

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

Схемотехника ключевых устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Направленность (профиль): **Промышленная электроника**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

Курс: **3**

Семестр: **5, 6**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности    | 5 семестр | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                       | 4         | 4         | 8     | часов   |
| 2 | Практические занятия         | 2         | 2         | 4     | часов   |
| 3 | Лабораторные работы          |           | 8         | 8     | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий     | 6         | 14        | 20    | часов   |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 2         | 3         | 5     | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа       | 66        | 85        | 151   | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)         | 72        | 99        | 171   | часов   |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена  |           | 9         | 9     | часов   |
| 9 | Общая трудоемкость           | 72        | 108       | 180   | часов   |
|   |                              | 5.0       |           | 5.0   | З.Е     |

Контрольные работы: 6 семестр - 1

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

профессор каф. ПрЭ \_\_\_\_\_ С. Г. Михальченко

доцент каф. ПрЭ \_\_\_\_\_ В. А. Скворцов

Заведующий обеспечивающей каф.  
ПрЭ

\_\_\_\_\_ С. Г. Михальченко

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

Декан ЗиВФ \_\_\_\_\_ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.  
ПрЭ

\_\_\_\_\_ С. Г. Михальченко

Эксперт:

профессор каф. ПрЭ \_\_\_\_\_ Н. С. Легостаев

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

ознакомление с основными направлениями современной схемотехники ключевых устройств; приобретение навыков схемотехнического моделирования и проектирования микросхем различной степени интеграции; знаний по расчету, моделированию и разработке импульсно-модуляционных преобразователей и систем управления коммутационными элементами.

### 1.2. Задачи дисциплины

- формирование знаний о предмете, принципах, современных и перспективных направлениях, математическом аппарате схемотехники ключевых устройств;
- приобретение знаний о назначении, характеристиках и параметрах цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции;
- формирование навыков синтеза, расчета, анализа и моделирования систем управления коммутационными элементами и импульсно-модуляционными преобразователями с использованием средств автоматизированного проектирования и экспериментальных исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Схемотехника ключевых устройств» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Аналоговая электроника.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Методы анализа и расчета электронных схем, Микропроцессорные устройства и системы, Основы преобразовательной техники, Схемотехника, Энергетическая электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;
- ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** предмет и принципы схемотехники ключевых устройств как раздела микроэлектроники; функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение аналоговых и цифровых интегральных микросхем, коммутационных полупроводниковых приборов; особенности применения интегральных микросхем в качестве систем управления полупроводниковыми приборами различного функционального назначения
- **уметь** решать задачи анализа, синтеза, расчета и оптимизации характеристик электрических цепей импульсно-модуляционного типа; определять характеристики и параметры интегральных микросхем, используемых в цепях управления ключевыми устройствами; выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств импульсно-модуляционного типа в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
- **владеть** методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств; методами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области силовой и информационной электроники

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                     | Всего часов | Семестры  |           |
|---|-------------|-----------|-----------|
|   |             | 5 семестр | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                    | 20          | 6         | 14        |
| Лекции  | 8           | 4         | 4         |
| Практические занятия                          | 4           | 2         | 2         |
| Лабораторные работы                           | 8           |           | 8         |
| Из них в интерактивной форме                  | 5           | 2         | 3         |
| Самостоятельная работа (всего)                | 151         | 66        | 85        |
| Оформление отчетов по лабораторным работам    | 19          |           | 19        |
| Проработка лекционного материала              | 52          | 26        | 26        |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 60          | 40        | 20        |
| Выполнение контрольных работ                  | 20          |           | 20        |
| Всего (без экзамена)                          | 171         | 72        | 99        |
| Подготовка и сдача экзамена                   | 9           |           | 9         |
| Общая трудоемкость ч                          | 180         | 72        | 108       |
| Зачетные Единицы                              | 5.0         | 5.0       |           |

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины                   | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экз.) | Формируемые компетенции |
|--|--------|----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>                               |        |                      |                     |                        |                        |                         |
| 1 Схемы включения полупроводников транзисторов | 4      | 2                    | 0                   | 66                     | 72                     | ОПК-3, ПК-2, ПК-5       |
| Итого за семестр                               | 4      | 2                    | 0                   | 66                     | 72                     |                         |
| <b>6 семестр</b>                               |        |                      |                     |                        |                        |                         |
| 2 Полупроводниковые ключевые преобразователи   | 4      | 2                    | 8                   | 85                     | 99                     | ОПК-3, ПК-2, ПК-5       |
| Итого за семестр                               | 4      | 2                    | 8                   | 85                     | 99                     |                         |
| Итого  | 8      | 4                    | 8                   | 151                    | 171                    |                         |

## 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 |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>                               |   |                 |                         |
| 1 Схемы включения полупроводников транзисторов | Схемы включения полупроводников транзисторов. Режимы работы усилительных каскадов. Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства.  | 2               | ОПК-3, ПК-2, ПК-5       |
|  | Компаратор. Таймер, его структура и схемы включения.  | 2               |                         |
|  | Итого   | 4               |                         |
| Итого за семестр                               |   | 4               |                         |
| <b>6 семестр</b>                               |   |                 |                         |
| 2 Полупроводниковые ключевые преобразователи   | Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифроаналоговых и аналого-цифровых преобразователей. Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики.  | 2               | ОПК-3, ПК-2, ПК-5       |
|  | Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления. Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей. Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором. | 2               |                         |
|  | Итого   | 4               |                         |
| Итого за семестр                               |   | 4               |                         |
| Итого  |   | 8               |                         |

## 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 |
| <b>Предшествующие дисциплины</b>   |   |   |
| 1 Аналоговая электроника   | +   | + |
| <b>Последующие дисциплины</b>  |   |   |
| 1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | +   | + |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 Методы анализа и расчета электронных схем | + | + |
| 3 Микропроцессорные устройства и системы    |   |   |
| 4 Основы преобразовательной техники         | + | + |
| 5 Схемотехника                              | + |   |
| 6 Энергетическая электроника                | + | + |

**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       | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |   |
| ОПК-3       | +            | +                    | +                   | +                      | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Отчет по практическому занятию |
| ПК-2        | +            | +                    | +                   | +                      | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Отчет по практическому занятию |
| ПК-5        | +            | +                    | +                   | +                      | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Отчет по практическому занятию |

### 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 практические занятия | Интерактивные лекции | Интерактивные лабораторные занятия | Всего |
|--|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------|
| 5 семестр  |                                    |                      |                                    |       |
| Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением | 1                                  | 1                    |                                    | 2     |
| Итого за семестр:  | 1                                  | 1                    | 0                                  | 2     |
| 6 семестр  |                                    |                      |                                    |       |
| Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением | 1                                  | 1                    | 1                                  | 3     |

|                   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|
| Итого за семестр: | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Итого             | 2 | 2 | 1 | 5 |

### 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 |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 6 семестр                                    |  |                 |                         |
| 2 Полупроводниковые ключевые преобразователи | Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах (Электронный ключ).                    | 4               | ОПК-3,<br>ПК-2,<br>ПК-5 |
|  | Генерация импульсной последовательности. Частота, скважность, относительная длительность. Измерение высокочастотных сигналов | 4               |                         |
|  | Итого  | 8               |                         |
| Итого за семестр                             |  | 8               |                         |
| Итого  |  | 8               |                         |

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов                              | Наименование практических занятий (семинаров)   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| 5 семестр                                      |   |                 |                         |
| 1 Схемы включения полупроводников транзисторов | Расчет схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ и их свойства. Моделирование схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ при вариации их свойств и параметров. | 2               | ОПК-3,<br>ПК-2,<br>ПК-5 |
|  | Итого   | 2               |                         |
| Итого за семестр                               |   | 2               |                         |
| 6 семестр                                      |   |                 |                         |
| 2 Полупроводниковые ключевые преобразователи   | Расчет схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д. Свойства и специфика работы. Моделирование схем усилительных каскадов.                | 2               | ОПК-3,<br>ПК-2,<br>ПК-5 |
|  | Итого   | 2               |                         |
| Итого за семестр                               |   | 2               |                         |
| Итого  |   | 4               |                         |

## 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов                              | Виды самостоятельной работы                   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля  |
|--|---|-----------------|-------------------------|---|
| <b>5 семестр</b>                               |   |                 |                         |   |
| 1 Схемы включения полупроводников транзисторов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 40              | ОПК-3, ПК-2, ПК-5       | Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа   |
|  | Проработка лекционного материала              | 26              |                         |   |
|  | Итого   | 66              |                         |   |
| Итого за семестр                               |   | 66              |                         |   |
| <b>6 семестр</b>                               |   |                 |                         |   |
| 2 Полупроводниковые ключевые преобразователи   | Выполнение контрольных работ                  | 20              | ОПК-3, ПК-2, ПК-5       | Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Проверка контрольных работ, Расчетная работа |
|  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20              |                         |   |
|  | Проработка лекционного материала              | 26              |                         |   |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 19              |                         |   |
|  | Итого   | 85              |                         |   |
| Итого за семестр                               |   | 85              |                         |   |
|  | Подготовка и сдача экзамена                   | 9               |                         | Экзамен   |
| Итого  |   | 160             |                         |   |

### 9.1. Темы контрольных работ

1. Импульс. Импульсная последовательность. Частота, скважность, относительная длительность.
2. Переходные процессы, апериодические звенья
3. Ключ с ОЭ. Ключ звезда. Процессы в биполярном транзисторе в режиме ключа. Насыщение транзистора. Многокаскадные усилители класса D и методика их расчетов.
4. Основные параметры цифровых интегральных схем.
5. Триггер с эмиттерной связью. Формирование логических уровней RS- триггер на дискретных элементах. Варианты схем управления. Методика проектирования.
6. Ждущий мультивибратор на биполярных транзисторах. Принцип действия, методика расчета. Варианты схем автоколебательных мультивибраторов. Принцип действия, методика расчета.
7. Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг генераторы. Режимы работы. Варианты схем, методика расчета.
8. Однотактный таймер 1006ВИ1
9. Элементы с отрицательным сопротивлением. Однопереходный транзистор и его применение. Варианты схем на ОПТ, методики расчета.
10. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
11. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
12. Матрицы ЗУ, преобразование кода в напряжение.



13. ШИМ преобразователь. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.

14. Источники питания на основе ключевых схем. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета. Формирование алгоритмов управления ключевыми источниками питания.

### **9.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

1. Расчет и моделирование схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ при вариации их свойств и параметров

2. Расчет и моделирование схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д. Свойства и специфика работы.

### **10. Курсовая работа (проект)**

Не предусмотрено РУП

### **11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов**

Не предусмотрено

### **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **12.1. Основная литература**

1. Элементы аналоговой схемотехники: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2015. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4965>, дата обращения: 21.05.2017.

2. Саюн В.М., Топор А.В., Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 193 с. [Электронный ресурс]. - <http://www.ie.tusur.ru/docs/ac.zip>

#### **12.2. Дополнительная литература**

1. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. - 2014. 238 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4289>, дата обращения: 21.05.2017.

2. Шарапов А.В. Микроэлектроника: Уч. пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 138 с. [Электронный ресурс]. - <http://www.ie.tusur.ru/docs/mel.zip>

3. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : учебное пособие для вузов: в 2 т. / ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 - . - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0341-0. Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 386-389. - ISBN 978-5-9963-0335-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

#### **12.3 Учебно-методические пособия**

##### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника. Руководство к организации самостоятельной работы. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 83 с. Лабораторный практикум: стр.18 – 38. Практические занятия: стр. 38 – 50. [Электронный ресурс]. - <http://www.ie.tusur.ru/docs/ac.zip>

2. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210104 / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: ТУСУР, 2007. – 46 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

##### **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. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем:

[http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/inform\\_resources/inform\\_retrieval\\_system/](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/)

2. Информационно-справочная и поисковая система: [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru)

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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

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

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

##### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 320. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска интерактивная с проектором; Коммутатор; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron - 12 шт. Специализированные стенды для проведения практических работ по моделированию ключевых преобразователей и их систем управления - 12 шт. Измерительное оборудование - 12 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

##### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 320. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска интерактивная с проектором; Коммутатор; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron - 12 шт. Специализированные стенды для проведения практических работ по моделированию ключевых преобразователей и их систем управления - 12 шт. Измерительное оборудование - 12 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

##### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 3 этаж, ауд. 320. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска интерактивная с проектором; Коммутатор; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron - 12 шт. Специализированные стенды для проведения практических работ по моделированию ключевых преобразователей и их систем управления - 12 шт. Измерительное оборудование - 12 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **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 зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

## **14. Фонд оценочных средств**

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

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

Лабораторный практикум необходимо проводить в специализированной лаборатории. Этому требованию отвечает лаборатория 302 корпуса ФЭТ (12 раб.мест) и аудитория 311 корпуса ФЭТ (16 раб. мест), специально выделенные для проведения занятий со студентами по практической электронике, оснащена рабочими столами, источниками питания, осциллографами, паяльными станциями и другим оборудованием.

При выполнении индивидуального задания необходимо пользоваться справочным порталом: [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru)

### **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**

**Схемотехника ключевых устройств**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль): **Промышленная электроника**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

Курс: **3**

Семестр: **5, 6**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- профессор каф. ПрЭ С. Г. Михальченко
- доцент каф. ПрЭ В. А. Скворцов

Экзамен: 6 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-5  | готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования                                       | Должен знать предмет и принципы схемотехники ключевых устройств как раздела микроэлектроники; функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение аналоговых и цифровых интегральных микросхем, коммутационных полупроводниковых приборов; особенности применения интегральных микросхем в качестве систем управления полупроводниковыми приборами различного функционального назначения;                         |
| ПК-2  | способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения | Должен уметь решать задачи анализа, синтеза, расчета и оптимизации характеристик электрических цепей импульсно-модуляционного типа; определять характеристики и параметры интегральных микросхем, используемых в цепях управления ключевыми устройствами; выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств импульсно-модуляционного типа в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; |
| ОПК-3 | способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей   | Должен владеть методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств; методами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области силовой и информационной электроники;                                    |

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  | Обладает диапазоном практических умений,  | Берет ответственность за завершение задач в                          |

|  |                                      |  |  |
|--|--------------------------------------|--|--|
|  | понятия в пределах изучаемой области | требуемых для решения определенных проблем в области исследования    | исследования, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительный (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-5

ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

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                | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия, позволяющие выполнять расчет и проектирование ключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования ключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования   | Выполняет расчет и проектирование ключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Отчет по практическому</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Отчет по практическому</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                             |

|  |                        |                        |  |
|--|------------------------|------------------------|--|
|  | занятию;<br>• Экзамен; | занятию;<br>• Экзамен; |  |
|--|------------------------|------------------------|--|

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.  
Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает фактическими и теоретическими знаниями, позволяющими выполнять расчет и проектирование ключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования ключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Выполняет расчет и проектирование ключевых устройств и их систем управления в соответствии с техническим заданием, производит анализ, способен предлагать технологические решения;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Знает факты, принципы, процессы, общие понятия, позволяющие выполнять расчет и проектирование ключевых устройств в соответствии с техническим заданием;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования ключевых устройств в соответствии с техническим заданием;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Выполняет расчет и проектирование ключевых устройств и их систем управления в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;</li> </ul>           |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает базовыми общими знаниями в области расчета и проектирования ключевых устройств;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает основными умениями, требуемыми для расчета и проектирования ключевых устройств силовой электроники;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>При прямом наблюдении выполняет расчет и проектирование ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизации проектирования;</li> </ul>                           |

## 2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

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 | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия экспериментального исследования | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для реализации на практике эффективной методики | Реализовывает на практике эффективную методику экспериментального исследования |



|                                  |  |  |   |
|----------------------------------|--|--|---|
|                                  | параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения   | экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения   | параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                             |

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь   | Владеть   |
|---------------------------|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения с пониманием границ применимости;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, способен к</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, реализовывает на практике наиболее эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</li> </ul> |

|                                       |  |  |   |
|---------------------------------------|--|--|---|
|                                       |  | абстрактному анализу проблем;  |   |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Знает факты, принципы, процессы, общие понятия экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает диапазоном практических умений, требуемых для реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Реализовывает на практике заданную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</li> </ul>                   |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает базовыми общими знаниями экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>При прямом наблюдении реализует на практике заданную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</li> </ul> |

### 2.3 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать  | Уметь   | Владеть  |
|-------------------|--|---|--|
| Содержание этапов | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и | Решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного |

|                                  |  |  |   |
|----------------------------------|--|--|---|
|                                  | использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования электронной аппаратуры  | их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования   | проектирования, владеет методами экспериментального исследования электронной аппаратуры   |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                             |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.  
Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать  | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|--|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования электронной аппаратуры;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования электронной аппаратуры;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования электронной аппаратуры;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты,</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Решает задачи</li> </ul>  |

|                                       |  |   |  |
|---------------------------------------|--|---|--|
| уровень)                              | принципы, процессы, общие понятия в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;   | практических умений, требуемых для решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;   | анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования;                             |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• При прямом наблюдении решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;</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 Темы контрольных работ

- Импульс. Импульсная последовательность. Частота, скважность, относительная длительность.
- Переходные процессы, аperiodические звенья
- Ключ с ОЭ. Ключ звезда. Процессы в биполярном транзисторе в режиме ключа. насыщение транзистора. Многокаскадные усилители класса D и методика их расчетов.
- Основные параметры цифровых интегральных схем.
- Триггер с эмиттерной связью. Формирование логических уровней RS- триггер на дискретных элементах. Варианты схем управления. Методика проектирования.
- Ждущий мультивибратор на биполярных транзисторах. Принцип действия, методика расчета. Варианты схем автоколебательных мультивибраторов. Принцип действия, методика расчета.
- Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг генераторы. Режимы работы. Варианты схем, методика расчета.
- Однотактный таймер 1006ВИ1
- Элементы с отрицательным сопротивлением. Однопереходный транзистор и его применение. Варианты схем на ОПТ, методики расчета.
- Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
- Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
- Матрицы ЗУ, преобразование кода в напряжение.
- ШИМ преобразователь. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
- Источники питания на основе ключевых схем. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета. Формирование алгоритмов управления ключевыми источниками питания.

### 3.2 Темы опросов на занятиях

- Схемы включения полупроводников транзисторов. Режимы работы усилительных каскадов. Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства.
- Компаратор. Таймер, его структура и схемы включения.
- Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифроаналоговых и аналого-цифровых преобразователей. Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики.
- Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления. Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей. Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором.

### 3.3 Темы контрольных работ

- Импульс. Импульсная последовательность. Частота, скважность, относительная длительность.
- Переходные процессы, апериодические звенья
- Ключ с ОЭ. Ключ звезда. Процессы в биполярном транзисторе в режиме ключа. Насыщение транзистора. Многокаскадные усилители класса D и методика их расчетов.
- Основные параметры цифровых интегральных схем.
- Триггер с эмиттерной связью. Формирование логических уровней RS- триггер на дискретных элементах. Варианты схем управления. Методика проектирования.
- Ждущий мультивибратор на биполярных транзисторах. Принцип действия, методика расчета. Варианты схем автоколебательных мультивибраторов. Принцип действия, методика расчета.
- Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг генераторы. Режимы работы. Варианты схем, методика расчета.
- Однотактный таймер 1006ВИ1
- Элементы с отрицательным сопротивлением. Однопереходный транзистор и его применение. Варианты схем на ОПТ, методики расчета.
- Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
- Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
- Матрицы ЗУ, преобразование кода в напряжение.
- ШИМ преобразователь. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
- Источники питания на основе ключевых схем. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета. Формирование алгоритмов управления ключевыми источниками питания.

### 3.4 Экзаменационные вопросы

- Схемотехника как раздел силовой электроники, принципы и основные направления схемотехники, термины и определения. Этапы схемотехнического проектирования электронных устройств.
- Принципы аналоговой схемотехники, основные и специальные аналоговые функции, классификация аналоговых интегральных схем.
- Интегральные операционные усилители.
- Инструментальные аналоговые интегральные схемы.
- Транзисторный ключ. Свойства, схемы включения, методика расчета.
- Режимы работы усилительных каскадов.
- Составные транзисторы.
- Источники постоянного тока.
- Источники постоянного напряжения.
- Дифференциальные усилители.
- Интегральные операционные усилители.
- Основные свойства операционных усилителей.
- Характеристики и параметры операционных усилителей.

- Компараторы напряжения, характеристики компараторов, компараторы с положительной обратной связью.
- Схемотехника компараторов.
- Таймер, его структура и схемы включения.
- Ключи коммутаторы аналоговых сигналов.
- Коммутаторы аналоговых сигналов для цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.
- Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии.
- Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии.
- Драйверы для одно ключевых и полумостовых преобразователей.
- Драйверы для управления полевым транзистором.
- Драйверы для управления биполярным транзистором.
- Формирование алгоритмов управления драйверами.

### **3.5 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

- Расчет и моделирование схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ при вариации их свойств и параметров
- Расчет и моделирование схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д. Свойства и специфика работы.

### **3.6 Темы расчетных работ**

- Синтез и анализ микросхемных комбинационных цифровых устройств;
- Логические элементы. Шифраторы и дешифраторы;
- Мультиплексоры и демультимплексоры;
- Цифровые сумматоры;
- Цифровые компараторы;
- Синтез и анализ микросхемных последовательностных цифровых устройств;
- Триггеры;
- Регистры памяти и сдвига;
- Счетчики

### **3.7 Темы лабораторных работ**

- Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах (Электронный ключ).
- Генерация импульсной последовательности. Частота, скважность, относительная длительность. Измерение высокочастотных сигналов

## **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. Элементы аналоговой схемотехники: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2015. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4965>, свободный.
2. Саюн В.М., Топор А.В., Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 193 с. [Электронный ресурс]. - <http://www.ie.tusur.ru/docs/ac.zip>

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. - 2014. 238 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4289>, свободный.

2. Шарапов А.В. Микроэлектроника: Уч. пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 138 с. [Электронный ресурс]. - <http://www.ie.tusur.ru/docs/mel.zip>

3. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : учебное пособие для вузов: в 2 т. / ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 - . - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0341-0. Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 386-389. - ISBN 978-5-9963-0335-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника. Руководство к организации самостоятельной работы. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 83 с. Лабораторный практикум: стр.18 – 38. Практические занятия: стр. 38 – 50. [Электронный ресурс]. - <http://www.ie.tusur.ru/docs/ac.zip>

2. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210104 / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: ТУСУР, 2007. – 46 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

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

1. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем: [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/inform\\_resources/inform\\_retrieval\\_system/](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/)

2. Информационно-справочная и поисковая система: [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru)