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: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **5**
Семестр: **9, 10**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	10 семестр	Всего	Единицы
1	Практические занятия	16	0	16	часов
2	Всего аудиторных занятий	16	0	16	часов
3	Самостоятельная работа	196	0	196	часов
4	Всего (без экзамена)	212	0	212	часов
5	Подготовка и сдача зачета	0	4	4	часов
6	Общая трудоемкость	212	4	216	часов
				6.0	З.Е.

Контрольные работы: 9 семестр - 1
Зачет: 10 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 40519

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:

Ст. преп. Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)	_____	А. И. Муравьев
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 кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	Н. С. Легостаев
Доцент кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	Д. О. Пахмурин

Согласована на портале № 40519

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов знаний работы электронных ключей и навыков проектирования электронных устройств с их применением.

Изучение различных видов электронных ключей, их схем замещения.

Расчет электрических схем, содержащих электронные ключи.

1.2. Задачи дисциплины

- Обеспечить студентам знания, связанные с электронными ключами различных видов.
- Усвоение различия идеальных и реальных электронных ключей.
- Усвоение методик расчета, применимых к различным видам электронных ключей.

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: Схемотехника, Теоретические основы электротехники, Проектирование ключевых устройств.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Проектирование 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** Различные виды электронных ключей. Основыне характеристики электронных ключей. Этапы проектирования ключевых устройств.
- **уметь** Осуществлять расчет параметров электронных ключей и производить их выбор. Определять погрешности, вносимые неидеальными характеристиками электронных ключей. Определять влияние электронных ключей на остальные элементы электрической схемы.
- **владеть** Методиками расчета электронных ключей. Способом оптимального выбора электронных ключей.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		9 семестр	10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	16	16	0
Практические занятия	16	16	0
Самостоятельная работа (всего)	196	196	0
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	196	196	0
Всего (без экзамена)	212	212	0

Согласована на портале № 40519

Подготовка и сдача зачета	4	0	4
Общая трудоемкость, ч	216	212	4
Зачетные Единицы	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	Лек. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего (без учета промежуточной аттестации), ч	Формируемые компетенции
9 семестр				
1 Виды электронных ключей и их характеристики. Основные параметры транзисторного ключа. Характеристики идеального и реального электронного ключа. Расчет параметров электронного ключа.	12	120	132	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
2 Расчет RCD-цепи. Расчет транзисторного ключа с токовым управлением.	4	76	80	ОПК-3, ПК-5
Итого за семестр	16	196	212	
10 семестр				
3 Сдача зачета	0	4	0	
Итого за семестр	0	4	0	
Итого	16	200	216	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Не предусмотрено РУП.

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
	1	2	3
Предшествующие дисциплины			
1 Схемотехника	+		
2 Теоретические основы электротехники	+		
3 Проектирование ключевых устройств	+	+	+
Последующие дисциплины			
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+		
2 Проектирование ключевых устройств	+	+	+

Согласована на портале № 40519

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
	Практ. зан.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-5	+	+	Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-7	+	+	Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

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, академические часы	Формируемые компетенции
9 семестр			
1 Виды электронных ключей и их характеристики. Основные параметры транзисторного ключа. Характеристики идеального и реального электронного ключа. Расчет параметров электронного ключа.	Сравнение характеристик идеального и реального ключа.Расчет транзисторного ключа для активной нагрузки.Расчет транзисторного ключа для индуктивной нагрузки.	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	12	
2 Расчет RCD-цепи. Расчет транзисторного ключа с токовым управлением.	Методика расчета транзисторных ключей с RCD-цепью и токовым управлением.	4	ОПК-3, ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

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, академические часы	Формируемые компетенции	Формы контроля
9 семестр				
1 Виды электронных ключей и их характеристики. Основные параметры транзисторного ключа.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	120	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Тест
	Итого	120		

Согласована на портале № 40519

Характеристики идеального и реального электронного ключа. Расчет параметров электронного ключа.				
2 Расчет RCD-цепи. Расчет транзисторного ключа с токовым управлением.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	76	ОПК-3, ПК-5	Отчет по практическому занятию, Тест
	Итого	76		
Итого за семестр		196		
10 семестр				
Итого за семестр		4		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		200		

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. Кобзев А.В., Коновалов Б.И., Семенов В.Д. Энергетическая электроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие. — Томск Том- ский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. — 164 с. стр. 96-114 - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/kbi/ee_up.pdf (дата обращения: 26.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Герасимов В.М., Скворцов В.А. Г 37 Электронные цепи и микросхемотехника. Часть 2. Схемотех- ника ключевых устройств формирования и преобразования сиг- налов [Электронный ресурс]: Уч. пособие. – Томск Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2004 – 209 с. стр. 27-40 - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/sva/st1.pdf (дата обращения: 26.07.2018).

2. Коновалов Б. И., Мишуров В. С. Основы преобразовательной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Томск Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2015. — 197 с. стр. 6-30 - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/kbi/optup.pdf (дата обращения: 26.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Воронин А.И. 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. стр. 35-43 - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/vai/st_ump.pdf (дата обращения: 26.07.2018).

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.

Согласована на портале № 40519

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. Библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс]. – URL: https://lanbook.com
2. Информационные, справочные, и нормативные базы данных. [Электронный ресурс]. URL: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh
3. Информационно-аналитическая система Science Index РИНЦ. [Электронный ресурс]. – URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp

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 микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО

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, 333 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные макеты (10 шт.);
- Микропроцессорный модуль «SDK-1.1» (8 шт.);
- Осциллографы (12 шт.);
- Генератор сигналов Г3-54 (2 шт.);
- Персональный компьютер (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– LTspice 4
– Windows XP Pro

13.1.2. 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.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

Согласована на портале № 40519

- 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

Укажите сопротивление идеального ключа:

1) 0 Ом; 2) 1 Ом; 3) 10 Ом; 4) 100 Ом.

Укажите время включения идеального ключа (мкс):

1) 0; 2) 1; 3) 2; 4) 3.

Отметьте неполностью управляемые ключи:

1) диод; 2) тиристор; 3) запираемый тиристор; 4) биполярный транзистор; 5) униполярный транзистор

Время рассасывания биполярного транзистора обусловлено:

1) наличием емкости БЭ; 2) наличием емкости КЭ; 3) избыточным количеством неосновных носителей; 4) избыточным количеством основных носителей

Большое быстродействие униполярного транзистора обусловлено:

1) малым значением емкости ЗИ; 2) малым значением емкости СИ; 3) наличием неосновных носителей; 4) отсутствием неосновных носителей

Какой диод имеет минимальное напряжение А-К:

1) кремниевый диод; 2) германиевый диод; 3) диод Шотки; 4) все имеют одинаковое напряжение

Какой диод имеет максимальное быстродействие

1) кремниевый диод; 2) германиевый диод; 3) диод Шотки; 4) все имеют одинаковое быстродействие

Какой транзистор имеет минимальное время выключения:

1) кремниевый; 2) GaAs; 3) униполярный; 4) все имеют одинаковое время

Какой транзистор имеет максимальное входное сопротивление:

1) кремниевый; 2) GaAs; 3) униполярный; 4) все имеют одинаковое сопротивление

В какой области транзистор полностью открыт:

1) насыщения; 2) отсечки; 3) активной; 4) отсечки и активной

Согласована на портале № 40519

В какой области оба перехода транзистора смещены в прямом направлении:

1) насыщения; 2) отсечки; 3) активной; 4) отсечки и активной

Чему равен коэффициент насыщения в отласти насыщения:

1) <1; 2) 0.5; 3) 1; 4) >1

С какой целлью используют каскад с цепью нелинейной отрицательной обратной связи

1) уменьшении напряжения насыщения; 2) увеличении входного сопротивления; 3) уменьшении времени включения; 4) уменьшении времени рассасывания

Время включения транзистора состоит из:

1) времени нарастания; 2) времени залержки; 3) времени нарастания+времени залержки;

Время выключения транзистора состоит из:

1) времени спада; 2) времени рассасывания; 3) времени спада+времени рассасывания;

Для чего используется RCD-цепь в силовых ключах

1) для уменьшении времени нарастания; 2) для уменьшении времени рассасывания; 3) для уменьшении времени залержки; 4) для формирования ОБР

Использование RCD-цепочки уменьшает пиковую мощность переключения ключа примерно в (раз):

1) 2; 2) 4; 3) 7; 4) 10

Основной недостаток ключа с RCD-цепью:

1) увеличивается время спада; 2) увеличивается время нарастания; 3) увеличивается время рассасывания; 4) наличие больших потерь

Ключи с пропорционально-токовым управлением позволяют:

1) стабилизировать степень насыщения; 2) уменьшить степень насыщения; 3) уменьшить время рассасывания; 4) уменьшить время спада

В типовой схеме транзисторного ключа коэффициент насыщения при изменении нагрузки:

1) не меняется; 2) меняется прямо пропорционально току нагрузки; 3) меняется с нелинейной зависимостью от тока нагрузки; 4) меняется обратно пропорционально току нагрузки

14.1.2. Зачёт

Электронный ключ на основе биполярного транзистора.

Электронный ключ на основе МДП-транзистора.

Электронный ключ на основе тиристора.

Электронный ключ на основе запираемого тиристора.

Электронный ключ переменного напряжения.

Характеристики идеального электронного ключа.

Характеристики RCD-цепи.

Силовые ключи с токовым управлением.

Основные параметры электронного ключа.

Способы уменьшения времени переключения электронных ключей

14.1.3. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Сравнение характеристик идеального и реального ключа.

Расчет транзисторного ключа для активной нагрузки.

Расчет транзисторного ключа для индуктивной нагрузки.

Методика расчета транзисторных ключей с RCD-цепью и токовым управлением.

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.

Согласована на портале № 40519

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 процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 40519