

## МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

## УТВЕРЖДАЮ

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-ae0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

«30» \_\_\_\_\_ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
МИКРОЭЛЕКТРОНИКАУровень основной образовательной программы бакалавриатНаправления подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроникаФорма обучения очнаяФакультет электронной техники (ФЭТ)Кафедра физической электроники (ФЭ)Курс 2Семестр 4Учебный план набора 2013 года.

Распределение рабочего времени:

| №   | Виды учебной работы                          | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 | Всего | Единицы |
|-----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---------|
| 1.  | Лекции                                       |           |           |           | 18        |           |           |           |           | 18    | часов   |
| 2.  | Лабораторные работы                          |           |           |           | -         |           |           |           |           | -     | часов   |
| 3.  | Практические занятия                         |           |           |           | 18        |           |           |           |           | 18    | часов   |
| 4.  | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)    |           |           |           | -         |           |           |           |           | -     | часов   |
| 5.  | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)         |           |           |           | 36        |           |           |           |           | 36    | часов   |
| 6.  | Из них в интерактивной форме                 |           |           |           | 14        |           |           |           |           | 14    | часов   |
| 7.  | Самостоятельная работа студентов (СРС)       |           |           |           | 36        |           |           |           |           | 36    | часов   |
| 8.  | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)             |           |           |           | 72        |           |           |           |           | 72    | часов   |
| 9.  | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена |           |           |           | -         |           |           |           |           | -     | часов   |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9)               |           |           |           | 72        |           |           |           |           | 72    | часов   |
|     | (в зачетных единицах)                        |           |           |           | 2         |           |           |           |           | 2     | ЗЕ      |

Зачет 4 семестр


Томск 2016

### Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 218, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от « 08 » 09 2016 г., протокол № 73.

**Разработчики:**

Профессор кафедры ФЭ

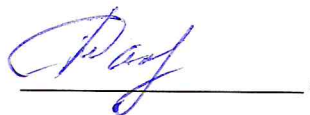
 / П.Е. Троян

Ассистент кафедры ФЭ

 / В.В. Каранский


**Заведующий кафедрой**

Профессор кафедры ФЭ


 / П.Е. Троян

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

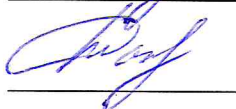
Декан ФЭТ

 / А.И. Воронин

Зав. профилирующей  
кафедрой ФЭ

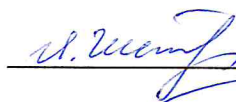
 / П.Е. Троян

Зав. выпускающей  
кафедрой ФЭ

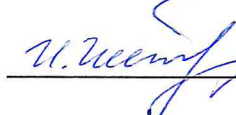
 / П.Е. Троян

**Эксперты:**

Председатель методической  
комиссии факультета ФЭТ

 / И.А. Чистоедова

Председатель методической  
комиссии кафедры ФЭ

 / И.А. Чистоедова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Микроэлектроника» является приобретение знаний по физическим процессам в биполярных и полевых транзисторах, особенностях их работы в составе интегральных схем; основным принципам микроэлектроники; методам изоляции в интегральных схемах; основным свойствам и характеристикам аналоговых и цифровых интегральных схем; схемотехническим структурам интегральной микроэлектроники, элементам функциональной электроники.

Задачей изучения дисциплины «Микроэлектроника» является приобретение умений и навыков производить расчеты параметров активных и пассивных элементов интегральных схем; представления альтернативных приборов в виде эквивалентных схем и моделей; определения параметров моделей; схемотехнику аналоговых и цифровых интегральных схем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части базовой части (Б1.В.ДВ.10.2) образовательной программы по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: физика, теоретические основы электротехники, физика конденсированного состояния, материалы электронной техники.

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины учебного плана, изучаемые позднее: твердотельная электроника, нанoeлектроника, физика полупроводников, элементы и приборы нанoeлектроники.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**3.1. Изучение дисциплины направлено на формирование у бакалавров следующих профессиональных компетенций (ПК):**

- способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1);

- способностью владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования (ПСК-1);

- готовностью к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники (ПСК-3).

### 3.2. В результате изучения дисциплины бакалавр должен:

#### знать:

- виды интегральных схем и методы изоляции в интегральных схемах;
- устройство, принцип действия и основные характеристики основных элементов интегральных схем – биполярных и полевых транзисторов и особенности их работы в интегральных схемах;
- эквивалентные схемы и функциональные электрические модели биполярных и полевых транзисторов интегральных схем;
- функциональные электрические модели приборов и методы определения параметров моделей;

#### уметь:

- определять путем измерений и расчетов параметры пассивных и активных элементов интегральных схем;
- производить выбор интегральной схемы для создания устройств микроэлектроники и твердотельной электроники;
- представлять элементы интегральных схем в виде моделей и эквивалентных схем;

#### владеть:

- навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами интегральных схем.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

| Вид учебной работы                          | Всего часов | Семестр   |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 4         |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>           | <b>36</b>   | <b>36</b> |
| В том числе:                                | -           | -         |
| Лекции                                      | 18          | 18        |
| Практические занятия                        | 18          | 18        |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>       | <b>36</b>   | <b>36</b> |
| В том числе:                                | -           | -         |
| Проработка лекционного материала            | 4           | 4         |
| Подготовка к практическим занятиям          | 14          | 14        |
| Подготовка к контрольным работам            | 6           | 6         |
| Выполнение и защита индивидуального задания | 12          | 12        |
| Общая трудоемкость час                      | 72          | 72        |
| Зачетные Единицы Трудоемкости               | 2           | 2         |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п        | Наименование раздела дисциплины                           | Лекции    | Практические занятия | Самост. работа студента | Всего час | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|--------------|---|-----------|----------------------|-------------------------|-----------|---------------------------------------|
| 1.           | Введение, цели и задачи дисциплины, основные понятия.     | 1         | -                    | -                       | 1         | ПК-1; ПСК-1; ПСК-3                    |
| 2.           | Классификация интегральных микросхем.                     | 1         | -                    | 1                       | 2         | ПК-1; ПСК-1; ПСК-3                    |
| 3.           | Биполярные транзисторы интегральных схем.                 | 6         | 14                   | 21                      | 41        | ПК-1; ПСК-1; ПСК-3                    |
| 4.           | Полевые транзисторы интегральных схем.                    | 4         | 4                    | 10                      | 18        | ПК-1; ПСК-1; ПСК-3                    |
| 5.           | Пассивные элементы интегральных схем.                     | 1         | -                    | 1                       | 2         | ПК-1; ПСК-1; ПСК-3                    |
| 6.           | Логические элементы на биполярных и полевых транзисторах. | 2         | -                    | 1                       | 3         | ПК-1; ПСК-1; ПСК-3                    |
| 7.           | Элементы памяти.  | 1         | -                    | 1                       | 2         | ПК-1; ПСК-1; ПСК-3                    |
| 8.           | Цифровые и аналоговые интегральные схемы.                 | 2         | -                    | 1                       | 3         | ПК-1; ПСК-1; ПСК-3                    |
| <b>ИТОГО</b> |   | <b>18</b> | <b>18</b>            | <b>36</b>               | <b>72</b> |                                       |

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

| № п/п | Наименование разделов                                 | Содержание разделов   | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|-------|---|---|---------------------|---------------------------------------|
| 1.    | Введение, цели и задачи дисциплины, основные понятия. | Цели и задачи курса. Требования к объему знаний, умений и навыков. Краткая историческая справка по этапам развития микроэлектроники. Микроэлектроника – как научно-техническое направление в электронике. Принципы и задачи, решаемые микроэлектроникой. Микроэлектроника как исторически обусловленный этап развития электроники и одно из ее основных направлений, обеспечивающее разработку качественно нового типа электронных приборов - интегральных микросхем. Сочетание физического, технологического и схематехнического аспектов микроэлектроники. Предметная область дисциплины «Микроэлектроника», идеология курса. | 1                   | ПК-1; ПСК-1; ПСК-3                    |

|    |   |   |   |                       |
|----|---|---|---|-----------------------|
|    |   | Некоторые понятия: интегральная схема, пассивные и активные элементы интегральной схемы, степень интеграции, плотность упаковки элементов.  |   |                       |
| 2. | Классификация интегральных микросхем.     | Классификация интегральных микросхем по различным признакам. Классификация интегральных микросхем по технологическим признакам: полупроводниковые, гибридные и прочие микросхемы. Микросхемы на биполярных и МДП-элементах. Цифровые и аналоговые микросхемы. Интегральные микросхемы малой, средней и большой степени интеграции, сверхбольшие интегральные микросхемы.  | 1 | ПК-1; ПСК-1;<br>ПСК-3 |
| 3. | Биполярные транзисторы интегральных схем. | <p>Схема потоков носителей зарядов в БТ. Внутренние физические параметры БТ: эффективность эмиттера, коэффициент переноса, эффективность коллектора. Внешние параметры БТ: коэффициент передачи тока эмиттера, коэффициент передачи тока базы. Связь между внутренними и внешними параметрами в БТ. Статические параметры трех режимов работы БТ. Явление в БТ при больших токах. Эффект модуляции базы (эффект Эрли) и его следствия. Пробой БТ. Особенности пробоя БТ в схеме с ОЭ. Статические характеристики БТ в схеме с ОБ и ОЭ.</p> <p>Динамические характеристики БТ. Области активной работы, режима отсечки и насыщения. Предельные режимы по току и напряжению.</p> <p>Усилительные свойства БТ в схемах с ОБ, ОЭ и ОК. Частотные параметры БТ: предельная частота коэффициента передачи тока эмиттера, предельная частота коэффициента передачи тока базы, граничная частота, максимальная частота генерации. Зависимость эффективности эмиттера, коэффициента переноса, коэффициентов передачи тока эмиттера и тока базы от частоты.</p> <p>Переходные процессы в БТ для включения с ОБ и ОЭ. Характеристики переходных процессов: <math>t_z</math>, <math>t_n</math>, <math>t_{расс}</math>, <math>t_{сп}</math>, <math>t_{вкл}</math>, <math>t_{выкл}</math>. Описание переходных процессов методом заряда.</p> <p>Температурные зависимости динамических характеристик. Зависимость коэффициентов передачи токов эмиттера и базы от температуры. Термостабильность схем с ОБ и ОЭ.</p> <p>Описание БТ как линейного четырехполюсника. Система <math>u</math>-, <math>z</math>- и <math>h</math>- параметров. Схемы замещения БТ в <math>u</math>-, <math>z</math>- и <math>h</math>- параметрах. Переход от одной системы параметров к другой. Смысл <math>h</math>-параметров. Взаимосвязь <math>h</math>-параметров с физическими параметрами БТ. Расчет <math>h</math>-параметров по физическим параметрам БТ и наоборот. Методы определения <math>h</math>-параметров.</p> <p>Физическая эквивалентная схема БТ. Эквивалентная схема БТ с ОБ и ОЭ для низких частот. Эквивалентная схема БТ для высоких частот. Параметры эквивалентной схемы БТ. Зависимость параметров БТ от <math>I_{э}</math>, <math>T</math> и <math>U_{к}</math>.</p> <p>П-образная и гибридная эквивалентные схемы.</p> <p>Мощные БТ. Составной транзистор (транзистор Дарлингтона). Лавинный транзистор. Однопереходный транзистор. Инжекционный транзистор. IGBT-транзистор.</p> <p>Модели БТ: Эберса-Молла, зарядоуправляемая. Шумы в БТ: определение шума, виды шумов, их зависимость от частоты, <math>I_{э}</math>, <math>U_{к}</math>.</p> <p>Особенности структур биполярных транзисторов интегральных схем. Методы изоляции в интегральных схемах: обратномещенным p-n переходом, диэлектрической пленкой, воздушным промежутком, диэлектрическими материалами, комбинированной изоляцией.</p> <p>Многозмиттерные и многоколлекторные транзисторы. Транзисторы с диодом Шоттки. Транзисторы p-n-p структуры для интегральных схем и новые структуры транзисторов. Диоды</p> | 6 | ПК-1; ПСК-1;<br>ПСК-3 |

|    |   |   |   |                       |
|----|---|---|---|-----------------------|
|    |   | интегральных схем.<br>Эквивалентная схема и модель интегрального биполярного транзистора.<br>Четырехслойные тиристорные структуры.  |   |                       |
| 4. | Полевые транзисторы интегральных схем.                    | <p>ПТ с управляющим р-п переходом. Устройство ПТ. Принцип действия. Явление отсечки канала, U<sub>ОТС</sub>. Причины, приводящие к отсечке тока и приращения тока. Процессы в ПТ после отсечки приращения тока. Качественный вид выходных ВАХ. Расчет выходных ВАХ ПТ с управляющим переходом. Передаточная характеристика. Основные характеристики усилительного режима: крутизна, внутреннее сопротивление, коэффициент усиления по напряжению. Эквивалентная схема ПТ с управляющим переходом. Граничная частота, критерий граничной частоты. Схемы замещения для НЧ и ВЧ для трех схем включения ПТ.</p> <p>Полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом (МДП-транзистор). Устройство. Принцип действия. Напряжение U<sub>пор</sub>. Качественный вид входных и выходных ВАХ МДП-транзистора. Передаточная характеристика. Расчет выходных статических характеристик. Основные параметры усилительного и ключевого режимов работы. Переходные процессы. Комплементарная пара. Эквивалентная схема. Модели МДП-транзистора: динамическая модель малого и большого сигналов. Статическая и динамическая модель мощных ПТ.</p> <p>Полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом. Устройство, принцип действия, эквивалентная схема. Семейство выходных статических характеристик. Передаточные характеристики. Отличие транзистора со встроенным каналом от прибора с индуцированным каналом.</p> <p>Транзисторы с n-каналами и самосовмещенными затворами. Параметры и характеристики транзисторов с короткими каналами. Разновидности полевых транзисторных структур СВИС.</p> <p>Особенности полевых транзисторов с управляющими переходами в интегральном исполнении. Паразитная связь между элементами через полуизолирующую подложку.</p> <p>Интегральные схемы на ПТШ на основе арсенида галлия. НЕМТ-транзисторы.</p> | 4 | ПК-1; ПСК-1;<br>ПСК-3 |
| 5. | Пассивные элементы интегральных схем.                     | Полупроводниковые резисторы, пленочные резисторы, конденсаторы и индуктивности, микрополосковые линии и элементы на их основе.  | 1 | ПК-1; ПСК-1;<br>ПСК-3 |
| 6. | Логические элементы на биполярных и полевых транзисторах. | <p>Классификация логических элементов. Основные характеристики и параметры логических элементов. Элементы транзисторно-транзисторной логики. Элементы эмиттерно-связанной логики. Логические элементы БИС с инжекционным питанием. Элементы Шоттки-транзисторной логики и интегральной Шоттки-логики.</p> <p>Инвертор на n-канальных МДП-транзисторах. Инвертор на комплементарных транзисторах. Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Логические элементы динамического типа. Логические элементы сверхскоростных микросхем на МЭП-транзисторах.</p>  | 2 | ПК-1; ПСК-1;<br>ПСК-3 |
| 7. | Элементы памяти.  | <p>Элементы памяти статического типа на МДП-транзисторах.</p> <p>Элементы памяти динамического типа на МДП-транзисторах. Элементы микросхем репрограммируемых постоянных запоминающих устройств. Элементы памяти на биполярных транзисторах.</p>  | 1 | ПК-1; ПСК-1;<br>ПСК-3 |
| 8. | Цифровые и аналоговые интегральные схемы.                 | Триггеры. Полупроводниковые микросхемы памяти. Микропроцессоры и микро-ЭВМ. Логические БИС.   | 2 | ПК-1; ПСК-1;<br>ПСК-3 |

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

| № п/п                            | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
|                                  |   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| <b>Предшествующие дисциплины</b> |   |  |   |   |   |   |   |   |   |
| 1.                               | физика  | +  | + | + | + | + | + | + | + |
| 2.                               | теоретические основы электротехники   | -  | + | + | + | + | + | + | + |
| 3.                               | физика конденсированного состояния  | +  | - | + | + | - | - | - | - |
| 4.                               | материалы электронной техники   | +  | - | + | + | - | - | - | - |
| <b>Последующие дисциплины</b>    |   |  |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                | твердотельная электроника   | +  | + | + | + | + | + | + | + |
| 2                                | нанoeлектроника   | +  | - | + | + | - | - | - | - |
| 3                                | физика полупроводников  | +  | - | - | - | - | - | - | - |
| 4                                | элементы и приборы нанoeлектроники  | +  | + | + | + | + | + | + | + |

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

| Перечень компетенций | Виды занятий |    |     | Формы контроля  |
|----------------------|--------------|----|-----|---|
|                      | Л            | ПЗ | СРС |   |
| ПК-1                 | +            | +  | +   | Опрос на лекциях. Отчет по практической работе. Результаты контрольных работ. Защита индивидуального задания. |
| ПСК-1                | +            | +  | +   | Опрос на лекциях. Отчет по практической работе. Результаты контрольных работ. Защита индивидуального задания. |
| ПСК-3                | +            | +  | +   | Опрос на лекциях. Отчет по практической работе. Результаты контрольных работ. Защита индивидуального задания. |

## 6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

### Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы   | Формы | Лекции (час) | Практические занятия (час) | Всего |
|--|-------|--------------|----------------------------|-------|
| <i>Мультимедийные презентации с видеороликами и раздаточным материалом с последующим обсуждением</i> |       | 4            | 4                          | 8     |
| <i>Работа в команде</i>  |       | -            | 6                          | 6     |
| Итого интерактивных занятий  |       | 4            | 10                         | 14    |

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

не предусмотрено

## 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий  | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК |
|-------|----------------------|--|----------------------|-------------------------|
| 1.    | 3                    | Схемы включения и режимы работы биполярного транзистора.   | 1                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |
| 2.    | 3                    | Расчет внутренних параметров биполярного транзистора.  | 2                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |
| 3.    | 3                    | Расчет внешних параметров биполярного транзистора.   | 2                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |
| 4.    | 3                    | Эффект Эрли в биполярных транзисторах.   | 1                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |
| 5.    | 3                    | Частотные свойства биполярного транзистора.  | 2                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |
| 6.    | 3                    | Определение малосигнальных параметров биполярного транзистора.                                   | 2                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |
| 7.    | 3                    | Определение параметров эквивалентной схемы биполярного транзистора.                              | 2                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |
| 8.    | 4                    | Расчет параметров полевых транзисторов.  | 2                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |
| 9.    | 3                    | КР №1 «Расчет параметров биполярных транзисторов».   | 2                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |
| 10.   | 3                    | КР №2 «Расчет малосигнальных параметров и параметров эквивалентных схем биполярного транзистора» | 2                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      |

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика самостоятельной работы (детализация)                           | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК | Контроль выполнения работы     |
|-------|----------------------|---|----------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1.    | 2-8                  | Проработка лекционного материала  | 10                   | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      | Опрос на лекциях               |
| 2.    | 3-4                  | Проработка лекционного материала при подготовке к практическим занятиям | 10                   | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      | Отчет по практической работе   |
| 3.    | 3                    | Проработка лекционного материала при подготовке к контрольным работам   | 4                    | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      | Результаты контрольных работ   |
| 4.    | 3-4                  | Выполнение и защита индивидуальных заданий.                             | 12                   | ОПК-2; ПК-1; ПСК-3      | Защита индивидуального задания |

## 10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

не предусмотрено

## 11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

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 |
|----------------------------------|--|---|---|------------------|
| Индивидуальное задание №1        | 10   |   |   | 10               |
| Индивидуальное задание №2        |  | 10  |   | 10               |
| Индивидуальное задание №3        |  |   | 10  | 10               |
| Контрольная работа КР-1          | 15   |   |   | 15               |
| Контрольная работа КР-2          |  | 15  |   | 15               |
| Отчеты по практическим занятиям  | 10   | 5   | 10  | 25               |
| Компонент своевременности        | 3  | 3   | 3   | 9                |
| Посещение занятий                | 2  | 2   | 2   | 6                |
| <b>Итого максимум за период:</b> | <b>40</b>                                      | <b>35</b>                                   | <b>25</b>   | <b>100</b>       |
| <b>Нарастающим итогом</b>        | <b>40</b>                                      | <b>75</b>                                   | <b>100</b>  | <b>100</b>       |



**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      |

**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)<br>(зачтено)                  | 85 – 89  | B (очень хорошо)        |
|  | 75 – 84  | C (хорошо)              |
|  | 70 – 74  | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно)<br>(зачтено)       | 65 – 69  |                         |
| 2 (неудовлетворительно),<br>(не зачтено) | 60 – 64  | E (посредственно)       |
|  | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

**Вопросы для подготовки к зачету:**

1. Классификация интегральных микросхем по различным признакам.
2. Классификация интегральных микросхем по технологическим признакам: полупроводниковые, гибридные и прочие микросхемы.
3. Микросхемы на биполярных и МДП-элементах.
4. Цифровые и аналоговые микросхемы.
5. Интегральные микросхемы малой, средней и большой степени интеграции, сверхбольшие интегральные микросхемы.
6. Биполярный транзистор (БТ): определение, схемы включения, режимы работы.
7. Дрейфовый и бездрейфовый БТ.
8. Схема потоков носителей в БТ.
9. Внутренние параметры БТ:  $\gamma$ ,  $\alpha_{П}$ ,  $\alpha^*$ .
10. Внешние параметры БТ:  $\alpha$ ,  $\beta$ .
11. Статические характеристики БТ.
12. Усилительные свойства БТ.
13. Частотные параметры БТ.
14. Эквивалентная схема БТ.
15. БТ как четырехполюсник. Система  $y$ ,  $z$ ,  $h$  – параметров.
16. Мощные БТ.
17. Лавинный БТ.
18. Однопереходный транзистор.
19. Инжекционный транзистор.
20. Шумы в БТ.
21. Модель Эберса–Молла.
22. Классификация и маркировка БТ.
23. Полевые транзисторы (ПТ): определение, виды.
24. ПТ с управляющим переходом и барьером Шоттки.
25. ПТ с индуцированным и встроенным каналом.
26. Комплементарная пара. Параметры ПТ. Достоинства и недостатки.
27. Вертикальный МДП-транзистор.
28. ПТШ.
29. Тиристоры: определение, виды.
30. Принцип действия диодного тиристора.
31. Триодный тиристор.
32. Симметричный тиристор.
33. Полупроводниковые датчики, преобразователи.
34. Методы изоляции.
35. Многоэмиттерный и многоколлекторный БТ.

36. Вертикальный и горизонтальный транзистор.
37. Полупроводниковые резисторы, пленочные резисторы, конденсаторы и индуктивности, микрополосковые линии и элементы на их основе.
38. Классификация логических элементов.
39. Основные характеристики и параметры логических элементов.
40. Элементы транзисторно-транзисторной логики.
41. Элементы эмиттерно-связанной логики.
42. Логические элементы БИС с инжекционным питанием.
43. Элементы Шоттки-транзисторной логики и интегральной Шоттки-логики.
44. Инвертор на n-канальных МДП-транзисторах.
45. Инвертор на комплементарных транзисторах.
46. Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ.
47. Логические элементы динамического типа.
48. Логические элементы сверхскоростных микросхем на МЭП-транзисторах.
49. Элементы памяти статического типа на МДП-транзисторах.
50. Элементы памяти динамического типа на МДП-транзисторах.
51. Элементы микросхем репрограммируемых постоянных запоминающих устройств.
52. Элементы памяти на биполярных транзисторах.
53. Триггеры.
54. Полупроводниковые микросхемы памяти.
55. Микропроцессоры и микро-ЭВМ.

## **12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **12.1 Основная литература**

1. Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники. – Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2013. – 496 с. – [электронный ресурс]. – [http://lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=68&pl1\\_id=952](http://lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=68&pl1_id=952)

### **12.2 Дополнительная литература**

1. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004. – 488 с. (224)
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. – М.: Высшая школа, 2006. – 480 с. (98)
3. Троян П.Е. Микроэлектроника. Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 346 с. (50)
4. Щука А.А. Электроника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 800 с. (3)

### **12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение**

1. Троян П.Е. Микроэлектроника. Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: ТУСУР, 2007. – 103 с. (50)

### **12.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина» – Режим доступа: <http://www.ph4s.ru/>
2. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
3. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
4. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/>

## **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации программы учебной дисциплины требуется аудитория, оснащенная мультимедийным проектором.

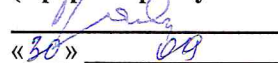
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования  
(Проректор по учебной работе)

 П.Е. Троян

«30» \_\_\_\_\_ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направления подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

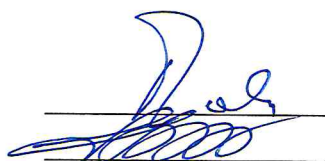

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 2 Семестр 4

Учебный план набора 2013 года.

Зачет 4 семестр

Разработчики:  
Профессор кафедры ФЭ  
Ассистент кафедры ФЭ

 / П.Е. Троян  
 / В.В. Каранский

Томск 2016

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе учебной дисциплины «Микроэлектроника» 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 учебной дисциплине «Микроэлектроника» используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Микроэлектроника» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции   | Этапы формирования компетенции   |
|-------|--|--|
| ПК-1  | - способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования. | <i>знать</i> эквивалентные схемы и функциональные электрические модели биполярных и полевых транзисторов интегральных схем;<br><i>уметь</i> представлять элементы интегральных схем в виде моделей и эквивалентных схем;<br><i>владеть</i> навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами электронных схем   |
| ПСК-1 | - способность владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования.  | <i>знать</i> устройство, принцип действия и основные характеристики основных элементов интегральных схем – биполярных и полевых транзисторов и особенности их работы в интегральных схемах;<br><i>уметь</i> определять путем измерений и расчетов параметры пассивных и активных элементов интегральных схем;<br><i>уметь</i> экспериментально определять параметры твердотельных приборов и элементов микросистемной техники;<br><i>владеть</i> навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами электронных схем |
| ПСК-3 | - готовность к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники.   | <i>знать</i> функциональные электрические модели приборов и методы определения параметров моделей;<br><i>уметь</i> производить выбор интегральной схемы для создания устройств микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>владеть</i> навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами электронных схем   |

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1 Компетенция ПК-1

**ПК-1** способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Содержание этапов формирования компетенции, виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|-------------------|---|---|--|
| Содержание этапов | <i>знает</i> эквивалентные схемы и функциональные электрические модели биполярных и полевых транзисторов интегральных схем; | <i>умеет</i> представлять элементы интегральных схем в виде моделей и эквивалентных схем; | <i>владеет</i> навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами электронных схем навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами электронных схем |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| <b>Виды занятий</b>                     | Лекции;<br>Практические занятия;<br>Групповые консультации   | Практические занятия;<br>Индивидуальное задание;<br>Самостоятельная работа                         | Индивидуальное задание;<br>Самостоятельная работа |
| <b>Используемые средства оценивания</b> | Опрос на лекции;<br>Практическое задание (защита);<br>Контрольная работа;<br>Индивидуальное задание (защита);<br>Зачет | Практическое задание (выполнение, оформление);<br>Индивидуальное задание (выполнение, оформление); | Зачет   |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

| Показатели и критерии                        | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|--|---|---|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b>             | 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   |
| <b>Хорошо (базовый уровень)</b>              | 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 |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | обладает базовыми общими знаниями   | обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач  | работает при прямом наблюдении   |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Показатели и критерии            | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|----------------------------------|---|---|--|
| <b>Отлично (высокий уровень)</b> | <i>понимает</i> связь между параметрами и характеристиками эквивалентных схем приборов электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;<br><i>определяет</i> экспериментальными методами параметры эквивалентных схем приборов электроники и наноэлектроники;<br><i>физически аргументирует</i> выбор и план решения задачи;<br><i>графически иллюстрирует</i> задачу | <i>свободно применяет</i> методы решения нетиповых задач;<br><i>умеет</i> математически описывать связь между параметрами эквивалентных схем полупроводниковых приборов;<br><i>умеет</i> использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования устройств и установок электроники и наноэлектроники;<br><i>умеет</i> строить простейшие математические и физические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники | <i>свободно владеет</i> разными способами представления физической информации в графической и математической форме;<br><i>способен организовать</i> работу в междисциплинарной команде;<br><i>демонстрирует способность</i> корректно давать оценку проделанной работе;<br><i>классифицирует</i> устройства и установки электроники и наноэлектроники по их функциональному назначению |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <b>Хорошо</b><br>(базовый уровень)              | <i>распознает</i> эквивалентные схемы устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;<br><i>знает</i> принцип действия основных классов устройств электроники и наноэлектроники;<br><i>составляет</i> план решения задачи            | <i>самостоятельно подбирает</i> и готовит для эксперимента необходимое оборудование;<br><i>применяет</i> методы решения нетиповых задач;<br><i>умеет строить</i> простейшие физические и математические модели приборов электроники и наноэлектроники | <i>владеет</i> разными способами представлениями информации;<br><i>способен организовать</i> работу в междисциплинарной команде;<br><i>способен классифицировать</i> приборы и устройства электроники и наноэлектроники и элементы интегральных схем |
| <b>Удовлетворительно</b><br>(пороговый уровень) | <i>дает</i> определения основных понятий;<br><i>распознает</i> эквивалентные схемы основных устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;<br><i>знает</i> принцип действия основных классов приборов электроники и наноэлектроники | <i>умеет</i> работать со справочной литературой;<br><i>использует</i> приборы, указанные в описании лабораторной работы;<br><i>умеет</i> представлять результаты своей работы   | <i>владеет</i> терминологией в предметной области знания;<br><i>владеет</i> навыками практической работы с приборами электроники и наноэлектроники и элементами электронных схем   |

## 2.2 Компетенция ПСК-1

**ПСК-1** способность владеть современными методами расчета и проектирования изделий микроэлектроники и твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Содержание этапов формирования компетенции, виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                                  | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---|---|---|--|
| <b>Содержание этапов</b>                | <i>знать</i> устройство, принцип действия и основные характеристики основных элементов интегральных схем – биполярных и полевых транзисторов и особенности их работы в интегральных схемах; | <i>уметь</i> определять путем измерений и расчетов параметры пассивных и активных элементов интегральных схем;<br><i>уметь</i> экспериментально определять параметры твердотельных приборов и элементов микросистемной техники; | <i>владеет</i> навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами электронных схем |
| <b>Виды занятий</b>                     | Лекции;<br>Практические занятия;<br>Групповые консультации  | Практические занятия;<br>Индивидуальное задание;<br>Самостоятельная работа  | Индивидуальное задание;<br>Самостоятельная работа  |
| <b>Используемые средства оценивания</b> | Опрос на лекции;<br>Практическое задание (защита);<br>Контрольная работа;<br>Индивидуальное задание (защита);<br>Зачет  | Практическое задание (выполнение, оформление);<br>Индивидуальное задание (выполнение, оформление);  | Зачет  |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2 в п. 2.1.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.5.  
Таблица 2.5 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Показатели и критерии                           | Знать   | Уметь  | Владеть  |
|---|---|--|--|
| <b>Отлично</b><br>(высокий уровень)             | <i>понимает</i> связь между параметрами и характеристиками эквивалентных схем приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>называет</i> основные технические характеристики основных устройств и приборов электроники и нанoeлектроники;<br><i>аргументирует</i> выбор метода расчета основных параметров эквивалентных схем приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>физически аргументирует</i> выбор и план решения задачи;<br><i>графически иллюстрирует</i> задачу | <i>свободно применяет</i> методы решения нетиповых задач;<br><i>умеет</i> математически описывать связь между параметрами эквивалентных схем полупроводниковых приборов;<br><i>умеет выбирать</i> метод расчета основных параметров эквивалентных схем приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>умеет</i> использовать стандартные программные средства для проектирования приборов микроэлектроники и твердотельной электроники | <i>свободно владеет</i> разными способами представления физической информации в графической и математической форме;<br><i>владеет</i> современными методами расчета и проектирования приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>способен организовать</i> работу в междисциплинарной команде;<br><i>демонстрирует способность</i> корректно давать оценку проделанной работе;<br><i>классифицирует</i> устройства и установки электроники и нанoeлектроники по их функциональному назначению |
| <b>Хорошо</b><br>(базовый уровень)              | <i>знает</i> принцип действия основных приборов микроэлектроники и твердотельной электроники и их основные технические характеристики;<br><i>определяет</i> методы расчета параметров приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>составляет</i> план решения задачи   | <i>самостоятельно подбирает</i> и готовит для эксперимента необходимое оборудование;<br><i>применяет</i> методы решения нетиповых задач;<br><i>умеет рассчитывать</i> основные параметры приборов и устройств микроэлектроники и твердотельной электроники и их схем замещения   | <i>владеет</i> разными способами представлениями информации;<br><i>способен организовать</i> работу в междисциплинарной команде;<br><i>способен классифицировать</i> приборы и устройства микроэлектроники и твердотельной электроники и элементы интегральных схем  |
| <b>Удовлетворительно</b><br>(пороговый уровень) | <i>дает</i> определения основных понятий;<br><i>распознает</i> эквивалентные схемы основных устройств микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>знает</i> принцип действия основных классов приборов микроэлектроники и твердотельной электроники   | <i>умеет</i> работать со справочной литературой;<br><i>использует</i> приборы, указанные в описании лабораторной работы;<br><i>умеет</i> представлять результаты своей работы  | <i>владеет</i> терминологией в предметной области знания;<br><i>владеет</i> навыками практической работы с приборами микроэлектроники и твердотельной электроники  |

### 2.3 Компетенция ПСК-3

**ПСК-3** готовность к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Содержание этапов формирования компетенции, виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть  |
|----------------------------------|--|--|--|
| Содержание этапов                | <i>знать</i> функциональные электрические модели приборов и методы определения параметров моделей;                     | <i>уметь</i> производить выбор интегральной схемы для создания устройств микроэлектроники и твердотельной электроники; | <i>владеет</i> навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами электронных схем |
| Виды занятий                     | Лекции;<br>Практические занятия;<br>Групповые консультации   | Практические занятия;<br>Индивидуальное задание;<br>Самостоятельная работа   | Индивидуальное задание;<br>Самостоятельная работа  |
| Используемые средства оценивания | Опрос на лекции;<br>Практическое задание (защита);<br>Контрольная работа;<br>Индивидуальное задание (защита);<br>Зачет | Практическое задание (выполнение, оформление);<br>Индивидуальное задание (выполнение, оформление);                     | Зачет  |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2 в п. 2.1.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Показатели и критерии               | Знать  | Уметь   | Владеть   |
|-------------------------------------|--|---|---|
| <b>Отлично</b><br>(высокий уровень) | <i>понимает</i> разницу между функциональными и электрическими моделями приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>аргументирует</i> выбор метода определения параметров функциональных и электрических моделей приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>физически аргументирует</i> выбор и план решения по определению параметров моделей приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>графически иллюстрирует</i> основные зависимости функциональных и электрических моделей приборов микроэлектроники и твердотельной электроники | <i>свободно применяет</i> методы решения нетиповых задач;<br><i>умеет</i> математически описывать связь между параметрами электронной схемы;<br><i>умеет выбирать</i> метод расчета основных параметров электронной схемы, обеспечивая при этом высокую надежность электрических схем | <i>свободно владеет</i> разными способами представления физической информации в графической и математической форме;<br><i>способен организовать</i> работу в междисциплинарной команде;<br><i>демонстрирует способность</i> корректно давать оценку проделанной работе<br><i>проводит</i> опытно-конструкторские работы в области производства изделий микроэлектроники и твердотельной электроники |
| <b>Хорошо</b><br>(базовый уровень)  | <i>распознает</i> функциональные и электрические модели приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>знает</i> принцип действия функциональных и электрических моделей приборов микроэлектроники и твердотельной электроники   | <i>самостоятельно подбирает</i> и готовит для эксперимента необходимое оборудование;<br><i>применяет</i> методы решения нетиповых задач;<br><i>умеет рассчитывать</i> основные параметры электронных схем, обеспечивая при этом высокую надеж-  | <i>владеет</i> разными способами представлениями информации;<br><i>способен организовать</i> работу в междисциплинарной команде;<br><i>способен классифицировать</i> полупроводниковые приборы и элементы интегральных схем   |



|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | ки;<br><i>определяет</i> методы расчета параметров функциональных и электрических моделей приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>составляет</i> план решения задачи   | ность схем  |   |
| <b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b> | <i>дает</i> определения основных понятий;<br><i>распознает</i> функциональные и электрические модели приборов микроэлектроники и твердотельной электроники;<br><i>знает</i> принцип действия функциональных и электрических моделей приборов микроэлектроники и твердотельной электроники | <i>умеет</i> работать со справочной литературой;<br><i>использует</i> приборы, указанные в описании лабораторной работы;<br><i>умеет</i> представлять результаты своей работы | <i>владеет</i> терминологией в предметной области знания;<br><i>владеет</i> навыками практической работы с полупроводниковыми приборами и элементами электронных схем |

### 3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

– типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе: контрольные работы, индивидуальные задания, практические задания, самостоятельная работа, зачет.

#### 3.1 Контрольные работы

1. Расчет параметров биполярных транзисторов.
2. Расчет малосигнальных параметров и параметров эквивалентных схем биполярного транзистора.

#### 3.2 Индивидуальные задания

1. Физические параметры биполярного транзистора.
2. Малосигнальные параметры биполярного транзистора.
3. Полевые транзисторы.

#### 3.3 Темы для самостоятельной работы

1. Классификация интегральных микросхем.
2. Биполярные транзисторы интегральных схем.
3. Полевые транзисторы интегральных схем.
4. Пассивные элементы интегральных схем.
5. Логические элементы на биполярных и полевых транзисторах.
6. Элементы памяти.
7. Цифровые и аналоговые интегральные схемы.

#### 3.4 Зачет

1. Классификация интегральных микросхем по различным признакам.
2. Классификация интегральных микросхем по технологическим признакам: полупроводниковые, гибридные и прочие микросхемы.
3. Микросхемы на биполярных и МДП-элементах.
4. Цифровые и аналоговые микросхемы.
5. Интегральные микросхемы малой, средней и большой степени интеграции, сверхбольшие интегральные микросхемы.

6. Биполярный транзистор (БТ): определение, схемы включения, режимы работы.
7. Дрейфовый и бездрейфовый БТ.
8. Схема потоков носителей в БТ.
9. Внутренние параметры БТ:  $\gamma$ ,  $\alpha_P$ ,  $\alpha^*$ .
10. Внешние параметры БТ:  $\alpha$ ,  $\beta$ .
11. Статические характеристики БТ.
12. Усилительные свойства БТ.
13. Частотные параметры БТ.
14. Эквивалентная схема БТ.
15. БТ как четырехполюсник. Система  $y$ ,  $z$ ,  $h$  – параметров.
16. Мощные БТ.
17. Лавинный БТ.
18. Однопереходный транзистор.
19. Инжекционный транзистор.
20. Шумы в БТ.
21. Модель Эберса–Молла.
22. Классификация и маркировка БТ.
23. Полевые транзисторы (ПТ): определение, виды.
24. ПТ с управляющим переходом и барьером Шоттки.
25. ПТ с индуцированным и встроенным каналом.
26. Комплементарная пара. Параметры ПТ. Достоинства и недостатки.
27. Вертикальный МДП-транзистор.
28. ПТШ.
29. Тиристоры: определение, виды.
30. Принцип действия диодного тиристора.
31. Триодный тиристор.
32. Симметричный тиристор.
33. Полупроводниковые датчики, преобразователи.
34. Методы изоляции.
35. Многоэмиттерный и многоколлекторный БТ.
36. Вертикальный и горизонтальный транзистор.
37. Полупроводниковые резисторы, пленочные резисторы, конденсаторы и индуктивности, микрополосковые линии и элементы на их основе.
38. Классификация логических элементов.
39. Основные характеристики и параметры логических элементов.
40. Элементы транзисторно-транзисторной логики.
41. Элементы эмиттерно-связанной логики.
42. Логические элементы БИС с инжекционным питанием.
43. Элементы Шоттки-транзисторной логики и интегральной Шоттки-логики.
44. Инвертор на n-канальных МДП-транзисторах.
45. Инвертор на комплементарных транзисторах.
46. Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ.
47. Логические элементы динамического типа.
48. Логические элементы сверхскоростных микросхем на МЭП-транзисторах.
49. Элементы памяти статического типа на МДП-транзисторах.
50. Элементы памяти динамического типа на МДП-транзисторах.
51. Элементы микросхем репрограммируемых постоянных запоминающих устройств.
52. Элементы памяти на биполярных транзисторах.
53. Триггеры.
54. Полупроводниковые микросхемы памяти.
55. Микропроцессоры и микро-ЭВМ.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

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

##### 4.1 Основная литература

1. Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной тех-

ники. – Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2013. – 496 с. – [электронный ресурс]. – [http://lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=68&pl1\\_id=952](http://lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=68&pl1_id=952)

#### **4.2 Дополнительная литература**

1. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004. – 488 с. (224)
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. – М.: Высшая школа, 2006. – 480 с. (98)
3. Троян П.Е. Микроэлектроника. Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 346 с. (50)
4. Щука А.А. Электроника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 800 с. (3)

#### **4.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение**

1. Троян П.Е. Микроэлектроника. Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: ТУСУР, 2007. – 103 с. (50)

#### **4.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Образовательный портал в свободном доступе: «Физика, химия, математика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина» – Режим доступа: <http://www.ph4s.ru/>
2. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
3. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
4. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/>

