

**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 2. Электронные приборы**

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

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

Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**

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

## 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

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        |

|  |     |     |
|--|-----|-----|
| 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<br>(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 технологий проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и | 2               | ОПК-6, ПК-3             |

|                                     |   |    |             |
|-------------------------------------|---|----|-------------|
|                                     | 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 однопереходного 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 Шоттки 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 |

|   |   |    |                |
|---|---|----|----------------|
|   | 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,<br>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 МЭП-транзистора. Полупроводниковые резисторы. Недостатки полупроводниковых резисторов и ограничения на величину сопротивления. Плёночные резисторы. Конденсаторы и индуктивные | 8  | ОПК-6,<br>ПК-3 |

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

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



## 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,<br>ч | Формируемые<br>компетенции | Формы контроля   |
|--|--|--------------------|----------------------------|--|
| <b>5 семестр</b>   |  |                    |                            |  |
| 1 Введение.<br>Классификация<br>электронных приборов.                          | Проработка лекционного материала           | 1                  | ОПК-6,<br>ПК-3             | Конспект самоподготовки  |
|  | Итого                                      | 1                  |                            |  |
| 2 Полупроводниковые<br>диоды.  | Проработка лекционного материала           | 2                  | ОПК-6,<br>ПК-3             | Отчет по лабораторной работе                                   |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4                  |                            |  |
|  | Итого                                      | 6                  |                            |  |
| 3 Биполярные и полевые<br>транзисторы.   | Проработка лекционного материала           | 3                  | ОПК-6,<br>ПК-3             | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 10                 |                            |  |
|  | Выполнение индивидуальных заданий          | 26                 |                            |  |
|  | Итого                                      | 39                 |                            |  |
| 4 Основные<br>электровакuumные<br>приборы.                                     | Проработка лекционного материала           | 2                  | ОПК-6,<br>ПК-3             | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе          |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2                  |                            |  |
|  | Итого                                      | 4                  |                            |  |
| 5 Классификация<br>интегральных схем и<br>основы функциональной<br>электроники | Проработка лекционного материала           | 2                  | ОПК-6,<br>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.

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  | D (удовлетворительно)   |
|                                 | 60 - 64  | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не     | 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 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

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 используются 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

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 2. Электронные приборы**

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

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

Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**

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

## 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 |



|                                       |                                   |  |                                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
|                                       |                                   | 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 радиосхем и их узлов, а также владеть знаниями проектирования с применением современных САПР и пакетов прикладных программ. |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>  |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Экзамен;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Экзамен;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>  |

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"> <li>способен спроектировать различные радиоприемные устройства с применением САПР и других пакетов прикладных программ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>умеет творчески проектировать различные радиоприемные устройства с применением САПР и других пакетов прикладных</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>владеет навыками творческого проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов</li> </ul> |

|                                       |   |   |   |
|---------------------------------------|---|---|---|
|                                       | для схемотехнического анализа и численного вычисления. ;  | программ для схемотехнического анализа и численного вычисления. ;   | прикладных программ ;   |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>способен спроектировать подобные радиоприемные устройства с применением САПР. ;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>самостоятельно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>частично владеет навыками проектирования простых конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;</li> </ul>                       |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>даёт определения основным принципам проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>показывает основные навыки разработки и проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ ;</li> </ul> |

## 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                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Экзамен;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Экзамен;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>         |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в та-

блице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|---------------------------------------|--|--|---|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"><li>• знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий ;</li></ul>      | <ul style="list-style-type: none"><li>• ориентироваться в вопросах методологии и проблем построения современных радиоэлектронных систем ;</li></ul>          | <ul style="list-style-type: none"><li>• свободно владеет навыками монтажа радиоэлектронных компонентов, технологией сборки простейших схем;</li></ul> |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"><li>• знает основные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий ;</li></ul>         | <ul style="list-style-type: none"><li>• частично ориентироваться в вопросах методологии и проблем построения современных радиоэлектронных систем ;</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• владеет навыками монтажа радиоэлектронных компонентов, технологией сборки простейших схем ;</li></ul>         |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"><li>• имеет представление о тенденциях развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий ;</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• иметь представление в вопросах методологии и проблем построения современных радиоэлектронных систем ;</li></ul>      | <ul style="list-style-type: none"><li>• имеет представление о монтаже радиоэлектронных компонентов и технологии сборки простейших схем ;</li></ul>    |

### 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-

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 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 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:

<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