | знать                                                                               | уметь                                                       | владеть                                                              |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания                                          | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания                                               | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков           |
| 4 (хорошо)                 | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания                             | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение    | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично)                | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания                                               | сформированное умение                                       | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка                     | Формулировка требований к степени компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.                                                                                                                                                                                           |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 (хорошо)  | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.                                                                                                         |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что такое «коэффициент усиления»?
  - а. Отношение выходного напряжения устройства к входному,
  - б. Коэффициент передачи на средних частотах,
  - в. Отношение напряжения на нагрузке устройства к выходному напряжению источника сигнала,
  - г. Зависимость выходного напряжения от входного
2. Причина линейных искажений устройства.
  - а. Появление гармоник сигнала.
  - б. Недостаточное напряжение питания,
  - в. Разные коэффициенты передачи на разных частотах.
  - г. Неправильный выбор рабочей точки
3. Чем определяется минимальный уровень входного сигнала?
  - а. Динамическим диапазоном устройства
  - б. Минимальным уровнем сигнала генератора
  - в. Отношением сигнал/шум устройства
  - г. Шумовыми свойствами устройства
4. Зона возможного расположения рабочей точки на ВАХ транзистора
  - а.  $U_k = U_{ко}$ ,  $I_k = I_{ко}$
  - б.  $U_k < U_{нас}$ ,  $I_k > I_{кдоп}$
  - в.  $U_k > U_{нас}$ ,  $I_k > I_{кдоп}$
  - г.  $U_k > U_{нас}$ ,  $I_k > I_{котс}$
5. Использование режима В в выходном каскаде позволяет:
  - а. Уменьшить нелинейные искажения
  - б. Увеличить выходную мощность при сохранении напряжения питания
  - в. Уменьшить ток потребления
  - г. Уменьшить коэффициент четных гармоник
6. Для чего в цепи коллектора транзистора включается источник тока?
  - а. Для уменьшения напряжения питания
  - б. Для уменьшения  $R_{экв}$
  - в. Для уменьшения коэффициента усиления
  - г. Для уменьшения нелинейных искажений
7. Чему равен коэффициент усиления токового зеркала?
  - а. Коэффициент передачи входного тока равен минус 1
  - б. Коэффициент передачи входного тока равен 1
  - в. Коэффициент передачи входного тока равен бесконечности
  - г. Коэффициент передачи входного тока равен нулю
8. На какие параметры переходной характеристики влияет форма АЧХ в области нижних частот?
  - а. На длительность импульса
  - б. На время установления переходной характеристики
  - в. На время нарастания переднего фронта
  - г. На величину спада вершины импульса
9. Какая схема включения транзистора имеет минимальное выходное сопротивление?

- а. Схема с ОК
  - б. Схема с ОЭ
  - в. Схема с ОБ
  - г. Схема с последовательной обратной связью
10. Как крутизна транзистора влияет на верхнюю частоту усилителя?
- а. С увеличением крутизны  $f_v$  уменьшается
  - б. С увеличением крутизны  $f_v$  увеличивается
  - в.  $f_v$  от крутизны практически не зависит
  - г. Нет правильного варианта ответа

### **9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов**

1. Чем ограничивается полоса пропускания ФВЧ?
2. Чем схема сравнения отличается от схемы усилителя?
3. Что такое компараторный режим работы ОУ?
4. Как по схеме компаратора определить напряжения гистерезиса?
5. В чем преимущества фильтра высокого порядка перед фильтром первого порядка при одинаковой полосе пропускания?

### **9.1.3. Темы лабораторных работ**

1. Ознакомление с комплектом измерительных приборов и пакетом прикладных программ для исследования электронных устройств. Моделирование электронных устройств в среде Qucs.
2. Исследование резисторного усилительного каскада на биполярном транзисторе.
3. Исследование резисторного усилительного каскада на полевом транзисторе.
4. Исследование неинвертирующего и инвертирующего каскадов на ОУ

## **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов                                                              | Формы контроля и оценки результатов обучения                                                           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка                                                                    |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам                                                 | Преимущественно устная проверка (индивидуально)                                                        |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами                                                                |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

#### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИРЭТ  
протокол № 1 от «25» 2 2025 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                           | Инициалы, фамилия | Подпись                                                  |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ    | А.М. Заболоцкий   | Согласовано,<br>47c2d4ff-8c0e-484c-<br>b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий   | Согласовано,<br>47c2d4ff-8c0e-484c-<br>b856-20e4ba4f0e52 |
| Начальник учебного управления       | И.А. Лариошина    | Согласовано,<br>c3195437-a02f-4972-<br>a7c6-ab6ee1f21e73 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                     |                 |                                                          |
|---------------------|-----------------|----------------------------------------------------------|
| Директор, каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | Согласовано,<br>47c2d4ff-8c0e-484c-<br>b856-20e4ba4f0e52 |
| Директор, каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | Согласовано,<br>47c2d4ff-8c0e-484c-<br>b856-20e4ba4f0e52 |

### РАЗРАБОТАНО:

|                               |               |                                                          |
|-------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------|
| Заведующий кафедрой, каф. РСС | А.В. Фатеев   | Разработано,<br>595be322-a579-4ae5-<br>8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Ассистент, каф. РСС           | В.Г. Романова | Разработано,<br>8d766f50-f6c9-41ab-<br>a75d-0ef7284996df |