МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» _____12_____ 2018 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: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Практические занятия	72	72	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 62008

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов знаний работы электронных ключей различного типа 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

1. 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

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.04.02.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 62008

ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1. Знает принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации, а также методы и средства обеспечения информационной безопасности	Знает методики расчета входных и выходных элементов, знает методы повышения быстродействия биполярных транзисторов.
	ОПК-3.2. Умеет работать с источниками информации и базами данных, а также решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации	Умеет рассчитывать потери в транзисторах различного типа, умеет выделять необходимую информацию для расчета транзисторов работающих в ключевом режиме.
	ОПК-3.3. Владеет практическими навыками поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате необходимой информации и обеспечения информационной безопасности при решении задач в области профессиональной деятельности	Владеет навыками расчета потерь транзисторов в режимах отсечки, насыщения и переключения транзистора.
Профессиональные компетенции		
ПКР-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПКР-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов.	Знает методики расчета входных и выходных элементов, знает методы повышения быстродействия биполярных транзисторов.
	ПКР-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.	Умеет проводить расчет ключей на биполярных и полевых транзисторах, расчет параметров диодов, тиристоров и симисторов, выбор и расчет драйверов управления MOSFET- транзисторов.
	ПКР-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	Владеет навыками выбора и расчета активных электронных компонентов, работающих в ключевом режиме, расчет выделяемой мощности.

Согласована на портале № 62008

ПКР-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПКР-4.1. Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков.	Знает принципы построения схем, работающих в ключевом режиме, возможных аварийных ситуаций, возникающих при переключении элементов.
	ПКР-4.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.	Умеет использовать справочные данные элементов с учетом коэффициента запаса для повышения надежности работы схемы.
	ПКР-4.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.	Владеет способами уменьшения вероятности появления аварийных ситуации и способами их устранения и оформления документации и инструкции эксплуатации.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Практические занятия	72	72
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету с оценкой	35	35
Подготовка к тестированию	31	31
Подготовка к контрольной работе	2	2
Подготовка к коллоквиуму	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр				
1 Виды электронных ключей и их характеристики.	6	6	12	ОПК-3, ПКР-3

Согласована на портале № 62008

2 Работа ключа на активную, индуктивную и емкостные нагрузки.	8	10	18	ОПК-3, ПКР-3
3 2 Биполярный транзистор в режиме ключа. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора.	10	8	18	ОПК-3, ПКР-3
4 Режимы работы биполярного транзистора в режиме ключа.	12	9	21	ОПК-3, ПКР-3
5 Способы повышения быстродействия биполярного транзистора.	12	10	22	ОПК-3, ПКР-3
6 Полевые транзисторы в качестве ключа. MOSFET-Транзисторы, их основные параметры..	10	10	20	ОПК-3, ПКР-3
7 Диоды, динисторы, тиристоры, запираемые тиристоры.	8	12	20	ОПК-3, ПКР-3, ПКР-4
8 Электронные ключи в микроэлектроном исполнении.	6	7	13	ОПК-3, ПКР-3, ПКР-4
Итого за семестр	72	72	144	
Итого	72	72	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Виды электронных ключей и их характеристики.	Основные параметры электронных ключей и использование их в расчетах.	-	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	-	
2 Работа ключа на активную, индуктивную и емкостные нагрузки.	Расчет параметров ключа при работе на различные типы нагрузок.	-	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	-	
3 2 Биполярный транзистор в режиме ключа. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора.	Параметры биполярного транзистора, его работа в статическом режиме.	-	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	-	
4 Режимы работы биполярного транзистора в режиме ключа.	Режим отсечки, активный режим и режим насыщения. Параметры режима насыщения биполярного транзистора. Динамический режим.	-	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	-	

Согласована на портале № 62008

5 Способы повышения быстродействия биполярного транзистора.	Динамические потери и повышение быстродействия биполярного транзистора. Область безопасное работы биполярного транзистора.	-	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	-	
6 Полевые транзисторы в качестве ключа. MOSFET-Транзисторы, их основные параметры..	Полевые транзисторы, МДП-транзисторы со встроенным и индуцированным каналами, их. параметры. IGBT-транзисторы. Драйверы управления MOFSET- транзисторов.	-	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	-	
7 Диоды, динисторы, тиристоры, запираемые тиристоры.	Параметры диодов, динисторов, тиристоров в режиме ключа, их применение.	-	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	-	
8 Электронные ключи в микроэлектроном исполнении.	Применение ключей в микроэлектронном исполнении.	-	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	-	
	Итого за семестр	-	
	Итого	-	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Виды электронных ключей и их характеристики.	Механические и электромеханические ключи. Виды контакторов и реле. Герконы.	6	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	6	
2 Работа ключа на активную, индуктивную и емкостные нагрузки.	Расчет ключа на активную и индуктивную нагрузки. Токи и на пряжения, возникающих в ключе.	8	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	8	
3 2 Биполярный транзистор в режиме ключа. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора.	Биполярный ключ, основные характеристики. Графики зависимостей напряжения и тока в транзисторе.	10	ОПК-3, ПКР-3
	Итого	10	
4 Режимы работы биполярного транзистора в режиме ключа.	Режим отсечки, активный режим и режим насыщения. Параметры режима насыщения, статические потери в транзисторе.	12	ОПК-3
	Итого	12	

Согласована на портале № 62008

5 Способы повышения быстродействия биполярного транзистора.	Методы повышения переключения биполярного транзистора. RC- входная цепь, цепь с обратной связью, демпфирующая RCD- цепь. Динамические потери в транзисторе. Контрольная работа: определение параметров биполярного транзистора в обратноходовом преобразователе и расчет демпфирующей RCD-цепи.	12	ОПК-3
	Итого	12	
6 Полевые транзисторы в качестве ключа. MOSFET-Транзисторы, их основные параметры..	Устройство MOSFET-транзисторов, их основные характеристики при расчете ключей. достоинства и недостатки по сравнению с биполярными транзисторами. Драйверы управления MOSFET-транзисторами.	10	ОПК-3
	Итого	10	
7 Диоды, динисторы, тиристоры, запираемые тиристоры.	Применение диодов, динисторов и тиристоров, их основные характеристики.	8	ОПК-3, ПКР-4
	Итого	8	
8 Электронные ключи в микроэлектроном исполнении.	Ключи в микроэлетронном исполнении, их характеристики и применение..	6	ОПК-3, ПКР-4
	Итого	6	
Итого за семестр		72	
Итого		72	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				

Согласована на портале № 62008

1 Виды электронных ключей и их характеристики.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПКР-3	Тестирование
	Итого	6		
2 Работа ключа на активную, индуктивную и емкостные нагрузки.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ПКР-3	Тестирование
	Итого	10		
3 2 Биполярный транзистор в режиме ключа. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПКР-3	Тестирование
	Итого	8		
4 Режимы работы биполярного транзистора в режиме ключа.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	5	ОПК-3, ПКР-3	Тестирование
	Итого	9		
5 Способы повышения быстродействия биполярного транзистора.	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3	Контрольная работа
	Итого	10		
6 Полевые транзисторы в качестве ключа. MOSFET-Транзисторы, их основные параметры..	Подготовка к зачету с оценкой	2	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к коллоквиуму	4	ОПК-3, ПКР-3	Коллоквиум
	Итого	10		
7 Диоды, динисторы, тиристоры, запираемые тиристоры.	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-3, ПКР-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ОПК-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	12		
8 Электронные ключи в микроэлектроном исполнении.	Подготовка к зачету с оценкой	3	ОПК-3, ПКР-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	7		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,

Согласована на портале № 62008

и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности		Формы контроля
	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	Зачёт с оценкой, Коллоквиум, Контрольная работа, Тестирование
ПКР-3	+	+	Зачёт с оценкой, Коллоквиум, Тестирование
ПКР-4	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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				
Зачёт с оценкой	10	10	20	40
Коллоквиум	0	10	10	20
Контрольная работа	0	10	0	10
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	20	40	40	100
Нарастающим итогом	20	60	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

Согласована на портале № 62008

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

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 [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/vai/st_ump.pdf.
2. Коновалов Б. И., Мишуров В. С. Основы преобразовательной техники: учебное пособие. — Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2015. — 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/kbi/optup.pdf.

7.2. Дополнительная литература

1. В.М. Герасимов, В.А. Скворцов ЭЛЕКТРОННЫЕ ЦЕПИ И МИКРОСХЕМОТЕХНИКА Часть 2 Схемотехника ключевых устройств формирования и преобразования сигналов Учебное пособие [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/sva/st2.pdf.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ РЕЗОНАНСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В СРЕДЕ LTSPICE ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ Методическое пособие по курсу «Полупроводниковые ключи в силовых схемах» [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/svd/ppk.rar.
2. Рулевский В.М., Шиняков Ю.А., Юдинцев А.Г. ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/ee1.rar.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория микропроцессорных устройств и систем / Лаборатория ГПО: учебная

Согласована на портале № 62008

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.);
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.2. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. 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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Согласована на портале № 62008

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Виды электронных ключей и их характеристики.	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Работа ключа на активную, индуктивную и емкостные нагрузки.	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 2 Биполярный транзистор в режиме ключа. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора.	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Режимы работы биполярного транзистора в режиме ключа.	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Способы повышения быстродействия биполярного транзистора.	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Полевые транзисторы в качестве ключа. MOSFET-Транзисторы, их основные параметры..	ОПК-3, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Коллоквиум	Примерный перечень вопросов для коллоквиума
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Диоды, динисторы, тиристоры, запираемые тиристоры.	ОПК-3, ПКР-3, ПКР-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Электронные ключи в микроэлектроном исполнении.	ОПК-3, ПКР-3, ПКР-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Согласована на портале № 62008

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 62008

1. Определить выделяемую статическую мощность транзистора КТ828А при токе Ik=2.2А, частоте переключения=20кГц и коэффициенте заполнения 0.5.
   a) 1,2 Вт;
   b) 1,5 Вт;
   c) 1,8 Вт;
   d) 2,1 Вт;
2. Определить выделяемую статическую мощность транзистора КТ841А при токе Ik=3.2А, частоте переключения=25кГц и коэффициенте заполнения 0.45.
   a) 1,5 Вт;
   b) 1,8 Вт;
   c) 2,1 Вт;
   d) 2,4 Вт;
3. Определить выделяемую статическую мощность транзистора КТ872А при токе Ik=4.2А, частоте переключения=22кГц и коэффициенте заполнения 0.47.
   a) 1,7 Вт;
   b) 1,9 Вт;
   c) 2,2 Вт;
   d) 2,7 Вт;
4. Определить выделяемую динамическую мощность транзистора КТ828А при токе Ik=2.2А, частоте переключения=20кГц и коэффициенте заполнения 0.5.
   a) 1,2 Вт;
   b) 1,5 Вт;
   c) 1,7 Вт;
   d) 1,9 Вт;
5. Определить выделяемую динамическую мощность транзистора КТ841А при токе Ik=3.2А, частоте переключения=25кГц и коэффициенте заполнения 0.45.
   a) 1,5 Вт;
   b) 1,7 Вт;
   c) 1,95 Вт;
   d) 2,1 Вт;
6. Определить выделяемую динамическую мощность транзистора КТ872А при токе Ik=4.2А, частоте переключения=22кГц и коэффициенте заполнения 0.47.
   a) 1,8 Вт;
   b) 1,95 Вт;
   c) 2,15 Вт;
   d) 2,25 Вт;
7. Рассчитать емкость конденсатора драйвера управления транзистором КП707А, на частоте 22 кГц
   a) 0,7 мкФ;
   b) 1,2 мкФ;
   c) 1,7 мкФ;
   d) 2,2 мкФ;
8. Рассчитать емкость конденсатора драйвера управления транзистором IRF840, на частоте 25 кГц
   a) 0,4 мкФ;
   b) 0,7 мкФ;
   c) 1,2 мкФ;
   d) 1,6 мкФ;
9. Рассчитать емкость конденсатора драйвера управления транзистором IRF845, на частоте 28 кГц
   a) 0,9 мкФ;
   b) 1,3 мкФ;
   c) 1,8 мкФ;
   d) 2,3 мкФ;
10. Какой транзистор имеет квадратичную зависимость статических потерь от протекающего тока
    a) биполярный;

Согласована на портале № 62008

b) IGBT;
c) MOSFET;

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. ОБР биполярного транзистора.
2. Драйверы управления MOSFET- и IGBT-транзисторами.
3. Режимы работы биполярного транзистора в динамическом режиме.
4. Статические характеристики биполярного транзистора и режим отсечки.
5. Основные характеристики MOSFET для расчета электронного ключа.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Рассчитать параметры биполярного транзистора и демпфирующей RCD-цепи в обратноходовом преобразователе при значениях Uпит=200В, fпр=32кГц, Кзапимп=0.48, Lтрсф= 0.32мГн, Ls=0.15мГн, β=11
2. Рассчитать параметры биполярного транзистора и демпфирующей RCD-цепи в обратноходовом преобразователе при значениях Uпит=100В, fпр=22кГц, Кзапимп=0.44, Lтрсф= 0.22мГн, Ls=0.15мГн, β=25
3. Рассчитать параметры биполярного транзистора и демпфирующей RCD-цепи в обратноходовом преобразователе при значениях Uпит=400В, fпр=28кГц, Кзапимп=0.46, Lтрсф= 0.12мГн, Ls=0.1мГн, β=15
4. Рассчитать параметры биполярного транзистора и демпфирующей RCD-цепи в обратноходовом преобразователе при значениях Uпит=250В, fпр=20кГц, Кзапимп=0.4, Lтрсф= 0.17мГн, Ls=0.12мГн, β=4
5. Рассчитать параметры биполярного транзистора и демпфирующей RCD-цепи в обратноходовом преобразователе при значениях Uпит=180В, fпр=25кГц, Кзапимп=0.49, Lтрсф= 0.25мГн, Ls=0.095мГн, β=8

9.1.4. Примерный перечень вопросов для коллоквиума

1. Характеристики MOSFET и IGBT при расчете ключей.
2. ОБР биполярного транзистора, вторичный пробой.
3. Расчет статических и динамических потерь в электронных ключах.
4. Способы повышения быстродействия биполярного транзистора.
5. Методика расчета элементов драйвера MOSFET.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

Согласована на портале № 62008

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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;

Согласована на портале № 62008

– 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.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 3 от «27» 9 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ПрЭ	А.И. Муравьев	Разработано, 5bdc982e-fa97-462b-a463-9fb92c83b318

Согласована на портале № 62008