

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УЧЕБНО-ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (УПД-4)

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Кафедра: **промышленной электроники (ПрЭ)**

Курс: **5**

Семестр: **9**

Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 9 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------|-------|---------|
| Лабораторные занятия | 72 | 72 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 72 | 72 | часов |
| Самостоятельная работа | 62 | 62 | часов |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 4 | 4 | часов |
| Контрольные работы | 2 | 2 | часов |
| Подготовка и сдача зачета | 4 | 4 | часов |
| Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| Зачет с оценкой | 9 | |
| Контрольные работы | 9 | 1 |

Томск

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. Выработка у студентов навыков проектирования электронных устройств с применением электронных ключей. Изучение различных видов электронных ключей, их схем замещения, расчет электрических схем, содержащих электронные ключи.

3. Получение студентами навыков использования справочных данных элементов для их проектирования с учетом коэффициента запаса для повышения надежности работы схемы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль проектной деятельности (minor).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.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 | | |
| - | - | - |
| Профессиональные компетенции | | |
| ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов | Знает методики расчета входных и выходных элементов, знает методы повышения быстродействия биполярных транзисторов. |
| | ПК-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. |
| | ПК-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. |

| | | |
|--|---|--|
| ПК-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | ПК-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. |
| | ПК-4.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации | Умеет использовать справочные данные элементов при разработке конструкторской документации и выбирать их с учетом коэффициента запаса для повышения надежности работы схемы. |
| | ПК-4.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами | Владеет способами уменьшения вероятности появления аварийных ситуаций 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 |
|--|-------------|-----------|
| | | 9 семестр |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего | 78 | 78 |
| Лабораторные занятия | 72 | 72 |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 4 | 4 |
| Контрольные работы | 2 | 2 |
| Самостоятельная работа обучающихся, всего | 62 | 62 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 18 | 18 |
| Подготовка к лабораторной работе | 12 | 12 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 20 | 20 |
| Подготовка к контрольной работе | 12 | 12 |
| Подготовка и сдача зачета | 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 | Лаб. раб. | Контр. раб. | СРП, ч. | Сам. раб., ч | Всего часов (без промежуточной аттестации) | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|-----------|-------------|---------|--------------|--|-------------------------|
| | | | | | | |
| 9 семестр | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|----|---|---|----|-----|------------|
| 1 Базовые структуры силовых полупроводниковых ключей. | 18 | 2 | - | 13 | 33 | ПК-3, ПК-4 |
| 2 Характеристики и параметры силовых ключей. | 18 | | 1 | 12 | 31 | ПК-3, ПК-4 |
| 3 Управление полупроводниковыми ключами. | 18 | | 1 | 14 | 33 | ПК-3, ПК-4 |
| 4 Методы и схемы защиты полупроводниковых ключей. | - | | 1 | 6 | 7 | ПК-3, ПК-4 |
| 5 Применение мощных полупроводниковых ключей в силовых схемах. | 18 | | 1 | 17 | 36 | ПК-3, ПК-4 |
| Итого за семестр | 72 | 2 | 4 | 62 | 140 | |
| Итого | 72 | 2 | 4 | 62 | 140 | |

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины | СРП, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|--------|-------------------------|
| 9 семестр | | | |
| 1 Базовые структуры силовых полупроводниковых ключей. | Силовые биполярные транзисторы. Мощные МДП-транзисторы. Тиристоры. | 0 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | - | |
| 2 Характеристики и параметры силовых ключей. | Предельные характеристики полупроводниковых ключей. Тепловые характеристики полупроводниковых ключей. | 1 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 1 | |
| 3 Управление полупроводниковыми ключами. | Формирователи управляющих импульсов. | 1 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 1 | |
| 4 Методы и схемы защиты полупроводниковых ключей. | Защитные цепи силовых ключей. Силовые ключи с интегрированной системой защиты. | 1 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 1 | |
| 5 Применение мощных полупроводниковых ключей в силовых схемах. | Ключ на биполярном транзисторе. Ключ на мощном МДП-транзисторе. | 1 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 4 | |

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

| № п.п. | Виды контрольных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|
| 9 семестр | | | |

| | | | |
|------------------|---|---|------------|
| 1 | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| Итого за семестр | | 2 | |
| Итого | | 2 | |

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| 9 семестр | | | |
| 1 Базовые структуры силовых полупроводниковых ключей. | ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ, ФОРМИРУЮЩИЕ ЦЕПИ. | 18 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 18 | |
| 2 Характеристики и параметры силовых ключей. | ЭЛЕКТРОННЫЙ КЛЮЧ. | 18 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 18 | |
| 3 Управление полупроводниковыми ключами. | ИССЛЕДОВАНИЕ ЖДУЩЕГО МУЛЬТИВИБРАТОРА И ТРИГГЕРА ШМИДТА. | 18 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 18 | |
| 5 Применение мощных полупроводниковых ключей в силовых схемах. | Генератор линейно изменяющегося напряжения. | 18 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 18 | |
| Итого за семестр | | 72 | |
| Итого | | 72 | |

5.5. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| 9 семестр | | | | |

| | | | | |
|---|--|----|------------|-------------------------------|
| 1 Базовые структуры силовых полупроводниковых ключей. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 3 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой, Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе | 3 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 5 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-3, ПК-4 | Контрольная работа |
| | Итого | 13 | | |
| 2 Характеристики и параметры силовых ключей. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 3 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой, Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе | 3 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 4 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-3, ПК-4 | Контрольная работа |
| | Итого | 12 | | |
| 3 Управление полупроводниковыми ключами. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 4 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой, Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе | 3 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 5 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-3, ПК-4 | Контрольная работа |
| | Итого | 14 | | |
| 4 Методы и схемы защиты полупроводниковых ключей. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 4 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой, Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-3, ПК-4 | Контрольная работа |
| | Итого | 6 | | |

| | | | | |
|--|--|----|------------|-------------------------------|
| 5 Применение мощных полупроводниковых ключей в силовых схемах. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 4 | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой, Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе | 3 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 6 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПК-3, ПК-4 | Контрольная работа |
| | Итого | 17 | | |
| Итого за семестр | | 62 | | |
| | Подготовка и сдача зачета | 4 | | Зачет с оценкой |
| Итого | | 66 | | |

5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----|-----------|--|
| | Лаб. раб. | Конт. Раб. | СРП | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование |
| ПК-4 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование |

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Воронин, П. А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 381 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60967>.

7.2. Дополнительная литература

1. Легостаев Н. С. Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника: Дополнительные материалы / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2014. – 238 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Муравьев А. И. Учебно-проектная деятельность : методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А. И. Муравьев, С.Г. Михальченко. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 17 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной 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. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Муравьев, А.И. Учебно-проектная деятельность (УПД-4) [электронный ресурс] [Электронный ресурс]: электронный курс / А.И. Муравьев. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2020. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

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, 209 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

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 Базовые структуры силовых полупроводниковых ключей. | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 2 Характеристики и параметры силовых ключей. | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 3 Управление полупроводниковыми ключами. | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 4 Методы и схемы защиты полупроводниковых ключей. | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

| | | | |
|--|------------|------------------------------|--|
| 5 Применение мощных полупроводниковых ключей в силовых схемах. | ПК-3, ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

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

| 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

1. Определить выделяемую статическую мощность транзистора КТ828А при токе $I_k=2.2A$, частоте переключения= $20kГц$ 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 $I_k=3.2A$, частоте переключения= $25kГц$ 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 $I_k=4.2A$, частоте переключения= $22kГц$ 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 $I_k=2.2A$, частоте переключения= $20kГц$ 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 $I_k=3.2A$, частоте переключения= $25kГц$ 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 КТ841А при токе

- $I_k=3.2A$, частоте переключения= $25кГц$ и коэффициенте заполнения 0.45 .
- a) $1,5 Вт$;
 - b) $1,7 Вт$;
 - c) $1,95 Вт$;
 - d) $2,1 Вт$;
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;
 - b) IGBT;
 - c) MOSFET;
 - d) однопереходной
11. Бутстрепперный диод выбирают:
- a) с максимальным обратным напряжением;
 - b) с максимальным прямым током;
 - c) с минимальным обратным током;
 - d) с минимальным прямым напряжением;
12. В ОБР режим АВ ограничивается:
- a) предельным током коллектора;
 - b) предельным напряжением коллектор-эмиттер;
 - c) вторичным пробоем транзистора;
 - d) лавинным пробоем транзистора.
13. В ОБР режим ВС ограничивается:
- a) предельным током коллектора;
 - b) предельным напряжением коллектор-эмиттер;
 - c) вторичным пробоем транзистора;
 - d) лавинным пробоем транзистора.
14. В ОБР режим CD ограничивается:
- a) предельным током коллектора;
 - b) предельным напряжением коллектор-эмиттер;
 - c) вторичным пробоем транзистора;
 - d) лавинным пробоем транзистора.
15. В ОБР режим DE ограничивается:
- a) предельным током коллектора;
 - b) предельным напряжением коллектор-эмиттер;
 - c) вторичным пробоем транзистора;
 - d) лавинным пробоем транзистора.
16. Форсирующий конденсатор в цепи базы позволяет:
- a) уменьшить только время включения транзистора;
 - b) уменьшить только время выключения транзистора;

- с) уменьшить напряжения насыщения транзистора;
 - д) уменьшить время включения и выключения транзистора.
17. Коэффициент насыщения транзистора определяется:
 - а) напряжением э-б;
 - б) избыточным зарядом неосновных носителей в базе;
 - с) напряжением к-э;
 - д) током коллектора.
 18. Чем определяются потери в диоде:
 - а) потери в прямом включении;
 - б) потери в обратном включении;
 - с) суммой потерь в прямом и обратном включении;
 - д) временем восстановления диода.
 19. Укажите прибор с самыми низкими частотными характеристиками:
 - а) тиристор;
 - б) биполярный транзистор;
 - с) МОП-транзистор;
 - д) диод.
 20. Чем определяется предельная частота биполярного транзистора:
 - а) коэффициентом усиления при нулевой частоте;
 - б) частота с усилением 0.7;
 - с) частота с усилением 0.1;
 - д) с усилением на частоте 1 МГц.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

Приведены примеры типовых заданий из банка контрольных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины.

1. Недостатком схемы обратного преобразователя для организации питания драйверов является:
 - а) невозможность достичь режима насыщения
 - б) возможность короткого замыкания при средней нагрузке
 - в) невозможность работы в режиме холостого хода.
2. Основными видами перегрузок по напряжению являются:
 - а) перегрузки под действием из питающей сети
 - б) перегрузки под действием мощного разряда
 - в) перегрузки, связанные с характером нагрузки
 - г) перегрузки, связанные с переменным напряжением
 - д) перегрузки, связанные с процессами коммутации в схеме преобразователя и обусловленные конечными временными параметрами переключения силовых ключей.
3. Методом защиты силовых полупроводниковых ключей является:
 - а) повышение помехозащищенности системы управления и самого силового ключа
 - б) нанесение защитного слоя на поверхность ключа
 - в) подключение внешних защитных устройств, ограничивающих воздействие токовой перегрузки в естественных режимах коммутации.
4. Паразитную емкостную связь можно уменьшить следующими способами:
 - а) близким расположением пары сигнальных проводников (скручиванием)
 - б) большим удалением от силовых шин – источников помех
 - в) антисептиком
 - г) добавлением изолированных контактов
 - д) экранированием сигнальных проводников.
5. Бросок тока в переходном процессе включения транзистора обусловлен ...
 - а) процессом восстановления запирающих свойств шунтирующего диода
 - б) резким возрастанием напряжения (пробоем)
 - в) большой пропускной способностью.
6. При формировании траектории включения транзистора резистор предназначен для ограничения ...
 - а) пропускной способности

- б) потерь тепла
- в) сброса энергии, запасаемой в защитном конденсаторе.
- 7. Главным недостатком биполярных транзисторов является ...
 - а) отсутствие возможности достигнуть состояния насыщения
 - б) необходимость удаления избыточного накопленного заряда при выключении
 - в) отсутствие возможности работать при высоких нагрузках.
- 8. Укажите важнейшую задачу при использовании ГТО.
 - а) Поддержание на тиристоре определенной температуры.
 - б) Защита тиристора от перенапряжения.
 - в) Поддержание тока в постоянном эквиваленте.
- 9. Какую защитную функцию выполняет система силового интеллектуального модуля IPM?
 - а) Температурная защита.
 - б) Защита от токовой перегрузки.
 - в) Контроль за уровнем напряжения питания преобразователя.
 - г) Изоляция драйверной оснастки от внешних воздействий.
- 10. Среди главных задач улучшения энергетических показателей ключевых источников электропитания выделяют ...
 - а) уменьшение габаритных размеров и массы радиаторов силовых ключей схемы за счет повышения КПД схемы
 - б) уменьшение массогабаритных характеристик реактивных элементов преобразователя за счет увеличения частоты преобразования
 - в) повышение пропускной способности интегрированных элементов схемы.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Какие элементы использовались на первом этапе развития силовых полу-проводниковых ключей?
 - а) Полупроводниковые ключи на базе вертикальных и многоканальных структур.
 - б) Силовые ключи с применением субмикронных технологий.
 - в) Основные типы управляемых полупроводниковых ключей (биполярных и униполярных транзисторов и обыкновенных тиристоров)
2. Что использовалось в качестве переключателя до появления полупроводникового ключа?
 - а) Газоразрядные вентили.
 - б) Ничего.
 - в) Газоразрядные переключатели.
3. Применительно к полевым транзисторам добротность ...
 - а) тем выше, чем меньше время пролета носителей
 - б) прямо пропорциональна времени пролета носителей и обратно пропорциональна передаточной крутизне
 - в) прямо пропорциональна передаточной крутизне и обратно пропорциональна величине входной емкости затвора.
4. Укажите компромиссное техническое решение, позволившее объединить положительные свойства полевого управления и биполярной проводимости.
 - а) IGBT.
 - б) Биполярные транзисторы и тиристоры.
 - в) МОП-транзисторы.
5. Широкое практическое применение индукционных тиристоров оказалось невозможным не только из-за сложностей технологии изготовления и высокой стоимости, но и по причине
 - а) необходимости поддержания отрицательного смещения в цепи затвора при выключенном состоянии ключа
 - б) необходимости поддержания отсутствия смещения в цепи стока при выключенном состоянии ключа
 - в) невозможности работы при напряжении свыше 1000 В.
6. Укажите основные части структуры формирователей импульсов управления.
 - а) Схема потенциальной развязки информационного канала.
 - б) Схема частотного преобразователя сигнала.
 - в) Схема усилителя импульсов управления.

- г) Схема повышенной производительности прибора.
 - д) Схема обеспечения усилителя питанием.
7. Какие недостатки имеются у оптронной развязки?
 - а) Температурная нестабильность параметров.
 - б) Низкий коэффициент передачи тока.
 - в) Большие потери энергии.
 - г) Плохое качество сигналов.
 - д) Большая задержка передачи сигналов.
 8. Наиболее применяемыми вариантами выключения биполярного транзистора являются:
 - а) режим автоматического выключения
 - б) режим фиксированного отрицательного тока базы
 - в) выключение отрицательным напряжением смещения
 - г) режим ограничения подаваемой энергии
 - д) выключение с ограничением скорости нарастания запирающего тока.
 9. Что можно отнести к недостаткам эмиттерного управления?
 - а) Необходимость применения дополнительного активного элемента.
 - б) Увеличение времени переключения с ростом рабочих напряжений и глубины насыщения транзистора.
 - в) Низкий коэффициент передачи тока.
 - г) Увеличение времени переключения с ростом рабочих напряжений и глубины насыщения транзистора.
 - д) Быстрый износ пассивных компонентов.
 10. Регулирование скорости переключения транзисторов с изолированным затвором осуществляют за счет ...
 - а) тиристора, который меняет свое состояние из «закрытого» в «открытое» или наоборот
 - б) резистора, включенного последовательно между выходным узлом драйвера и входной цепью ключа
 - в) активных компонентов, которые позволяют регулировать скорость переключения транзистора.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ, ФОРМИРУЮЩИЕ ЦЕПИ.
2. ЭЛЕКТРОННЫЙ КЛЮЧ.
3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЖДУЩЕГО МУЛЬТИВИБРАТОРА И ТРИГГЕРА ШМИДТА.
4. Генератор линейно изменяющегося напряжения.

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;

– 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 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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;
- 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 № 24 от « 8 » 11 2023 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 | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73 |

ЭКСПЕРТЫ:

| | | |
|---------------------------------|---------------|--|
| Старший преподаватель, каф. ТЭО | А.В. Гураков | Согласовано, 4bfa5749-993c-4879- adcf-c25c69321c91 |
| 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 |
| Заведующий кафедрой промышленной электроники (ПрЭ), каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко | Разработано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a |