**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Электроника 2. Электронные приборы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 36 | 36 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 18 | 18 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 18 | 18 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 54 | 54 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е |

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19235

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 2 2017 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11 августа 2016 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| профессор каф. ЭП | _____ | Л. Н. Орликов |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭП | _____ | С. М. Шандаров |

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

| | | |
|---|---|---|
| Декан РТФ | _____ | К. Ю. Попова |
| Заведующий выпускающей каф. РТС | _____ | С. В. Мелихов |

Эксперт:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. ЭП | _____ | А. И. Аксенов |

Согласована на портале № 19235

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является изучение студентами принципов и особенностей работы основных полупроводниковых и электровакуумных приборов, интегральных элементов, технологии их изготовления и основ микросхемотехники аналоговых и цифровых схем

### 1.2. Задачи дисциплины

– Привить студентам навыки анализа принципов работы электронных и полупроводниковых приборов, интегральных схем и их компонентов в различных условиях эксплуатации исходя из технологии их изготовления

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электроника 2. Электронные приборы» (Б1.Б.10.2) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Информационные технологии 5. Специальные вопросы, Электродинамика, Электроника 1. Физические основы электроники.

Последующими дисциплинами являются: Схемотехника аналоговых электронных устройств, Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

– ПК-3 способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** классификацию электронных приборов; принципы действия, эквивалентные схемы и технические характеристики полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов; принципы действия и характеристики основных видов электровакуумных приборов; разновидности и технические характеристики интегральных схем

– **уметь** пользоваться справочной литературой для получения технических параметров и рабочих характеристик полупроводниковых и электровакуумных приборов, интегральных схем; рассчитывать параметры эквивалентных схем транзисторов по имеющимся справочным данным; экспериментально определять статические характеристики и высокочастотные параметры транзисторов

– **владеть** навыками составления и преобразования эквивалентных схем электронных приборов; навыками работы с типовыми средствами измерений при экспериментальном определении основных параметров и характеристик электронных приборов

## 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 |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |
| Лекции | 36 | 36 |
| Лабораторные работы | 18 | 18 |
| Из них в интерактивной форме | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа (всего) | 54 | 54 |

Согласована на портале № 19235

| | | |
|---|---|---|
| Выполнение индивидуальных заданий | 26 | 26 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 18 | 18 |
| Проработка лекционного материала | 10 | 10 |
| 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 | Лекции | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | | |
| 1 Введение. Классификация электронных приборов. | 2 | 0 | 1 | 3 | ОПК-6, ПК-3 |
| 2 Полупроводниковые диоды. | 8 | 4 | 6 | 18 | ОПК-6, ПК-3 |
| 3 Биполярные и полевые транзисторы. | 10 | 10 | 39 | 59 | ОПК-6, ПК-3 |
| 4 Основные электровакуумные приборы. | 8 | 2 | 4 | 14 | ОПК-6, ПК-3 |
| 5 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники | 8 | 2 | 4 | 14 | ОПК-6, ПК-3 |
| Итого за семестр | 36 | 18 | 54 | 108 | |
| Итого | 36 | 18 | 54 | 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 |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Введение. Классификация электронных приборов. | Введение современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологийпроектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и | 2 | ОПК-6, ПК-3 |

Согласована на портале № 19235

| | | | |
|---|---|---|---|
| | пакетов прикладных программ Классификация электронных приборов | | |
| | Итого | 2 | |
| 2 Полупроводниковые диоды. | Классификация, назначение, характеристики и параметры. Электрические модели некоторых диодов. Стабилитроны. Импульсные диоды. СВЧ- диоды. Диоды с барьером Шоттки (ДБШ). Варикапы. P-i-n – диоды. Влияние конструктивно-технологических особенностей структуры на параметры диодов | 8 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Биполярные и полевые транзисторы. | Схемы включения биполярных транзисторов (БТ): с общей базой (ОБ), общим эмиттером (ОЭ) и общим коллектором (ОК). Режимы работы БТ. Использование статических вольт-амперных характеристик для расчета рабочих точек. Система дифференциальных параметров БТ. Связь токов электродов и дифференциальных h-параметров в различных схемах включения. Частотные свойства БТ, характеристические частоты, эквивалентные схемы в режиме малого сигнала. Дрейфовый транзистор, роль встроенного внутреннего поля. Импульсные свойства БТ в схемах ОБ и ОЭ в ключевом режиме работы, его параметры и преимущества. Виды и источники шумов, способы их оценки в БТ.Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением. Физический смысл отрицательного дифференциального сопротивления в приборах с ВАХ N- и S-типа. Принципы действия, ВАХ, основные параметры, и применение одноперехoдного транзистора, туннельного диода.Полевые транзисторы (ПТ) и их классификация. Статические характеристики и параметры ПТ с управляющим переходом. ПТ с изолированным затвором со встроенным и индуцированным каналом. Особенности ПТ на арсениде галлия с затвором на основе барьера Шотки и ПТ на основе гетеропереходов. Частотные свойства ПТ, электрические модели и их параметры. Влияние параметров структуры и режимов работы на параметры ПТ. Виды и источники шумов в ПТ. Сравнение параметров ПТ | 10 | ОПК-6, ПК-3 |

Согласована на портале № 19235

| | | | |
|---|---|---|---|
| | и БТ. | | |
| | Итого | 10 | |
| 4 Основные электровакуумные приборы. | Основы эмиссионной электроники. Виды эмиссии: термо-электронная, вторичная электронная, электростатическая, фотоэлектронная. Движение электронов в электрическом и магнитном полях. Принцип электростатического управления плотностью электронного потока в электронных лампах. СВЧ- приборы и принцип их работы. Управление током электронного луча и положением луча в электронно-лучевых приборах. Газовый и дуговой разряд. Физические процессы в газоразрядных приборах. Тиратроны. Газоразрядные коммутаторы.Тригатроны, игнитроны. Магнетроны. Лампы бегущей волны. Клистроны. Особенности применения электровакуумных приборов. | 8 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| 5 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники | Основные термины и определения. Критерии оценки сложности микросхемы. Классификация микросхем по функциональному назначению – цифровые и аналоговые. Конструктивно-технологические типы интегральных микросхем – полупроводниковые и гибридные. Основные тенденции развития полупроводниковых микросхем.Технология гибридных микросхем. Формирование пассивных элементов тонкоплёночных гибридных микросхем. Особенности структур биполярных транзисторов интегральных микросхем. Методы изоляции отдельных элементов интегральных схем. Многоэмиттерные транзисторы. Транзисторы с диодом Шоттки. Диодное включение транзисторов. Модель интегрального биполярного транзистора.МДП-транзисторы с каналами n-типа и самосовмещёнными затворами. Комплементарные структуры. Полевые транзисторы с управляющим переходом. Простейшая структура МЕП-транзистора. Полупроводниковые резисторы. Недостатки полупроводниковых резисторов и ограничения на величину сопротивления. Плёночные резисторы. Конденсаторы и индуктивные | 8 | ОПК-6, ПК-3 |

Согласована на портале № 19235

| | | | |
|---|---|---|---|
| | элементы.Логические элементы. Понятия о логических функциях И, НЕ, ИЛИ. Основные статические и динамические параметры и характеристики логических элементов. | | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 36 | |

**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 Информационные технологии 5. Специальные вопросы | + | + | + | + | + |
| 2 Электродинамика | | | + | + | |
| 3 Электроника 1. Физические основы электроники | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Схемотехника аналоговых электронных устройств | + | + | + | + | + |
| 2 Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных средств | + | + | + | + | + |

**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

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

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | |
| ОПК-6 | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |

Согласована на портале № 19235

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ПК-3 | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Интерактивные лабораторные занятия | Всего |
|---|---|---|
| 5 семестр | | |
| Работа в команде | 12 | 12 |
| Поисковый метод | 4 | 4 |
| Исследовательский метод | 2 | 2 |
| Итого за семестр: | 18 | 18 |
| Итого | 18 | 18 |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 2 Полупроводниковые диоды. | Исследование статических вольтамперных характеристик диодов | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Биполярные и полевые транзисторы. | Исследование параметров и характеристик биполярных транзисторов. | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Исследование параметров и характеристик полевых транзисторов | 4 | |
| | Исследование электронного ключа на БТ | 2 | |
| | Итого | 10 | |
| 4 Основные электровакуумные приборы. | Исследование электронно-лучевой трубки с электростатическим отклонением луча | 2 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники | Исследование и измерение параметров базового элемента ТТЛ | 2 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

Согласована на портале № 19235

## 8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| 1 Введение. Классификация электронных приборов. | Проработка лекционного материала | 1 | ОПК-6, ПК-3 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Полупроводниковые диоды. | Проработка лекционного материала | 2 | ОПК-6, ПК-3 | Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 3 Биполярные и полевые транзисторы. | Проработка лекционного материала | 3 | ОПК-6, ПК-3 | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 26 | | |
| | Итого | 39 | | |
| 4 Основные электровакуумные приборы. | Проработка лекционного материала | 2 | ОПК-6, ПК-3 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 5 Классификация интегральных схем и основы функциональной электроники | Проработка лекционного материала | 2 | ОПК-6, ПК-3 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 90 | | |

### 9.1. Темы индивидуальных заданий

1. Разработать схему регулируемого низковольтного (высоковольтного) источника питания.
2. Разработать генератор прямоугольных импульсов заданной длительности и амплитуды.

Согласована на портале № 19235

3. Разработать генератор синусоидальных колебаний.
4. Разработать регулятор напряжения

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| Конспект самоподготовки | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 10 | 15 | 15 | 40 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Итого максимум за период | 20 | 25 | 25 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 20 | 45 | 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 | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

Согласована на портале № 19235

| | | |
|---|---|---|
| зачтено) | | |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Электроника : Учебное пособие для вузов / В. М. Ицкович ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : Издательство Томского университета, 2006. - 358[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 356. - ISBN 5-94621-191-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 113 экз.)
2. Электроника и микропроцессорная техника : Учебник для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. - 4-е изд., доп. - М. : Высшая школа, 2006. - 797[3] с. : ил., табл. - (Для высших учебных заведений. Электронная техника). - Библиогр.: с. 786-787. - ISBN 5-06-005680-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 78 экз.)
3. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 488 с. : ил. - (Технический университет). - Библиогр.: с. 419. -Предм. указ.: с. 488. - ISBN 5-93208-045-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 224 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Электроника [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Ф. Коновалов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : В-Спектр, 2011. - 276 с. : ил. - Библиогр.: с. 275. - ISBN 978-5-91191-234-1 (наличие в библиотеке ТУСУР - 72 экз.)
2. Основы микроэлектроники : / Н. А Аваев, Ю. Е. Наумов, В. Т. Фролкин. - М. : Радио и связь, 1991. - 288 с. : ил. - Библиогр.: с. 283-284. - Предм. указ.: с. 285-286. - ISBN 5-256-00692-4 : 02.00 (наличие в библиотеке ТУСУР - 87 экз.)
3. Основы теории транзисторов и транзисторных схем : / И. П. Степаненко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергия, 1977. - 671 с. : ил. - Библиогр.: с. 653-659. (наличие в библиотеке ТУСУР - 81 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электроника 2. Электронные приборы: Методические указания по самостоятельной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н. - 2014. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4157, дата обращения: 02.05.2017.
2. Исследование полупроводниковых диодов: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4158, дата обращения: 02.05.2017.
3. Исследование рабочих точек биполярного транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4155, дата обращения: 02.05.2017.
4. Исследование статических характеристик полевого транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4160, дата обращения: 02.05.2017.
5. Электронно-лучевая трубка с электростатическим управлением: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 "Электроника и наноэлектроника", профиль: "Квантовая и оптическая электроника"; Электронные приборы и устройства / Злобина А. Ф., Аксенов А. И. - 2014. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4053, дата обращения: 02.05.2017.

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 19235

из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебные аудитории 313 и 237 ФЭТ, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 5 этаж, ауд. 515, а также ауд 313 ФЭТ. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

#### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126 и ауд 515 , 5 этаж. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8Г-Гц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются

Согласована на портале № 19235

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

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | 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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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.

Согласована на портале № 19235

**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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 19235

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

# Электроника 2. Электронные приборы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2011 года

Разработчик:
- профессор каф. ЭП Л. Н. Орликов

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 19235

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ПК-3 | способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ | Должен знать классификацию электронных приборов; принципы действия, эквивалентные схемы и технические характеристики полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов; принципы действия и характеристики основных видов электровакуумных приборов; разновидности и технические характеристики интегральных схем ;<br>Должен уметь пользоваться справочной литературой для получения технических параметров и рабочих характеристик полупроводниковых и электровакуумных приборов, интегральных схем; рассчитывать параметры эквивалентных схем транзисторов по имеющимся справочным данным; экспериментально определять статические характеристики и высокочастотные параметры транзисторов ;<br>Должен владеть навыками составления и преобразования эквивалентных схем электронных приборов; навыками работы с типовыми средствами измерений при экспериментальном определении основных параметров и характеристик электронных приборов ; |
| ОПК-6 | готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности | |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к |

Согласована на портале № 19235

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | области исследования | обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-3

ПК-3: способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основы проектирования применением современных САПР и пакетов прикладных программ для схемотехнического анализа и численного вычисления. | проектировать радиоприемные устройства с применением САПР и пакетов прикладных программ для схемотехнического анализа и численного вычисления. | навыками работы и проводить оценку с обоснованием работы структурных, функциональных и принципиальных радио схем и их узлов, а также владеть знаниями проектирования с применением современных САПР и пакетов прикладных программ. |
| Виды занятий | • Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен; | • Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • способен спроектировать различные радиоприемные устройства с применением САПР и других пакетов прикладных программ | • умеет творчески проектировать различные радиоприемные устройства с применением САПР и других пакетов прикладных | • владеет навыками творческого проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов |

Согласована на портале № 19235

| | | | |
|---|---|---|---|
| | для схемотехнического анализа и численного вычисления. ; | программ для схемотехнического анализа и численного вычисления. ; | прикладных программ ; |
| Хорошо (базовый уровень) | • способен спроектировать подобные радиоприемные устройства с применением САПР. ; | • самостоятельно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; | • частично владеет навыками проектирования простых конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • даёт определения основным принципам проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; | • показывает основные навыки разработки и проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; | • демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; |

### 2.2 Компетенция ОПК-6

ОПК-6: готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий | ориентироваться в вопросах методологии и проблем построения современных радиоэлектронных систем | методами поиска информации в области радиоэлектронных систем |
| Виды занятий | • Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен; | • Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в та-

Согласована на портале № 19235

блице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий ; | • ориентироваться в вопросах методологии и проблем построения современных радиоэлектронных систем ; | • свободно владеет навыками монтажа радиоэлектронных компонентов, технологией сборки простейших схем; |
| Хорошо (базовый уровень) | • знает основные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий ; | • частично ориентироваться в вопросах методологии и проблем построения современных радиоэлектронных систем ; | • владеет навыками монтажа радиоэлектронных компонентов, технологией сборки простейших схем ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • имеет представление о тенденциях развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий ; | • иметь представление в вопросах методологии и проблем построения современных радиоэлектронных систем ; | • имеет представление о монтаже радиоэлектронных компонентов и технологии сборки простейших схем ; |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### 3.1 Вопросы на самоподготовку

- Классификация электронных приборов
- Классификация, назначение, характеристики и параметры полупроводниковых диодов.
- Виды и источники шумов в ПТ. Сравнение параметров ПТ и БТ.
- Основы эмиссионной электроники.
- Основные термины и определения. Критерии оценки сложности микросхемы
- Основные тенденции развития полупроводниковых микросхем

### 3.2 Темы индивидуальных заданий

- Разработать схему регулируемого низковольтного (высоковольтного) источника питания.
- Разработать генератор прямоугольных импульсов заданной длительности и амплитуды.
- Разработать генератор синусоидальных колебаний.
- Разработать регулятор напряжения

### 3.3 Экзаменационные вопросы

- Электрические модели некоторых диодов
- Схемы включения БТ с общей базой (ОБ), общим эмиттером (ОЭ) и общим коллектором (ОК).
- Виды и источники шумов, способы их оценки в БТ.
- Базовый логический элемент ТТЛ с повышенной нагрузочной способностью
- Электровакуумные фотоэлементы и фотоумножители.
- Полевые транзисторы,
- Особенности ПТ на арсениде галлия с затвором на основе барьера Шоттки и ПТ на основе гетеропереходов.
- Методы и схемные решения позволяющие уменьшить время переходного процесса в на-

Согласована на портале № 19235

сыщенном ключе на биполярном транзисторе

– Особенности структур биполярных транзисторов интегральных микросхем
– Комплементарные структуры.
– Полевые транзисторы с управляющим переходом.
– Полупроводниковые резисторы. Недостатки полупроводниковых резисторов и ограничения на величину сопротивления. Плёночные резисторы. Конденсаторы и индуктивные элементы.

### 3.4 Темы лабораторных работ

– Исследование статических вольтамперных характеристик диодов
– Исследование параметров и характеристик биполярных транзисторов.
– Исследование параметров и характеристик полевых транзисторов
– Исследование электронного ключа на БТ
– Исследование электронно-лучевой трубки с электростатическим отклонением луча
– Исследование и измерение параметров базового элемента ТТЛ

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Электроника : Учебное пособие для вузов / В. М. Ицкович ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : Издательство Томского университета, 2006. - 358[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 356. - ISBN 5-94621-191-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 113 экз.)

2. Электроника и микропроцессорная техника : Учебник для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. - 4-е изд., доп. - М. : Высшая школа, 2006. - 797[3] с. : ил., табл. - (Для высших учебных заведений. Электронная техника). - Библиогр.: с. 786-787. - ISBN 5-06-005680-5 (наличие в библиотеке ТУСУР - 78 экз.)

3. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 488 с. : ил. - (Технический университет). - Библиогр.: с. 419. -Предм. указ.: с. 488. - ISBN 5-93208-045-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 224 экз.)

### 4.2. Дополнительная литература

1. Электроника [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Ф. Коновалов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : В-Спектр, 2011. - 276 с. : ил. - Библиогр.: с. 275. - ISBN 978-5-91191-234-1 (наличие в библиотеке ТУСУР - 72 экз.)

2. Основы микроэлектроники : / Н. А Аваев, Ю. Е. Наумов, В. Т. Фролкин. - М. : Радио и связь, 1991. - 288 с. : ил. - Библиогр.: с. 283-284. - Предм. указ.: с. 285-286. - ISBN 5-256-00692-4 : 02.00 (наличие в библиотеке ТУСУР - 87 экз.)

3. Основы теории транзисторов и транзисторных схем : / И. П. Степаненко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергия, 1977. - 671 с. : ил. - Библиогр.: с. 653-659. (наличие в библиотеке ТУСУР - 81 экз.)

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электроника 2. Электронные приборы: Методические указания по самостоятельной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н. - 2014. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4157, свободный.

2. Исследование полупроводниковых диодов: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 19235

https://edu.tusur.ru/publications/4158, свободный.

3. Исследование рабочих точек биполярного транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4155, свободный.

4. Исследование статических характеристик полевого транзистора: Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4160, свободный.

5. Электронно-лучевая трубка с электростатическим управлением: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 "Электроника и наноэлектроника", профиль: "Квантовая и оптическая электроника"; Электронные приборы и устройства / Злобина А. Ф., Аксенов А. И. - 2014. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4053, свободный.

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета

Согласована на портале № 19235