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

Проектирование ключевых устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Практические занятия	108	108	часов
2	Всего аудиторных занятий	108	108	часов
3	Самостоятельная работа	108	108	часов
4	Всего (без экзамена)	216	216	часов
5	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 46399

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 №_____.

Разработчик:

профессор каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
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 № 46399

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 «Проектирование ключевых устройств» (Б1.В.ДВ.7.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговая электроника, Методы анализа и расчета электронных схем, Микропроцессорные устройства и системы, Микросхемотехника, Микроэлектроника, Основы преобразовательной техники, Схемотехника, Теория автоматического управления.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, 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-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 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 6.0 зачетных единицы и представлена в табли-

Согласована на портале № 46399

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	108	108
Практические занятия	108	108
Самостоятельная работа (всего)	108	108
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	108	108
Всего (без экзамена)	216	216
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

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	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр				
1 Схемы включения полупроводников транзисторов	12	12	24	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
2 Режимы работы усилительных каскадов. Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства	12	12	24	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
3 Компаратор. Таймер.	24	24	48	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
4 Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей	12	12	24	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
5 Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики	12	12	24	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
6 Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления.	12	12	24	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
7 Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором	12	12	24	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
8 Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей	12	12	24	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
Итого за семестр	108	108	216	
Итого	108	108	216	

Согласована на портале № 46399

5.2. 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 5.2.

Таблица 5.2 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Аналоговая электроника	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Методы анализа и расчета электронных схем	+	+		+	+	+		
3 Микропроцессорные устройства и системы			+	+	+			
4 Микросхемотехника		+	+	+			+	+
5 Микроэлектроника	+		+	+	+		+	+
6 Основы преобразовательной техники	+	+	+	+	+	+	+	+
7 Схемотехника	+	+	+	+	+	+	+	+
8 Теория автоматического управления	+	+					+	+
Последующие дисциплины								
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Энергетическая электроника	+	+	+	+	+	+	+	+

5.3. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий		Формы контроля
	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-5	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-7	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

Согласована на портале № 46399

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
7 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	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	12	
2 Режимы работы усилительных каскадов. Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства	Расчет схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д. Свойства и специфика работы. Свойства и характеристики операционного усилителя. Схемотехника применения ОУ. Расчет обратных связей. Моделирование схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д.	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	12	
3 Компаратор. Таймер.	Компаратор, принцип работы. Расчет компаратора на операционном усилителе. Различные варианты реализации компаратора на операционном усилителе. Моделирование и расчет.	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Схемотехника таймера, методика расчета и схемы включения. Варианты реализации таймера на аналоговых элементах. Моделирование.	12	
	Итого	24	
4 Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей	Схемотехника ключей – коммутаторов аналоговых сигналов и методика расчета и схемы включения. Динамические потери, технологии мягкой коммутации полупроводниковых элементов.	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	12	
5 Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики	Работа одноключевых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. Реализация схем управления непосредственными преобразователями. Математическая модель. Расчет силовых и частотных параметров. Моделирование одноключевых преобразователей напряжения. Система управления, принципы модуляции.	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	12	
6 Полумостовой преобразователь	Работа полумостовых преобразователей и их алгоритмы управления. Отличительные	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7

Согласована на портале № 46399

параметров электрической энергии, алгоритм управления.	свойства. Особенности. Моделирование полумостовых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. Технологии мягкой коммутации.		
	Итого	12	
7 Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором	Свойства полевого транзистора и комплекс мероприятий по обеспечению режима Д. Мягкая коммутация в нуле тока и в нуле напряжения.	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	12	
8 Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей	Схемотехника драйверов, методика расчета и схемы включения. Свойства, характеристики, структура. Моделирование системы управления преобразователем с полевыми транзисторами в качестве ключей.	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	12	
Итого за семестр		108	

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
7 семестр				
1 Схемы включения полупроводников транзисторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	12		
2 Режимы работы усилительных каскадов. Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	12		
3 Компаратор. Таймер.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12		
	Итого	24		
4 Ключи коммутаторы аналоговых	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию, Тест

Согласована на портале № 46399

сигналов для цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей	Итого	12		
5 Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	12		
6 Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	12		
7 Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	12		
8 Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	12		
Итого за семестр		108		
Итого		108		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Отчет по индивидуальному заданию	10	10	10	30
Отчет по практическому занятию	13	13	14	40
Тест	10	10	10	30

Согласована на портале № 46399

Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. В.М. Саюн, А.В. Топор, А.В. Шарапов Аналоговая схемотехника [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 193 с. — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/svm/as_up.doc (дата обращения: 16.09.2018).

2. Элементы аналоговой схемотехники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2015. 75 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4965 (дата обращения: 16.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника» [Электронный ресурс]: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. - 2014. 238 с. — Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4289 (дата обращения: 16.09.2018).

2. Шарапов А.В. Микроэлектроника [Электронный ресурс]: Уч. пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 138 с. — Режим доступа: http://www.ie.tusur.ru/docs/mel.zip (дата обращения: 16.09.2018).

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

Согласована на портале № 46399

/ 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. Кобзев А.В., Михальченко Г.Я., Дякин А.С., Семенов В.Д. Импульсно-модуляционные системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. — Томск: Томский государственный университет си-стем управления и радиоэлектроники, 2015. — 193 с. — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/svd/ims.rar (дата обращения: 16.09.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника. Руководство к организации самостоятельной работы. - Томск [Электронный ресурс]: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 83 с. (Практические занятия: стр. 38 – 50) — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/svm/as_rsr.doc (дата обращения: 16.09.2018).

2. Схемотехника. Учебно-методическое пособие для проведения практических работ / А.И. Воронин, Ю.Н. Тановицкий, А.В. Топор; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники – Томск [Электронный ресурс]: ТУСУР, 2018. – 71 с.: ил., табл., прил. – Библиогр.: с. 54: — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/vai/st_ump.pdf (дата обращения: 16.09.2018).

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 практических занятий

Лаборатория практической 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, 311 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (13 шт.);
- Цифровой осциллограф АКИП – 4122/1 (12 шт.);
- Функциональный генераторVC2002 (12 шт.);
- Трехканальный источник питания HY3003F-3 (12 шт.);
- Цифровой мультиметр VC9808 (12 шт.);

Согласована на портале № 46399

- Цифровые паяльные станции ASE-1117 (12 шт.);
- Дымопоглотители ZD-153 (12 шт.);
- Ламинатор FGK-260;
- Интерактивная доска – «Smart-board» 2000s;
- Проектор SanyoPROxtraX;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip
- ASIMEC
- Far Manager
- Google Chrome
- LTspice 4
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Microsoft Visio 2010
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad13, 14
- STDU viewer 1.6.375
- Windows XP Pro

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
- Microsoft Visio 2010
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad13, 14
- STDU viewer 1.6.375
- Windows XP Pro

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 46399

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.

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. Типовые схемы включения биполярных транзисторов

1) ОБ; ОЭ; ОК
2) ОЭ; ОЗ; ОК
3) ОС;ОБ;ОК
4) ОС; ИС; З
5) ОК; ОС; ОЭ

2. Соотношение между коэффициентами передачи тока эмиттера «KIe» и коэффициент передачи тока базы «KIb» для схемы транзистора с «ОБ»

1) 1-KIe=KIb/(1+KIb)
2) KIb*KIe=KIb/(1+KIb)
3) KIb= KIe /(1- KIe)

Согласована на портале № 46399

4) KIb=KIe/(1+KIe)
5) KIe=KIb/(1+KIb)
3. Компаратор служит для определения
1) Моментов равенства двух напряжений
2) Степени запаздывания одного сигнала относительно другого
3) Разности двух напряжений
4) Суммирования двух сигналов
4. Выражения для коэффициентов усиления схемы «ОК»
1) ki > 1, ku ≤ 1, kp > 1
2) ki ≥ 1, ku ≥ 1, kp ≥ 1
3) ki < 1, ku > 1, kp > 1
4) ki ≤ 1, ku > 1, kp ≤ 1
5) ki = 1, ku > 1, kp > 1
5. Для чего используется преобразователи уровней сигналов в цифровых устройствах на логических элементах
1) Для согласования входных и выходных сигналов по «U» и «I»
2) Для усиления по «U»
3) Для усиления сигналов по «I»
4) Для стабилизации сигналов
5) Для увеличения мощности сигналов
6. Обратная связь в усилителях по напряжению.
1) Последовательная
2) Главная
3) Местная
4) Жесткая
5) Гибкая
7. Возможна ли ситуация, когда на одном периоде ШИМ существует два изменяющихся фронта импульса?
1) Да
2) Нет
3) Только при изменении частоты
4) Только при изменении амплитуды
8. Выражения для коэффициентов усиления схемы «ОБ»
1) ki < 1, ku > 1, kp > 1
2) ki > 1, ku > 1, kp > 1
3) ki > 1, ku > 1, kp < 1
4) ki < 1, ku = 1, kp < 1
5) ki = 1, ku > 1, kp > 1
9. В какой из трех схем включения (ОБ, ОЭ, ОК) биполярный транзистор обладает наибольшим коэффициентом усиления по току?
1) ОК
2) ОБ
3) ОЭ
4) ОЭ и ОК одинаково
5) ОЭ и ОБ одинаково
10. Параметр, характеризующий свойства полевого транзистора усиливать напряжения
1) Крутизна, стокозатворной характеристики
2) Полная мощность
3) Активная мощность
4) Входное сопротивление и выходное сопротивление
5) Выходное сопротивление
11. Англоязычная аббревиатура ZCS обозначает
1) Мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевом токе
2) Мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевом напряжении

Согласована на портале № 46399

3) Мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевой мощности

12. В какой из трех схем включения (ОБ, ОЭ, ОК) биполярный транзистор обладает наибольшим коэффициентом усиления по мощности?

1) ОК
2) ОБ
3) ОЭ
4) ОЭ и ОК одинаково
5) ОЭ и ОБ одинаково

13. Верно ли утверждение: «широтно-импульсная модуляция характеризуется тем, что при постоянных амплитуде и периоде следования импульсов их длительность изменяется в соответствии с законом изменения модулирующего сообщения»?

1) Верно
2) Неверно

14. Соотношение между коэффициентами передачи тока эмиттера «KIe» и коэффициентом передачи тока базы «KIb» для схемы «ОЭ» транзистора

1) KIb= KIe /(1- KIe)
2) KIe=KIb/(1+KIb)
3) 1-KIe=KIb/(1+KIb)
4) KIb=KIe/(1+KIe)
5) KIb*KIe=KIb/(1+KIb)

15. Верно ли утверждение: «Усилителем мощности называют усилитель, предназначенный для обеспечения заданной мощности нагрузки при заданном сопротивлении нагрузки»?

1) Верно
2) Неверно

16. Какая схема биполярного транзистора обладает лучшими термостабилизирующими свойствами

1) ОБ
2) ОЭ
3) ОК
4) ОК, ОЭ
5) ОЭ, ОБ

17. Основная цель усилителя мощности состоит в том, чтобы

1) отдать нагрузке заданную мощность
2) стабилизировать выходное напряжение
3) стабилизировать выходную мощность
4) стабилизировать потребляемый ток

18. Инвертирующий усилитель с внешней ОС использует

1) параллельная ООС
2) последовательную ООС
3) положительную обратную связь

19. В какой из трех схем включения (ОБ, ОЭ, ОК) биполярный транзистор обладает наибольшим коэффициентом усиления по напряжению?

1) ОК
2) ОБ
3) ОЭ
4) ОЭ и ОК одинаково
5) ОЭ и ОБ одинаково

20. В качестве компаратора можно использовать обычный ОУ общего применения без ОС

1) Верно
2) Только на низких частотах
3) Неверно

14.1.2. 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

Согласована на портале № 46399

Расчет схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д. Свойства и специфика работы. Свойства и характеристики операционного усилителя. Схемотехника применения ОУ. Расчет обратных связей. Моделирование схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д.

Компаратор, принцип работы. Расчет компаратора на операционном усилителе. Различные варианты реализации компаратора на операционном усилителе. Моделирование и расчет.

Работа одноключевых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. Реализация схем управления непосредственными преобразователями. Математическая модель. Расчет силовых и частотных параметров. Моделирование одноключевых преобразователей напряжения. Система управления, принципы модуляции.

Работа полумостовых преобразователей и их алгоритмы управления. Отличительные свойства. Особенности. Моделирование полумостовых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. Технологии мягкой коммутации.

Свойства полевого транзистора и комплекс мероприятий по обеспечению режима Д. Мягкая коммутация в нуле тока и в нуле напряжения.

Схемотехника драйверов, методика расчета и схемы включения. Свойства, характеристики, структура. Моделирование системы управления преобразователем с полевыми транзисторами в качестве ключей.

Схемотехника ключей – коммутаторов аналоговых сигналов и методика расчета и схемы включения. Динамические потери, технологии мягкой коммутации полупроводниковых элементов.

Схемотехника таймера, методика расчета и схемы включения. Варианты реализации таймера на аналоговых элементах. Моделирование.

14.1.3. Темы индивидуальных заданий

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. Вопросы дифференцированного зачета

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.

Согласована на портале № 46399

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.

14.1.5. Методические рекомендации

При выполнении индивидуального задания необходимо пользоваться справочным порталом: www.complexdoc.ru

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:

Согласована на портале № 46399

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 процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 46399