**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Схемотехника СВЧ интегральных схем и систем на кристалле

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных устройств для радиотехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 10 | 10 | часов |
| 2 | Практические занятия | 8 | 8 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 18 | 18 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 36 | 36 | часов |
| 5 | Лабораторные работы | 18 | 18 | часов |
| 6 | Всего контактной работы | 18 | 18 | часов |
| 7 | Самостоятельная работа | 72 | 72 | часов |
| 8 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 9 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 10 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 33848

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «15» 5 2018 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки № 1420 от 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| к.т.н., доцент каф. КСУП | _____ | М. В. Черкашин |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | _____ | Ю. А. Шурыгин |

---

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФВС | _____ | Л. А. Козлова |
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | _____ | Ю. А. Шурыгин |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| к.т.н., доцент каф. КСУП | _____ | Н. Ю. Хабибулина |
| д.т.н., профессор каф. КСУП | _____ | Л. И. Бабак |

Согласована на портале № 33848

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: изучить основные принципы построения и проектирования функциональных узлов аналоговой части радиотехнических систем СВЧ диапазона, выполняемых в виде интегральных схем или системы на кристалле.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-1 - способность воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте; ОПК-6 - способность анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями; ПК-7 - применением перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий; ПСК-1 - умение разрабатывать техническое задание на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС; ПСК-2 - умение разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС, выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений; ПСК-3 - умение разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР; ПСК-4 - умение разрабатывать схемы и топологии тестовых структур и СВЧ МИС, а также конструкторскую документацию для их производства

### 1.2. Задачи дисциплины

- изучение схемотехники типовых функциональных узлов СВЧ МИС;
- освоение методов автоматизированного проектирования и моделирования функциональных узлов СВЧ МИС;
- знакомство с основными технологиями производства СВЧ интегральных схем (ИС) и систем на кристалле (СнК).

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Схемотехника СВЧ интегральных схем и систем на кристалле» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Анализ и синтез СВЧ полупроводниковых устройств, Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств, Построение приемо-передающих модулей на основе СВЧ интегральных схем и систем на кристалле.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле, Полупроводниковые устройства СВЧ диапазона, Радиотехнические системы на основе СВЧ интегральных схем.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;
- ОПК-6 способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;
- ПК-7 применением перспективных методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий;
- ПСК-1 умением разрабатывать техническое задание на опытно-конструкторскую работу по созданию СВЧ МИС;
- ПСК-2 умением разрабатывать структурные и принципиальные схемы СВЧ МИС,

Согласована на портале № 33848

выполнять оптимизацию их параметров с учетом существующих технологических маршрутов производства и технологических ограничений;

– ПСК-3 умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР;

– ПСК-4 умением разрабатывать схемы и топологии тестовых структур и СВЧ МИС, а также конструкторскую документацию для их производства;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** типовые схемы функциональных улов СВЧ МИС; принципы построения топологии СВЧ МИС; модели компонентов СВЧ МИС

– **уметь** разрабатывать структурные, принципиальные схемы СВЧ МИС; разрабатывать топологии типовых СВЧ МИС; выполнять моделирования СВЧ МИС с помощью современных САПР; разрабатывать документацию на НИР и ОКР по созданию СВЧ МИС

– **владеть** навыками проектирования и модерирования типовых узлов СВЧ МИС; навыками работы с современными САПР СВЧ устройств

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| **Аудиторные занятия (всего)** | **36** | **36** |
| Лекции | 10 | 10 |
| Практические занятия | 8 | 8 |
| Лабораторные работы | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа (всего)** | **72** | **72** |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | 16 |
| Проработка лекционного материала | 10 | 10 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 38 | 38 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | 8 |
| **Всего (без экзамена)** | **108** | **108** |
| **Подготовка и сдача экзамена** | **36** | **36** |
| **Общая трудоемкость, ч** | **144** | **144** |
| **Зачетные Единицы** | **4.0** | **4.0** |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Усилители | 2 | 2 | 4 | 12 | 20 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, |

Согласована на портале № 33848

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4 |
| 2 Генераторы | 2 | 2 | 6 | 12 | 22 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4 |
| 3 Преобразователи частоты | 2 | 2 | 4 | 12 | 20 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4 |
| 4 Устройства управления амплитудой и фазой сигнала | 2 | 2 | 4 | 12 | 20 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4 |
| 5 Системы в корпусе и системы на кристалле | 2 | 0 | 0 | 24 | 26 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-4 |
| Всего за семестр | 10 | 8 | 18 | 72 | 108 | |
| Итого | 10 | 8 | 18 | 72 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (по лекциям) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 1 Усилители | Типы усилителей: малошумящие усилители (МШУ), буферные усилители (БУ), усилители мощности (УМ). Основные характеристики. Выбор рабочей точки для различных типов усилителей. Режимы работы. Особенности схемотехники. Примеры построения топологи усилителей для различных технологий МИС. | 2 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Генераторы | Типы резонансных систем, применяемых в генераторах (дискретные элементы, микрополосковые звенья, диэлектрические резонаторы, ЖИГ-резонаторы). Типовые схемы генераторов. Примеры построения топологии. | 2 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, |

Согласована на портале № 33848

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 2 | ПСК-4 |
| 3 Преобразователи частоты | Виды пассивных смесителей: однотактный, балансный, двойной балансный (классический кольцевой, кольцевой с U-коленом, звездообразный). Виды активных смесителей. Примеры построения топологии смесителей в СВЧ МИС. | 2 | ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Устройства управления амплитудой и фазой сигнала | Основные типы ключевых элементов (pin-диоды, ДБШ, ПТШ), применяемых в устройствах управления. Схемы и топологии СВЧ МИС аттенюаторов и фазовращателей. | 2 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Системы в корпусе и системы на кристалле | Обобщенная функциональная схема системы. Примеры реализаций в виде СвК и СнК. | 2 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 10 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| **Наименование дисциплин** | **№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Предшествующие дисциплины | | | | | |
| 1 Анализ и синтез СВЧ полупроводниковых устройств | + | + | + | + | + |
| 2 Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств | + | + | + | + | + |
| 3 Построение приемо-передающих модулей на основе СВЧ интегральных схем и систем на кристалле | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле | + | + | + | + | + |
| 2 Полупроводниковые устройства СВЧ диапазона | + | + | + | + | + |
| 3 Радиотехнические системы на основе СВЧ интегральных схем | + | + | + | + | + |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Согласована на портале № 33848

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Реферат |
| ОПК-6 | + | | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат |
| ПК-7 | + | | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат |
| ПСК-1 | + | | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат |
| ПСК-2 | + | + | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Реферат |
| ПСК-3 | | | + | + | Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПСК-4 | + | + | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Реферат |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 1 Усилители | Моделирование дифференциального усилителя в САПР ADS. | 4 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Генераторы | Моделирование СВЧ генератора в САПР ADS. | 6 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Преобразователи частоты | Моделирование схемы смесителя в САПР ADS | 4 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 33848

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Устройства управления амплитудой и фазой сигнала | Моделирование схемы переключателя в САПР ADS | 4 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-3, ПСК-4 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 1 Усилители | Расчет схемы дифференциального усилительного каскада на основе технологии BiCMOS | 2 | ОПК-1, ПСК-2, ПСК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Генераторы | Расчет схемы СВЧ генератора на основе технологии BiCMOS. | 2 | ПСК-2, ПСК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Преобразователи частоты | Расчет схемы смесителя на основе ячеек Гильберта. | 2 | ПСК-2, ПСК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Устройства управления амплитудой и фазой сигнала | Расчет схемы переключателя на основе технологии BiCMOS | 2 | ПСК-2, ПСК-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 8 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 1 Усилители | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-1, ПСК-2, ПСК-4, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-3 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |

Согласована на портале № 33848

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Генераторы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПСК-2, ПСК-4, ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-3 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 3 Преобразователи частоты | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПСК-2, ПСК-4, ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-3 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 4 Устройства управления амплитудой и фазой сигнала | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПСК-2, ПСК-4, ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-3 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 5 Системы в корпусе и системы на кристалле | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 12 | ОПК-1, ОПК-6, ПК-7, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-4 | Конспект самоподготовки, Реферат, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 10 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 24 | | |
| Итого за семестр | | 72 | | |
| Подготовка и сдача экзамена | | 36 | Экзамен | |
| Итого | | 108 | | |

Согласована на портале № 33848

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | 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 |
|---|---|---|---|---|
| Конспект самоподготовки | 1 | 2 | 2 | 5 |
| Отчет по лабораторной работе | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Расчетная работа | 5 | 10 | 10 | 25 |
| Реферат | | | 10 | 10 |
| Итого максимум за период | 16 | 22 | 32 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 16 | 38 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | 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 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

Согласована на портале № 33848

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Петров, М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем. / М.Н. Петров, Г.В. Гудков. — СПб. : Лань, 2011. — 464 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/661 (дата обращения: 23.06.2018).
2. Немудров, В. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие : монография / В. Немудров, Г. Мартин. - М.: Техносфера, 2004. – 212 с. . ISBN 5-94836-029-6 (наличие в библиотеке ТУСУР - 9 экз.)
3. Чикалов, А.Н. Схемотехника телекоммуникационных устройств: учебное пособие / А.Н. Чикалов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 322 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94634 (дата обращения: 23.06.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

4. Воскресенский Д. И. и др. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов / под ред. Д. И. Воскресенского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радиотехника. 2006. – 375 с. ISBN 5-88070-086-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
5. Каплун, В. А. и др. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем : Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., стереотип. – М.: Высшая школа. 2005. – 293 с. ISBN 5-06-004043-7 (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)
6. Шарапов, А.В. Аналоговая схемотехника: учебное пособие / А.В. Шарапов. — Томск: ТУСУР, 2006. — 193 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5487 (дата обращения: 23.06.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

7. Черкашин, М.В. Схемотехника СВЧ интегральных схем и систем на кристалле / учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных, практических и самостоятельной работы. – Томск: ТУСУР. 2017. – 11 с (практическая работа - стр.,3-5; лабораторные работы – стр.6-7, самостоятельная работа – стр.8) [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://new.kcup.tusur.ru/library/shemotehnika-svch-i-snk (дата обращения: 23.06.2018).

#### 12.3.2. 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.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная база данных учебно-методических разработок каф. КСУП: http://new.kcup.tusur.ru/library
2. Доступ к электронным ресурсам на научно-образовательном портале университета: http://edu.tusur.ru/
3. Доступ к электронному каталогу библиотеки университета: http://lib.tusur.ru
4. Электронная библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com

Согласована на портале № 33848

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория – аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 326 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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

Лаборатория информационных технологий – учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 323 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- ПТК На базе IBM PC/AT (4 шт.);
- ПЭВМ DURON SWS 40;
- ПЭВМ IBM PC-XT;
- ПЭВМ IBM/PC-386;
- ПЭВМ VIVO D 133 (2 шт.);
- Компьютер PWS2;
- ПЭВМ "AMSTRAD";
- Доска маркерная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Far Manager
- Foxit Reader
- Keysight (ADS)
- Keysight System Vue
- MatLab&SimulinkR2006b
- Mathcad 13,14
- Microsoft EXCEL Viewer
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Visual Studio 2005 Professional
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional
- Microsoft Word Viewer
- Windows Embedded 8.1 Industry Enterprise

Согласована на портале № 33848

### 13.1.4. 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, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

### 13.2. 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 зрениями** 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.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

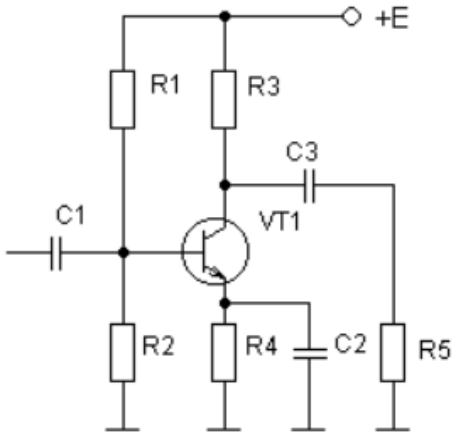
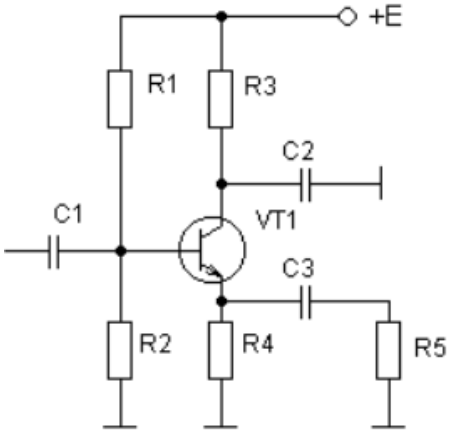
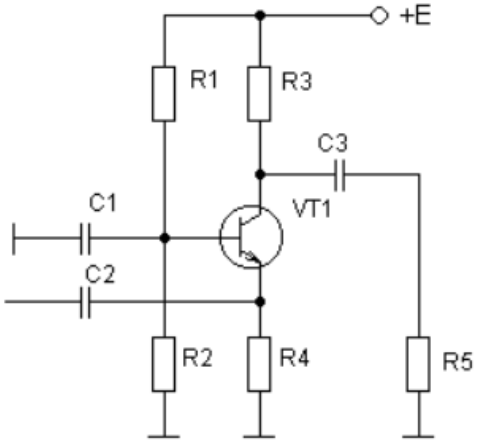
### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

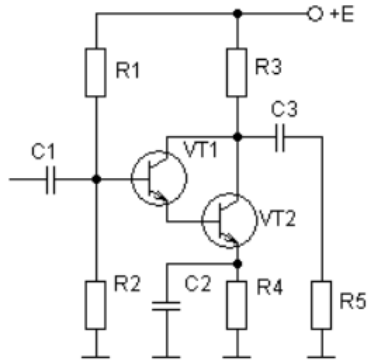
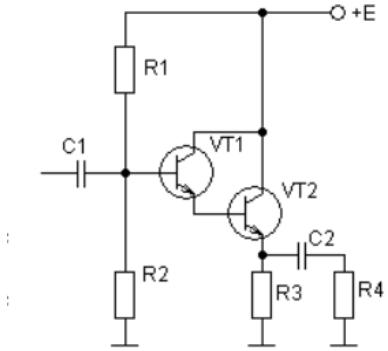
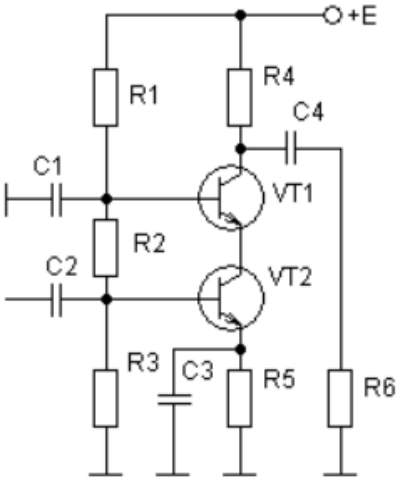
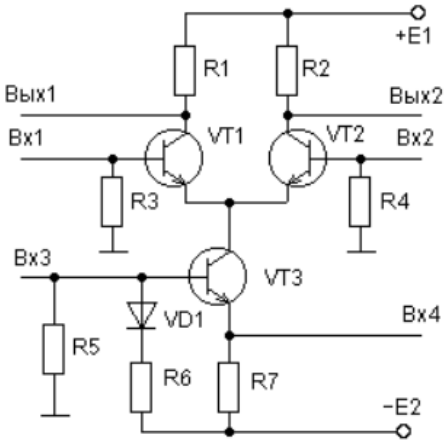
#### 14.1.1. Тестовые задания

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Приемный тракт радиоэлектронной системы СВЧ диапазона, построенный на основе супергетеродинной схеме, включает в себя<br>(выберите нужные компоненты) | 1. Малошумящий усилитель<br>2. Переключатель<br>3. Гетеродин<br>4. Усилитель промежуточной частоты<br>5. Микроконтроллер<br>6. АЦП<br>7. ЦАП<br>8. ФНЧ<br>9. Полосовой фильтр<br>10. Смеситель<br>11. Антенну<br>12. Фазовращатель |

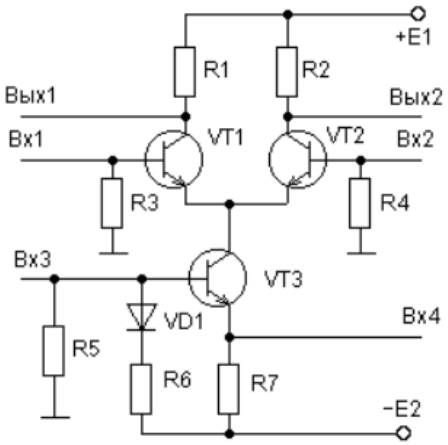
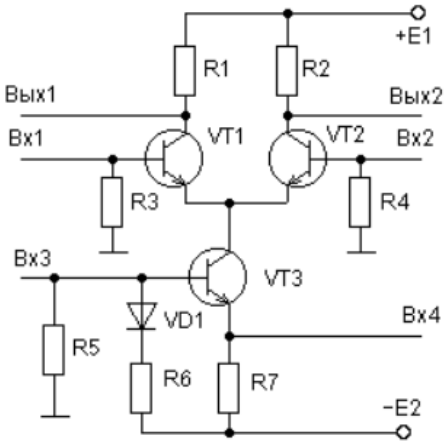
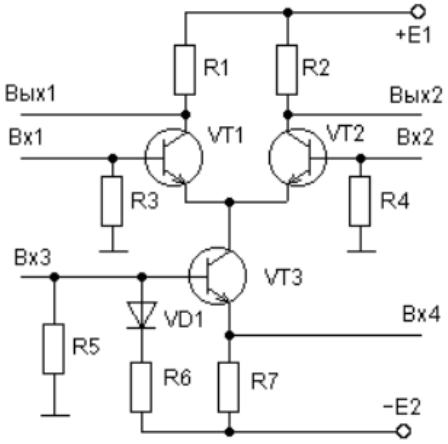
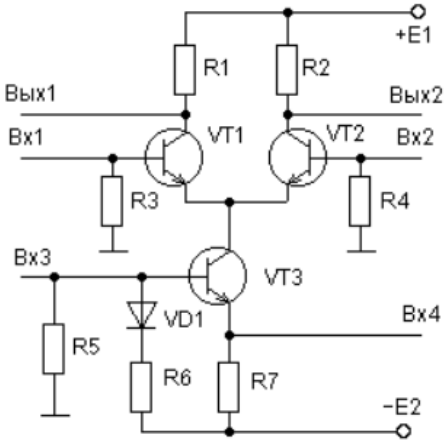
Согласована на портале № 33848

| | | |
|---|---|---|
| 2 | Коэффициент усиления по мощности в дБ определяется по формуле | 1. $U_{вых} / U_{вх}$<br>2. $20 \cdot \lg(U_{вых} / U_{вх})$<br>3. $10 \cdot \lg(U_{вых} / U_{вх})$<br>4. $\ln(U_{вых} / U_{вх})$<br>5. $0.5 \cdot \ln(U_{вых} / U_{вх})$ |
| 3 |  | Это схема усилителя:<br><br>1. С общим коллектором<br>2. С общим эмиттером<br>3. Каскодная<br>4. С общей базой<br>5. Дарлингтона во включении с общим коллектором<br>6. Дарлингтона во включении с общим эмиттером |
| 4 |  | Это схема усилителя:<br><br>1. С общим коллектором<br>2. С общим эмиттером<br>3. Каскодная<br>4. С общей базой<br>5. Дарлингтона во включении с общим коллектором<br>6. Дарлингтона во включении с общим эмиттером |
| 5 |  | Это схема усилителя:<br><br>1. С общим коллектором<br>2. С общим эмиттером<br>3. Каскодная<br>4. С общей базой<br>5. Дарлингтона во включении с общим коллектором<br>6. Дарлингтона во включении с общим эмиттером |

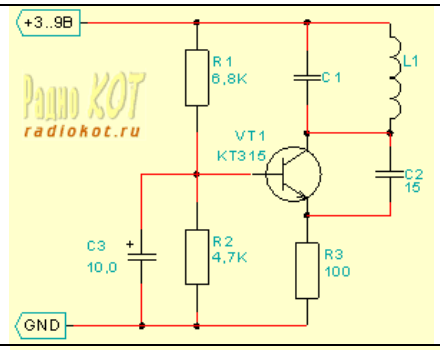
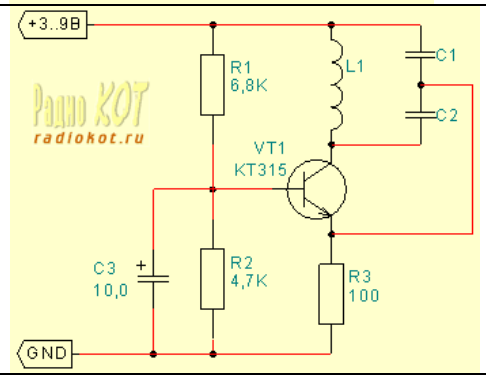
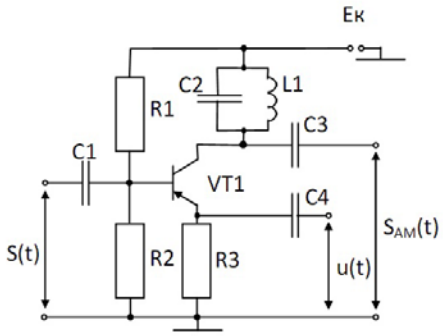
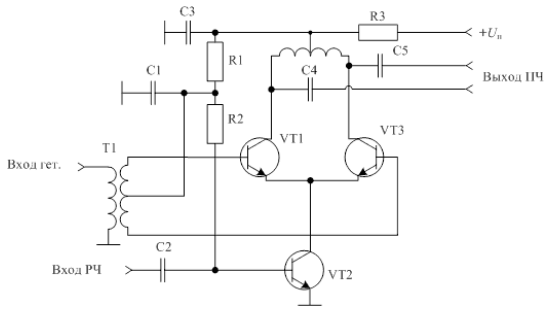
Согласована на портале № 33848

| | | |
|---|---|---|
| 6 |  | Это схема усилителя:<br><br>1. С общим коллектором<br>2. С общим эмиттером<br>3. Каскодная<br>4. С общей базой<br>5. Дарлингтона во включении с общим коллектором<br>6. Дарлингтона во включении с общим эмиттером |
| 7 |  | Это схема усилителя:<br><br>1. С общим коллектором<br>2. С общим эмиттером<br>3. Каскодная<br>4. С общей базой<br>5. Дарлингтона во включении с общим коллектором<br>6. Дарлингтона во включении с общим эмиттером |
| 8 |  | Это схема усилителя:<br><br>1. С общим коллектором<br>2. С общим эмиттером<br>3. Каскодная<br>4. С общей базой<br>5. Дарлингтона во включении с общим коллектором<br>6. Дарлингтона во включении с общим эмиттером |
| 9 |  | В схеме дифференциального каскада сопротивление R1 служит для:<br>1. Подачи напряжения смещения на транзистор<br>2. Создания обратной связи, стабилизирующей режим<br>3. Уменьшения нелинейных искажений<br>4. Температурной компенсации выходного тока<br>5. Формирования выходного сигнала |

Согласована на портале № 33848

| | | |
|---|---|---|
| 10 |  | В схеме дифференциального каскада сопротивление R3 служит для:<br>1. Подачи напряжения смещения на транзистор<br>2. Создания обратной связи, стабилизирующей режим<br>3. Уменьшения нелинейных искажений<br>4. Температурной компенсации выходного тока<br>5. Формирования выходного сигнала |
| 11 |  | В схеме дифференциального каскада сопротивление R5 служит для:<br>1. Подачи напряжения смещения на транзистор<br>2. Создания обратной связи, стабилизирующей режим<br>3. Уменьшения нелинейных искажений<br>4. Температурной компенсации выходного тока<br>5. Формирования выходного сигнала |
| 12 |  | В схеме дифференциального каскада сопротивление R7 служит для:<br>1. Подачи напряжения смещения на транзистор<br>2. Создания обратной связи, стабилизирующей режим<br>3. Уменьшения нелинейных искажений<br>4. Температурной компенсации выходного тока<br>5. Формирования выходного сигнала |
| 13 |  | В схеме дифференциального каскада диод VD1 служит для:<br>1. Подачи напряжения смещения на транзистор<br>2. Создания обратной связи, стабилизирующей режим<br>3. Уменьшения нелинейных искажений<br>4. Температурной компенсации выходного тока<br>5. Формирования выходного сигнала |

Согласована на портале № 33848

| | | |
|---|---|---|
| 14 | Диод в схеме переключателя это: | 1. Нелинейное пассивное устройство;<br>2. Нелинейное активное устройство;<br>3. Линейное активное устройство;<br>4. Линейное пассивное устройство |
| 15 | Диод в схеме смесителя это: | 1. Нелинейное пассивное устройство;<br>2. Нелинейное активное устройство;<br>3. Линейное активное устройство;<br>4. Линейное пассивное устройство |
| 16 |  | Это схема:<br>1 Резонансного усилителя<br>2 Автогенератора, построенного по схеме емкостной трехточки<br>3 Автогенератора, построенного по схеме индуктивной трехточки<br>4 Смесителя<br>5 АМ модулятор<br>6 ЧМ модулятора |
| 17 |  | Это схема:<br>1 Резонансного усилителя<br>2 Автогенератора, построенного по схеме емкостной трехточки<br>3 Автогенератора, построенного по схеме индуктивной трехточки<br>4 Смесителя<br>5 АМ модулятор<br>6 ЧМ модулятора |
| 18 |  | Это схема:<br>1 Резонансного усилителя<br>2 Автогенератора, построенного по схеме емкостной трехточки<br>3 Автогенератора, построенного по схеме индуктивной трехточки<br>4 Смесителя<br>5 АМ модулятор<br>6 ЧМ модулятора |
| 19 |  | Это схема:<br>1 Резонансного усилителя<br>2 Автогенератора, построенного по схеме емкостной трехточки<br>3 Автогенератора, построенного по схеме индуктивной трехточки<br>4 Смесителя<br>5 АМ модулятор<br>6 ЧМ модулятора |
| 20 | Балансный смеситель служит для : | 1. переноса спектра с ВЧ на ПЧ<br>2. переноса спектра с ПЧ на ВЧ<br>3. Перемножения сигналов ВЧ и гетеродина<br>4. Формирования АМ сигнала<br>5. Формирования ЧМ сигнала<br>6 .Формирования сигнала с балансной модуляцией<br>7. Выделения сигнала ПЧ<br>8. Управления фазой сигнала |

Согласована на портале № 33848

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Основные принципы построения СнК.
2. Типовые схемные решения построения СнК.
3. Базовые узлы в составе СнК.
4. Малошумящие усилители. Типовые схемы. Примеры топологий
5. Усилители мощности. Типовые схемы. Примеры топологий
6. Усилители промежуточной частоты. Типовые схемы. Примеры топологий
7. Высокоэффективные усилители . Типовые схемы. Примеры топологий
8. Автогенераторы. Типовые схемы. Примеры топологий
9. Смесители на диодах. Типовые схемы и примеры топологий
10. Смесители на транзисторах. Типовые схемы и примеры топологий
11. Переключатели. Типовые схемы и примеры топологий
12. Устройства управления амплитудой. Типовые схемы и примеры топологий
13. Устройства управления фазой. Типовые схемы и примеры топологий

### 14.1.3. Вопросы на самоподготовку

1. Основные принципы построения СнК.
2. Типовые схемные решения построения СнК.
3. Базовые узлы в составе СнК.
4. Усилители. Типовые схемы. Примеры топологий
5. Автогенераторы. Типовые схемы. Примеры топологий
6. Смесители Типовые схемы и примеры топологий
7. Устройства управления амплитудой. Типовые схемы и примеры топологий
8. Устройства управления фазой. Типовые схемы и примеры топологий

### 14.1.4. Темы рефератов

1. Основные принципы и схемотехнические решения построения СнК.
2. Примеры топологий СнК различного назначения.
3. Усилители в составе СнК. Типовые схемы. Примеры топологий
4. Автогенераторы в составе СнК. Типовые схемы. Примеры топологий
5. Смесители и умножители частоты в СнК. Типовые схемы и примеры топологий
6. Устройства управления амплитудой в СнК. Типовые схемы и примеры топологий
7. Устройства управления фазой в СнК. Типовые схемы и примеры топологий
8. Цифровые части СнК. Драйверы управления.

### 14.1.5. Темы расчетных работ

1. Расчет дифференциального усилительного каскада
2. Расчет схемы автогенератора
3. Расчет схемы активного смесителя
4. Расчет схемы переключателя

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

1. Моделирование дифференциального усилителя в САПР ADS.
2. Моделирование СВЧ генератора в САПР ADS.
3. Моделирование схемы смесителя в САПР ADS
4. Моделирование схемы переключателя в САПР ADS

## 14.2. 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 14.

Согласована на портале № 33848

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. 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.

Согласована на портале № 33848