

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электроника и электронные приборы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы**

Направленность (профиль): **Радиозлектронные системы передачи информации**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции | 36 | 36 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 70 | 70 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 38 | 38 | 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: 4 семестр

Томск 2017

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

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовка специалистов в области радиотехники, способных к решению задач в области электроники и электронных приборов.

Изучение дисциплины обеспечивает базовую подготовку для освоения последующих схемотехнических курсов

1.2. Задачи дисциплины

- изучение физических эффектов и процессов, положенных в основу принципа действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов, используемых в устройствах современных радиоэлектронных систем;
- изучение электрических и шумовых параметров и их взаимосвязи в различного вида электрических контактах, применяемых полупроводниковой электронике

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электроника и электронные приборы» (Б1.Б.17) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Радиотехнические цепи и сигналы, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Радиоматериалы и радиокомпоненты, Электродинамика.

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** физические явления и эффекты, определяющие принцип действия основных полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов; особенности физических процессов, происходящих на границе раздела различных сред; физический смысл основных параметров и характеристик электрических контактов различного вида в полупроводниковой электронике; влияние температуры на физические процессы в структурах и их характеристики;
- **уметь** находить в справочной литературе значения электрофизических параметров полупроводниковых материалов (кремния, германия, арсенида галлия) для оценки их влияния на параметры структур, объяснять принцип действия и связь физических параметров со статическими характеристиками и параметрами изучаемых структур; экспериментально определять статические характеристики и параметры различных структур;
- **владеть** навыками составления эквивалентных схем основных структур; навыками работы с типовыми средствами измерений при экспериментальном определении основных параметров и статических характеристик изучаемых структур

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 |
|----------------------------|-------------|-----------|
| | | 4 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 70 | 70 |
| Лекции | 36 | 36 |

| | | |
|---|-----|-----|
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 38 | 38 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | 16 |
| Проработка лекционного материала | 11 | 11 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 11 | 11 |
| 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 | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | | | | |
| 1 Основы физики полупроводников. | 12 | 2 | 4 | 8 | 26 | ОПК-6, ПК-3 |
| 2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (р-п переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход). | 8 | 6 | 4 | 10 | 28 | ОПК-6, ПК-3 |
| 3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник. | 8 | 6 | 4 | 10 | 28 | ОПК-6, ПК-3 |
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках. | 4 | 2 | 0 | 3 | 9 | ОПК-6, ПК-3 |
| 5 Физические основы электровакуумных приборов | 4 | 2 | 4 | 7 | 17 | ОПК-6, ПК-3 |
| Итого за семестр | 36 | 18 | 16 | 38 | 108 | |
| Итого | 36 | 18 | 16 | 38 | 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 |
|----------------------------------|---|-----------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | |
| 1 Основы физики полупроводников. | Зонная модель твердых тел. Классификация твердых тел (металлы, полупроводники, диэлектрики). Кристаллическая решетка полупроводников. Собственный полупроводник. Энергетическая (зонная) диаграмма собственного полупроводника. Электроны и дырки. Примесные полупроводники. Доноры и акцепторы. Проводимости n- и p-типа. Зонные диаграммы, уровни доноров и акцепторов. Компенсированные полу-проводники | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Концентрации носителей заряда в полупроводниках. Генерация и рекомбинация носителей. Равенство скоростей генерации и рекомбинации – условие термодинамического равновесия. Связь равновесных концентраций электронов и дырок в состоянии термодинамического равновесия. Условие электрической нейтральности. Плотность электрических уровней в зонах. Функция распределения Ферми–Дирака. Уровень Ферми. Положение уровня Ферми на зонных диаграммах собственного полупроводника и полупроводников с проводимостью n- и p-типа. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации примесей и температуры. Распределение носителей в зонах по энергетическим уровням. Вырожденные полупроводники. Неравновесные носители заряда. Причины дополнительной генерации свободных носителей (избыточной концентрации). Рекомбинация носителей. Время жизни неравновесных носителей. Механизмы рекомбинации, межзонная и ступенчатая рекомбинация через центры рекомбинации (ловушки). Поверхностная рекомбинация. Эффективное время жизни носителей заряда. | 4 | |
| | Движение носителей в электрическом | 4 | |

| | | | |
|---|---|----|----------------|
| | <p>поле. Дрейфовая скорость, подвижность, плотность, дрейфового тока. Эффективная масса. Удельная проводимость. Диффузионное движение носителей. Плотность диффузионного тока. Коэффициент диффузии. Зависимость подвижности и коэффициента диффузии от типа носителей заряда и материала. Связь подвижности и коэффициента диффузии. Краткая характеристика термоэлектрических явлений (эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона), гальваномагнитного эффекта Холла и магниторезистивного эффекта</p> | | |
| | Итого | 12 | |
| 2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход). | <p>Разновидности контактов в полупроводниковой электронике. Зонные диаграммы металла и полупроводника до контакта и структуры после контакта в состоянии равновесия. Работа выхода электронов и контактная разность потенциалов, распределение носителей заряда и поля. ВАХ. Условие получения омического контакта.</p> | 3 | ОПК-6, ПК-3 |
| | <p>Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия. Энергетические зонные диаграммы в полупроводниках различной проводимости до создания перехода и после его образования. Контактная разность потенциалов, ее зависимость от типа полупроводникового материала, концентрации примесей и температуры. Ширина обедненной области. Неравновесное состояние p-n перехода. Прямое и обратное включение. Вольтамперная характеристика (ВАХ) идеализированного перехода и ее уравнение. Зависимость ВАХ от концентрации примесей и температуры. Параметры p-n перехода и его электрическая модель. Дифференциальное и статическое сопротивления. Барьерная и диффузионная емкости. Зависимость параметров от величины и знака напряжения (смещения). Причины, вызывающие инерционность процессов в устройствах использующих p-n переход.</p> | 3 | |
| | <p>Взаимодействующие переходы – основа биполярного транзистора. Варианты полярностей напряжения на переходах. Схемы включения с общей базой, об-</p> | 2 | |

| | | | |
|--|---|---|----------------|
| | <p>щим эмиттером и общим кол-лектором. Физические процессы при прямом включении эмиттерного и обратном коллекторного переходов, движение носителей через переходы и базовую область, коэффициенты инжекции, переноса, лавинного умножения, составляющие токов электродов, коэффициент передачи входного тока, математические связи токов электродов. Статическая модель Молла-Эберса – отражение процессов в переходах и взаимосвязи переходов. Возможность расчета токов электродов и статических характеристик структуры в любых режимах работы и схемах включения. Идеализированные характеристики, отражение эффекта модуляции толщины базовой области (эффект Эрли) на статических характеристиках структуры. Физические явления и факторы, обуславливающие инерционность структуры (частотные и импульсные свойства), отражение на электрической модели Молла-Эберса.</p> | | |
| | Итого | 8 | |
| 3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник. | Зонные диаграммы материалов до контакта и всей структуры МДП в состоянии термодинамического равновесия, эффект поля и возможности инверсии типа проводимости полупроводника. Понятие поверхностного потенциала. Емкость МДП-структуры | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Физические основы управления током в приборах с МДП-структурой. Создание проводящего канала и дрейфового тока в нем (исток, сток): МДП-транзистор со встроенным и индуцированным каналом. Механизм управления величиной тока в канале. Пороговое напряжение, напряжение отсечки, напряжение насыщения, идеализированные статические характеристики | 2 | |
| | Физические основы управления током канала с помощью управляющего электрического перехода. Влияние напряжения на управляющем переходе на процессы в канале при использовании р-п перехода. Идеализированные статические характеристики структур с управляющим переходом | 2 | |
| | Итого | 8 | |

| | | | |
|--|---|----|----------------|
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках. | Фотоэлектрические и пьезоэлектрические явления в полупроводниках . Фотопроводимость (внутренний фотоэффект). Взаимодействие света с носителями заряда в р-п переходе, фотодетектор-ный режим, фотоэдс. Вольтамперная характеристика и параметры. Понятие о прямом и обратном пьезоэлектрическом эффекте в полупроводниках | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Физические основы электровакуумных приборов | Основы эмиссионной электроники. Виды эмиссии: термоэлектронная, вторичная электронная, электростатическая, фотоэлектронная. Принцип электростатического управления плотностью электронного потока в электронных лампах. Магнитное и электрическое управление положением луча в электронно-лучевых приборах. Физические процессы в газоразрядных приборах. Вакуумные СВЧ- приборы. | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| | | 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 Математика | + | + | + | + | + |
| 2 Радиотехнические цепи и сигналы | + | + | + | + | + |
| 3 Физика | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Радиоматериалы и радиокомпоненты | + | + | + | + | + |
| 2 Электродинамика | + | + | + | + | + |

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

| | Виды занятий | Формы контроля |
|--|--------------|----------------|
|--|--------------|----------------|

| Компетенции | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | |
|-------------|--------|----------------------|---------------------|------------------------|---|
| ОПК-6 | + | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |
| ПК-3 | + | + | + | + | Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию |

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 |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | |
| 1 Основы физики полупроводников. | Исследование статических характеристик диодов | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (р-п переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход). | Исследование статических характеристик биполярных транзисторов | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник. | Исследование характеристик полевых транзисторов | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Физические основы электровакуумных приборов | Исследование электронно-лучевой трубки со статическим и магнитным управлением | 4 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

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 |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 4 семестр | | | |
| 1 Основы физики полупроводников. | Расчет статических вольтамперных характеристик диодов. | 2 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (р-n переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход). | Расчет величины контактной разности потенциалов (диффузионного потенциала) при изменении концентрации примеси в одной из областей перехода | 2 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Расчет барьерной и диффузионной емкостей перехода | 2 | |
| | Расчет статических вольтамперных характеристик биполярных транзисторов | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник. | Расчет ширины перехода в зависимости от модуля и полярности приложенного напряжения | 2 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Расчет вольтамперных характеристик идеализированных переходов при различной температуре | 2 | |
| | Расчеты статических характеристик транзисторов применительно к индивидуальному заданию | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках. | Расчет параметров схем с фото приборами (фотодиодами, светодиодами, оптопарами и др) | 2 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Физические основы электровакуумных приборов | Расчет движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях | 2 | ОПК-6, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

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 |
|-------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| | | | | |

| 4 семестр | | | | | |
|---|---|----|-------------|---|--|
| 1 Основы физики полупроводников. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-6, ПК-3 | Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Экзамен | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | | |
| | Итого | 8 | | | |
| 2 Физические процессы при контакте разнородных материалов (р-п переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход). | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-6, ПК-3 | Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Экзамен | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | | |
| | Итого | 10 | | | |
| 3 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-6, ПК-3 | Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Экзамен | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | | |

| | | | | |
|--|---|----|-------------|---|
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Фотоэлектрические явления в полупроводниках. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-6, ПК-3 | Отчет по практическому занятию, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 5 Физические основы электровакуумных приборов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-6, ПК-3 | Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 7 | | |
| Итого за семестр | | 38 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 74 | | |

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 |
|----------------------------------|--|---|---|------------------|
| 4 семестр | | | | |
| Отчет по индивидуальному заданию | | | 10 | 10 |
| Отчет по лабораторной работе | 12 | 12 | 12 | 36 |
| Отчет по практическому занятию | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 30 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 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) |
| 65 - 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

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 [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.)

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- (наличие в библиотеке ТУСУР - 224 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. 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.)

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. Технология материалов электронной техники : Учебное пособие / А. А. Жигальский ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 151[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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.
2. Изучение статических характеристик биполярного транзистора: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Агафонников В. Ф. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1299>, дата обращения: 02.05.2017.
3. 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.
4. Исследование электронно-лучевой трубки с магнитным управлением: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 "Электроника и нанoeлектроника", профиль: "Квантовая и оптическая электроника"; Электронные приборы и устройства / Злобина А. Ф., Аксенов А. И. - 2014. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4054>, дата обращения: 02.05.2017.
5. Электронно-лучевая трубка с электростатическим управлением: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 "Электроника и нанoeлектроника", 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.
6. Задачник по электровакуумным и полупроводниковым приборам : учебное пособие для вузов / В. А. Терехов. - М. : Энергия, 1971. – 126 [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 126-127 (к практическим занятиям) (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
7. Задачник по электронным приборам : Учебное пособие для вузов / Владимир Анатольевич Терехов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1983. - 276, [4] с. : ил. - Библиогр.: с. 276-277 (к практическим занятиям) (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
8. Электроника 1. Физические основы электроники: Методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н., Давыдов В. Н. - 2014. 91 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4161>, дата обращения: 02.05.2017.
9. Электроника 1. Физические основы электроники: Методические указания по самостоятельной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н. - 2014. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4162>, дата обращения: 02.05.2017.
10. 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.
11. Исследование тиратронов тлеющего разряда: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 "Электроника и нанoeлектроника", профиль: "Квантовая и оптическая электроника" / Злобина А. Ф., Аксенов А. И. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4056>, дата обращения: 02.05.2017.
12. Исследование фотоэлектронных приборов: Методические указания к лабораторной работе / Аксенов А. И. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3536>, 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 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. библиотека, научно- образовательный портал 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 учебная аудитория 126 РК, 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 практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 5 этаж, ауд. 515. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1 шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

13.1.3. 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. 76, 3 этаж, ауд. 313. 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

13.1.4. 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. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 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 ауди-

тория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов 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 удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются 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.

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.

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 и электронные приборы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**

Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы передачи информации**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**

Курс: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:

– профессор каф. ЭП Л. Н. Орликов

Экзамен: 4 семестр

Томск 2017

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 | <p>Должен знать физические явления и эффекты, определяющие принцип действия основных полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов; особенности физических процессов, происходящих на границе раздела различных сред; физический смысл основных параметров и характеристик электрических контактов различного вида в полупроводниковой электронике; влияние температуры на физические процессы в структурах и их характеристики; ;</p> <p>Должен уметь находить в справочной литературе значения электрофизических параметров полупроводниковых материалов (кремния, германия, арсенида галлия) для оценки их влияния на параметры структур, объяснять принцип действия и связь физических параметров со статическими характеристиками и параметрами изучаемых структур; экспериментально определять статические характеристики и параметры различных структур; ;</p> <p>Должен владеть навыками составления эквивалентных схем основных структур; навыками работы с типовыми средствами измерений при экспериментальном определении основных параметров и статических характеристик изучаемых структур ;</p> |
| 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 области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к 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 | теоретические основы структурных, функциональных и принципиальных схем РПУ цифрового и аналогового радиовещания различных диапазонов частот, и основы проектирования применением современных САПР и пакетов прикладных программ для схемотехнического анализа и численного вычисления. | применять практические и творческие решения для разработки структурных, функциональных и принципиальных схем РПУ и их узлов, в соответствии с ТЗ, а также проектировать РПУ 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 схем РПУ и их узлов, а также владеть знаниями проектирования РПУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ. |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> Практические занятия; Лабораторные работы; Лекции; Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> Лабораторные работы; Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> Отчет по индивидуальному заданию; Отчет по лабораторной работе; Отчет по практическому занятию; Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> Отчет по индивидуальному заданию; Отчет по лабораторной работе; Отчет по практическому занятию; Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> Отчет по лабораторной работе; Отчет по индивидуальному заданию; Отчет по практическому занятию; 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) | <ul style="list-style-type: none"> Знает основные принципы проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; | <ul style="list-style-type: none"> свободно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; | <ul style="list-style-type: none"> Свободно владеет навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> Имеет представление об основных принципах проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; | <ul style="list-style-type: none"> самостоятельно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; | <ul style="list-style-type: none"> частично владеет навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> Даёт определения основным принципам проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; | <ul style="list-style-type: none"> показывает недостаточные навыки разработки и проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ; | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <p>Современные тенденции построения и функционирования радионавигационных систем и комплексов; сигналы и требования, предъявляемые к характеристикам сигналов, используемых в радионавигационных системах и комплексов; методы навигационных измерений; влияние внешних факторов, определяющих точность измерений; современные тенденции развития электроники;</p> | <p>использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; учитывать современные тенденции развития электроники и измерительной техники в своей профессиональной деятельности</p> | <p>терминологией в области радионавигационных систем и комплексов; информацией о современной тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в разработке радионавигационных систем ; навыками поиска информации</p> |

| | | | |
|----------------------------------|---|---|---|
| | троники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности. | | |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; | <ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по индивидуальному заданию; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по индивидуальному заданию; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---------------------------|---|--|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • содержание специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы»; основы и методы радиоэлектронных систем связи, радиолокации, радионавигации и управления наземного и аэрокосмического базирования, включая вопросы хранения и обработки информации в этих системах; основы научных исследований и проектирования в области радиоэлектронных систем ; | <ul style="list-style-type: none"> • свободно учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности ; | <ul style="list-style-type: none"> • свободно разными способами учета современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в разработке радионавигационных систем ; |
| Хорошо (базовый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> • основы и методы радиоэлектронных систем связи, радиолокации, радионавигации и управления наземного и аэрокосмического базирования, включая вопросы хранения и обработки информации в | <ul style="list-style-type: none"> • корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания ; | <ul style="list-style-type: none"> • Частично разными способами учета современных тенденций развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в разработке радионавигационных си- |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | этих системах; основы научных исследований и проектирования в области радиоэлектронных систем ; | | стем ; |
| Удовлетворительный (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> основные направления тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники; | <ul style="list-style-type: none"> иметь представление в вопросах методологии и проблем построения современных радиоэлектронных систем; | <ul style="list-style-type: none"> представлением о технической информации по тематике исследования ; |

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 Темы индивидуальных заданий

– Разработать схему устройства для конкретного применения, содержащую диод, транзистор, оптопару, коммутирующий прибор. Математически обосновать параметры и режимы работы устройства в различных погодных условиях, и действии ионизирующих излучений

3.2 Экзаменационные вопросы

- Энергетическая (зонная) диаграмма собственного полупроводника.
- Компенсированные полупроводники
- Функция распределения Ферми–Дирака.
- Зависимость положения уровня Ферми от концентрации примесей и температуры.
- Механизмы рекомбинации, межзонная и ступенчатая рекомбинация
- Движение носителей в электрическом поле. Дрейфовая скорость, подвижность, плотность, дрейфового тока.
- Работа выхода электронов и контактная разность потенциалов
- Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия.
- Неравновесное состояние p-n перехода
- Параметры p-n перехода и его электрическая модель
- Схемы включения с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором, физические процессы
- Статическая модель Молла-Эберса
- эффект Эрли
- Зонные диаграммы материалов до контакта и всей структуры МДП в состоянии термодинамического равновесия
- МДП-транзистор со встроенным и индуцированным каналом. Механизм управления величиной тока в канале.
- Фотопроводимость (внутренний фотоэффект).
- эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона
- Виды эмиссии
- Управление током электронного луча и положением луча в электронно-лучевых приборах
- Физические процессы в газоразрядных приборах.

3.3 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

- Расчет статических вольтамперных характеристик диодов.
- Расчет величины контактной разности потенциалов (диффузионного потенциала) при изменении концентрации примеси в одной из областей перехода
- Расчет ширины перехода в зависимости от модуля и полярности приложенного напряже-

ния

- Расчет вольтамперных характеристик идеализированных переходов при различной температуре
- Расчет барьерной и диффузионной емкостей перехода
- Расчет статических вольтамперных характеристик биполярных транзисторов
- Расчет параметров схем с фото приборами (фотодиодами, светодиодами, оптопарами и др)
- Расчет движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях

3.4 Темы лабораторных работ

- Исследование статических характеристик диодов
- Исследование статических характеристик биполярных транзисторов
- Исследование характеристик полевых транзисторов
- Исследование электронно-лучевой трубки со статическим и магнитным управлением

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 формирования 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 [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.)
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- (наличие в библиотеке ТУСУР - 224 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. 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.)
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. Технология материалов электронной техники : Учебное пособие / А. А. Жигальский ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 151[1] с (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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>, свободный.
2. Изучение статических характеристик биполярного транзистора: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Агафонников В. Ф. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1299>, свободный.

3. 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.
4. Исследование электронно-лучевой трубки с магнитным 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. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4054>, 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.
6. Задачник по электровакуумным и полупроводниковым приборам : учебное пособие для втузов / В. А. Терехов. - М. : Энергия, 1971. – 126 [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 126-127 (к практическим занятиям) (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
7. Задачник по электронным приборам : Учебное пособие для вузов / Владимир Анатольевич Терехов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1983. - 276, [4] с. : ил. - Библиогр.: с. 276-277 (к практическим занятиям) (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
8. Электроника 1. Физические основы электроники: Методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н., Давыдов В. Н. - 2014. 91 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4161>, свободный.
9. Электроника 1. Физические основы электроники: Методические указания по самостоятельной работе для студентов специальности 210601.65 - "Радиоэлектронные системы и комплексы" / Орликов Л. Н. - 2014. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4162>, свободный.
10. 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.
11. Исследование тиратронов тлеющего разряда: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 "Электроника и наноэлектроника", профиль: "Квантовая и оптическая электроника" / Злобина А. Ф., Аксенов А. И. - 2014. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4056>, свободный.
12. Исследование фотоэлектронных приборов: Методические указания к лабораторной работе / Аксенов А. И. - 2013. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3536>, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. библиотека, научно- образовательный портал университета