**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Схемотехника ключевых устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9, 10**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 8 семестр | 9 семестр | 10 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 4 | 6 | 4 | 14 | часов |
| 2 | Практические занятия | 2 | 6 | 4 | 12 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | | 4 | 12 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 6 | 16 | 20 | 42 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 66 | 20 | 43 | 129 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 72 | 36 | 63 | 171 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | | | 9 | 9 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 72 | 36 | 72 | 180 | часов |
| | | | | | 5.0 | З.Е. |

Контрольные работы: 10 семестр - 1
Экзамен: 10 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 33834

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 50 от « 26 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 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 дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан ЗиВФ | _____ | И. В. Осипов |
| Заведующий выпускающей каф. ПрЭ | _____ | С. Г. Михальченко |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| профессор каф. ПрЭ | _____ | Н. С. Легостаев |
| Доцент кафедры промышленной электроники (ПрЭ) | _____ | Д. О. Пахмурин |

Согласована на портале № 33834

## 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.7.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговая электроника, Методы анализа и расчета электронных схем, Основы преобразовательной техники, Основы проектирования электронной компонентной базы, Схемотехника, Теоретические основы электротехники, Энергетическая электроника, Схемотехника ключевых устройств.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Конструирование электронных устройств, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Проектирование устройств управления, Схемотехника ключевых устройств.

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

– ПК-7 готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

В результате изучения дисциплины обучающийся 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

Согласована на портале № 33834

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 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 8 семестр | 9 семестр | 10 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 42 | 6 | 16 | 20 |
| Лекции | 14 | 4 | 6 | 4 |
| Практические занятия | 12 | 2 | 6 | 4 |
| Лабораторные работы | 16 | | 4 | 12 |
| Самостоятельная работа (всего) | 129 | 66 | 20 | 43 |
| Выполнение контрольных работ | 10 | | | 10 |
| Всего (без экзамена) | 171 | 72 | 36 | 63 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | | | 9 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 72 | 36 | 72 |
| Зачетные Единицы | 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 | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | | | |
| 1 Схемы включения полупроводников транзисторов | 4 | 2 | 0 | 66 | 72 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 |
| Итого за семестр | 4 | 2 | 0 | 66 | 72 | |
| 9 семестр | | | | | | |
| 2 Полупроводниковые ключевые преобразователи | 6 | 6 | 4 | 20 | 36 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 |
| Итого за семестр | 6 | 6 | 4 | 20 | 36 | |
| 10 семестр | | | | | | |
| 3 Драйверы для силовых полупроводниковых коммутационных элементов | 4 | 4 | 12 | 43 | 63 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 |
| Итого за семестр | 4 | 4 | 12 | 43 | 63 | |
| Итого | 14 | 12 | 16 | 129 | 171 | |

Согласована на портале № 33834

### 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 |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Схемы включения полупроводников транзисторов | Схемы включения полупроводников транзисторов. Режимы работы усилительных каскадов. | 2 | ПК-5, ПК-7, ОПК-3 |
| | Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства. | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 9 семестр | | | |
| 2 Полупроводниковые ключевые преобразователи | Компаратор. Таймер, его структура и схемы включения. | 2 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 |
| | Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифроаналоговых и аналого-цифровых преобразователей. | 2 | |
| | Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики. Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления. | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 6 | |
| 10 семестр | | | |
| 3 Драйверы для силовых полупроводниковых коммутационных элементов | Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей. Свойства, характеристики, структура | 2 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 |
| | Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 14 | |

### 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.

Согласована на портале № 33834

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Предшествующие дисциплины | | | |
| 1 Аналоговая электроника | + | + | + |
| 2 Методы анализа и расчета электронных схем | + | + | + |
| 3 Основы преобразовательной техники | + | + | + |
| 4 Основы проектирования электронной компонентной базы | + | + | + |
| 5 Схемотехника | + | + | + |
| 6 Теоретические основы электротехники | + | + | + |
| 7 Энергетическая электроника | + | + | + |
| 8 Схемотехника ключевых устройств | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | |
| 1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | + | + | + |
| 2 Конструирование электронных устройств | + | + | + |
| 3 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | + | + | + |
| 4 Проектирование устройств управления | + | + | + |
| 5 Схемотехника ключевых устройств | + | + | + |

**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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-3 | + | + | + | + | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ПК-5 | + | + | + | + | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ПК-7 | + | + | + | + | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию |

Согласована на портале № 33834

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | |
| 2 Полупроводниковые ключевые преобразователи | Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах (Электронный ключ). | 2 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 |
| | Схемы включения полупроводников транзисторов. Расчет и практическая реализация режимов работы усилительного каскада. Схемы включения ОУ. | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 10 семестр | | | |
| 3 Драйверы для силовых полупроводниковых коммутационных элементов | Использование таймера 1006ВИ1. Таймер, его структура и схемы включения. | 4 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 |
| | Создание аналоговой системы управления одноключевого преобразователя. Принцип работы, вычисление и получение на лабораторном макете рабочих характеристик | 4 | |
| | Проектирование и настройка драйверов для коммутации силовых ключей в одноключевых преобразователях | 4 | |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| Итого | | 16 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 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, ПК-5, ПК-7 |

Согласована на портале № 33834

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 2 | |
| 9 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, ПК-5, ПК-7 |
| | Расчет компаратора. Схемотехника таймера методика расчета и схемы включения | 2 | |
| | Схемотехника ключей – коммутаторов аналоговых сигналов и методика расчета и схемы включения. Работа одноключевых преобразователей и формирование их алгоритмов управления | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 6 | |
| 10 семестр | | | |
| 3 Драйверы для силовых полупроводниковых коммутационных элементов | Работа полумостовых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. | 2 | ОПК-3, ПК-7, ПК-5 |
| | Схемотехника драйверов, методика расчета и схемы включения. Свойства полевого транзистора и комплекс мероприятий по обеспечению режима Д | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 12 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| 1 Схемы включения полупроводников транзисторов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 40 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 | Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 26 | | |
| | Итого | 66 | | |
| Итого за семестр | | 66 | | |
| 9 семестр | | | | |
| 2 Полупроводниковые ключевые преобразователи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |

Согласована на портале № 33834

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | занятию, Тест |
| | Итого | 20 | | |
| Итого за семестр | | 20 | | |
| 10 семестр | | | | |
| 3 Драйверы для силовых полупроводниковых коммутационных элементов | Выполнение контрольных работ | 10 | ОПК-3, ПК-5, ПК-7 | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 7 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 24 | | |
| | Итого | 43 | | |
| Итого за семестр | | 43 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 138 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. 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] - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/svm/as_up.doc (дата обращения: 27.06.2018).

2. Герасимов В.М., Скворцов В.А. Электронные цепи и микросхемотехника. Часть 2. Схемотехника ключевых устройств формирования и преобразования сигналов: Уч. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2004 – 209 с. ISBN 5-86889-118-X (Ч.2) ISBN 5-86889-116-3 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/sva/st1.pdf (дата обращения: 27.06.2018).

### 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: 27.06.2018).

2. 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.)

3. Элементы аналоговой схемотехники: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2015. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4965 (дата обращения: 27.06.2018).

Согласована на портале № 33834

### 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.9 – 15. Практические занятия: стр. 16 – 34. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/svm/as_rsr.doc (дата обращения: 27.06.2018).

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/
2. Информационно-справочная и поисковая система: www.complexdoc.ru

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное 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 демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория электротехники и электроники

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 302б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры – 12 шт.;
- Осциллограф АСК 1021 – 6 шт.;
- Генератор прямоугольных импульсов – 6 шт.;
- Источник питания 9В, 2А – 6 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Аналоговая электроника» – 12 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Схемотехника» – 16 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Магнитные элементы электронных устройств» – 2 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 33834

Программное обеспечение:
- 7-Zip
- ASIMEC
- Far Manager
- Google Chrome
- LTspice 4
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad13, 14
- STDU viewer 1.6.375
- Windows XP Pro

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория электротехники и электроники

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 302б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры – 12 шт.;
- Осциллограф АСК 1021 – 6 шт.;
- Генератор прямоугольных импульсов – 6 шт.;
- Источник питания 9В, 2А – 6 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Аналоговая электроника» – 12 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Схемотехника» – 16 шт.;
- Лабораторные макеты по курсу «Магнитные элементы электронных устройств» – 2 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip
- ASIMEC
- Far Manager
- Google Chrome
- LTspice 4
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad13, 14
- STDU viewer 1.6.375
- Windows XP Pro

**13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Согласована на портале № 33834

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. Какие основные различия биполярных и полевых транзисторов следует учитывать при использовании их в качестве электронных ключей? Отметьте правильные варианты ответов:
   • тип структуры ключевого транзистора;
   • тип его проводимости;
   • состояние силовых выводов в открытом состоянии (высокий или нулевой потенциал);
   • наличие трансформаторной развязки.

2. Интегральный таймер 1006ВИ1 является
   • Многотактным
   • Однотактным
   • Программируемым
   • Двухтактным

3. Чем определяется стабильность выходного напряжения в стабилизаторах напряжения?
   • Постоянной времени контура ОС
   • Демпфирующим звеном
   • Коэффициентом ОС
   • Устройством сравнения

4. Широтно-импульсная модуляция, это…
   • изменение фазы сигнала с помощью модулируемого сигнала;
   • изменение амплитуды сигнала с помощью модулируемого сигнала;
   • изменение ширины импульса с помощью обратной связи;
   • изменение частоты с помощью амплитуды сигнала.

Согласована на портале № 33834

5. Основная цель усилителя мощности состоит в том, чтобы
- отдать нагрузке заданную мощность
- стабилизировать выходное напряжение
- стабилизировать выходную мощность
- стабилизировать потребляемый ток

6. Параметры импульсных сигналов
- Амплитуда, частота.
- Длительность, скважность импульсов.
- Относительная длительность импульсов, частота, время фронта
- Амплитуда, длительность, время фронтов, спад вершины

7. Что такое частота импульсной последовательности?
- f = ти.
- f = 1/t.
- f = 1/ти.
- f = ти/T.

8. Назначение компараторов
- Усиление сигналов
- Сравнение сигналов по уровню
- Сравнение сигналов по частоте
- Ослабление сигналов

9. Крутизна вольтамперной характеристики является основным параметром:
- биполярного транзистора;
- диода;
- полевого транзистора;
- катушки индуктивности.

10. Характеристика пропорционального режима работы транзистора
- Наличие тока коллектор-эмиттерного перехода
- Наличие базового тока
- Обеспечение транзистором пропорционального изменения тока коллектора по отношению к базовому току
- Изменение напряжения коллектор-эмиттерного перехода

11. Свойства эмиттерного повторителя. Отметьте правильные варианты ответов:
- Усиливает по напряжению.
- Усиливает по току.
- Преобразует выходное сопротивление
- Ослабляет выходной ток

12. Свойства усилительного каскада с общим эмиттером. Отметьте правильные варианты ответов:
- Повторяет входное напряжение
- Преобразует выходное сопротивление.
- Усиливает по току
- Усиливает по напряжению

13. Задачи, решаемые стабилизатором тока
- Поддерживает неизменным ток в выходной цепи
- Поддерживает неизменным выходное напряжение при изменении входного
- Обеспечивает неизменность выходной мощности
- Обеспечивает постоянство сопротивления нагрузки

14. Усилительный каскад, на котором может быть выполнен стабилизатор тока
- Усилительный каскад с общим эмиттером
- Усилительный каскад с общей базой
- Усилительный каскад с общим коллектором

Согласована на портале № 33834

• Дифференциальный каскад

15. Обратная связь, обеспечивающая заданный коэффициент передачи
    • Положительная ОС.
    • Отрицательная ОС.
    • Параллельная ОС
    • Последовательная ОС

16. Назначение таймера
    • Задание временных интервалов
    • Отсчет времени
    • Изменение временных интервалов
    • Формирование уровней сигналов

17. Назначение микросхем с открытым коллектором
    • Повышение помехозащищенности
    • Обеспечение согласования с внешними устройствами
    • Повышение нагрузочной способности
    • Обеспечение сигнализации состояний

18. Ослабление сигнала на не резонансных частотах резонансного усилителя зависит от:
    • коэффициента усиления;
    • добротности резонансного контура;
    • выходного сопротивления;
    • входного сопротивления.

19. Чем характеризуется ключевой режим работы транзистора
    • Сопротивление ключа стремится к нулю
    • Время включения и выключения ключа стремится к нулю
    • Минимальная статическая мощность рассеивания
    • Наличие коэффициента насыщения

20. Отрицательная обратная связь в усилителях используется с целью…
    • повышения стабильности усилителя;
    • повышения коэффициента усилителя;
    • повышения размеров усилителя;
    • снижения напряжения питания.

### 14.1.2. 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.

Согласована на портале № 33834

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.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Синтез и анализ микроэлектронных комбинационных цифровых устройств;

Логические элементы. Шифраторы и дешифраторы;

Мультиплексоры и демультиплексоры;

Цифровые сумматоры;

Цифровые компараторы;

Синтез и анализ микроэлектронных последовательностных цифровых устройств;

Триггеры;

Регистры памяти и сдвига;

Счетчики

### 14.1.4. Темы опросов на занятиях

Схемы включения полупроводников транзисторов. Режимы работы усилительных каскадов.

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.

Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства.

Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей. Свойства, характеристики, структура

Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором

### 14.1.5. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Расчет схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ и их свойства. Моделирование схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ при вариации их свойств и параметров.

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

Расчет компаратора. Схемотехника таймера методика расчета и схемы включения

Схемотехника ключей – коммутаторов аналоговых сигналов и методика расчета и схемы включения. Работа одноключевых преобразователей и формирование их алгоритмов управления

Работа полумостовых преобразователей и формирование их алгоритмов управления.

Схемотехника драйверов, методика расчета и схемы включения. Свойства полевого транзистора и комплекс мероприятий по обеспечению режима Д.

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах (Электронный ключ).

Схемы включения полупроводников транзисторов. Расчет и практическая реализация режимов работы усилительного каскада. Схемы включения ОУ.

Использование таймера 1006ВИ1. Таймер, его структура и схемы включения.

Создание аналоговой системы управления одноключевого преобразователя. Принцип работы, вычисление и получение на лабораторном макете рабочих характеристик

Проектирование и настройка драйверов для коммутации силовых ключей в одноключевых

Согласована на портале № 33834

преобразователях

### 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | 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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 33834