

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: Семенов Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Электроника, наноэлектроника и микросистемная техника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2023 года (индивидуальный учебный план, гр. 933-М1-инд4)

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость | 72 | 72 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 2 | 2 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет с оценкой | 2 |

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение теоретических основ работы силовых полупроводниковых приборов, принципов их проектирования и применения в электронике.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить основы работы и проектирования силовых транзисторов и диодов.
2. Изучить основы проектирования систем на основе силовых полупроводниковых приборах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.01.

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 проектировать объекты профессиональной деятельности | ПК-3.1. Знает основные модели жизненного цикла проекта элементов и устройств электроники и нанoeлектроники, его этапы и фазы, их характеристики и особенности применения | Знает принципы работы полупроводниковых силовых приборов и устройств, их применения и функционирования |
| | ПК-3.2. Умеет разрабатывать и реализовывать этапы проекта в сфере профессиональной деятельности | Умеет разрабатывать преобразовательные силовые устройства |
| | ПК-3.3. Владеет навыками работы в области проектной деятельности и реализации проектов | Способен проектировать силовые ключи и системы на их основе, владеет навыками реализации законченного устройства силовой электроники |

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 2 зачетных единиц, 72 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 |
|---|-------------|-----------|
| | | 2 семестр |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 36 | 36 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 36 | 36 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 16 | 16 |
| Подготовка к тестированию | 20 | 20 |
| Общая трудоемкость (в часах) | 72 | 72 |
| Общая трудоемкость (в з.е.) | 2 | 2 |

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 | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | | | |
| 1 Теоретические основы силовых полупроводниковых приборов | 4 | 4 | 9 | 17 | ПК-3 |
| 2 Конструктивные особенности силовых полупроводниковых приборов | 6 | 2 | 9 | 17 | ПК-3 |
| 3 Управление силовыми транзисторами | 4 | 6 | 9 | 19 | ПК-3 |
| 4 Системы на основе силовых полупроводниковых приборов | 4 | 6 | 9 | 19 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 36 | 72 | |
| Итого | 18 | 18 | 36 | 72 | |

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 |
|---|---|--------------------------------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 1 Теоретические основы силовых полупроводниковых приборов | - Физические основы работы - Явления в приборах - Применяемые материалы | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |

| | | | |
|---|---|----|------|
| 2 Конструктивные особенности силовых полупроводниковых приборов | - Конструктивные особенности - Технологические аспекты - Электрические параметры | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Управление силовыми транзисторами | - Драйверы управления - Интегральные трансформаторы | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Системы на основе силовых полупроводниковых приборов | - Преобразователи постоянного тока - Преобразователи переменного тока - Принципы миниатюризации силовых устройств | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

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 |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 1 Теоретические основы силовых полупроводниковых приборов | Элементная база силовых электронных устройств | 2 | ПК-3 |
| | Системы управления силовых электронных устройств | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Конструктивные особенности силовых полупроводниковых приборов | Моделирование физических и электрических параметров силовых транзисторов | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Управление силовыми транзисторами | Схемотехнические решения управлением силовыми приборами | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Системы на основе силовых полупроводниковых приборов | Проектирование вторичных источников питания | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

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 |
|---|-------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Теоретические основы силовых полупроводниковых приборов | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 9 | | |
| 2 Конструктивные особенности силовых полупроводниковых приборов | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 9 | | |
| 3 Управление силовыми транзисторами | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 9 | | |
| 4 Системы на основе силовых полупроводниковых приборов | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 9 | | |
| Итого за семестр | | 36 | | |
| Итого | | 36 | | |

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

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

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

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | Формы контроля |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-------------------------------|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | 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 |
|----------------|--|---|---|------------------|
| | | | | |

| 2 семестр | | | | |
|--------------------------|----|----|-----|-----|
| Зачёт с оценкой | 20 | 0 | 20 | 40 |
| Тестирование | 20 | 20 | 20 | 60 |
| Итого максимум за период | 40 | 20 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 40 | 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) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | E (посредственно) |
| | 60 – 64 | |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Никифоров, И. К. Радиоэлектронная и силовая электронная аппаратура. Микро- и наноэлектроника. Материалы, технологии : учебное пособие / И. К. Никифоров ; под редакцией Н. Н. Николаева. — Чебоксары : ЧГУ им. И.Н. Ульянова, 2020. — 354 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/209531>.

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

7.2. Дополнительная литература

1. Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения : учебное пособие / В. Я. Фролов, А. М. Сурма, К. Н. Васерина, А. А. Черников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/206330>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов ; под редакцией Ю. К. Розанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 206 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/511459>.

2. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867>.

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

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 лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-научная лаборатория цифровой электроники: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 228/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Источник питания постоянного тока DP831A.Rigol 4 шт.

Монитор 27" 3 шт.

Монитор MSI 27" Pro MP271 4 шт.

Осциллограф цифровой MSO5104.Rigol 4 шт.

Системный блок 1 2 шт.

Системный блок AMD Ryzn 7 5 шт.

Панель интерактивная со встраиваемым ПК

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. 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.

8.4. 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 Теоретические основы силовых полупроводниковых приборов | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Конструктивные особенности силовых полупроводниковых приборов | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

| | | | |
|--|------|-----------------|--|
| 3 Управление силовыми транзисторами | ПК-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Системы на основе силовых полупроводниковых приборов | ПК-3 | 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

| 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. При электрическом пробое полупроводникового диода: а) ток возрастает, напряжение остается постоянным; б) ток уменьшается, напряжение остается постоянным; в) напряжение уменьшается, ток остается постоянным; г) напряжение уменьшается, ток возрастает.
2. Силовой полевой транзистор с затвором Шоттки управляется за счет? а) приложенным положительным напряжением затвор-сток; б) приложенным положительным напряжением сток-исток; в) протекающим током затвор-сток; г) приложенным отрицательным напряжением затвор-сток.
3. Биполярный транзистор с изолированным затвором представляет собой сочетание: а) входного полевого транзистора с изолированным затвором; б) входного биполярного p-n-p-транзистора; в) выходного биполярного n-p-n-транзистора; г) выходного униполярного (полевого) транзистора с изолированным затвором.
4. В активном режиме работы биполярного транзистора: а) выходной ток обратно пропорционален входному току; б) выходной ток равен входному току; в) выходной ток не зависит от входного тока г) выходной ток прямо пропорционален входному току.
5. В мостовых схемах, построенных на быстрых МДП - транзисторах, могут возникнуть следующие отказы: а) открытие нижнего транзистора за счет заряда входной емкости выше порогового уровня; б) открытие паразитного биполярного транзистора при выключении внутреннего обратного диода; в) закрытие нижнего транзистора за счет заряда входной емкости выше порогового уровня; г) закрытие паразитного биполярного транзистора при выключении внутреннего обратного диода.
6. Наличие электрода «field plate» в силовом полевом транзисторе обуславливается: а) необходимостью подавления паразитной ёмкости; б) необходимостью подавления короткоканальных явлений; в) необходимостью подавления пьезоэлектрического эффекта; г) необходимостью подавления ложного открытия транзистора.
7. Использование SiC материалы для силовых транзисторов обусловлено: а) высокой проводимостью материала; б) высоким собственным сопротивлением; в) высокой радиационной стойкостью; г) высокой теплопроводностью.
8. Использование GaN материалы для силовых транзисторов обусловлено: а) высокой проводимостью материала; б) высоким собственным сопротивлением; в) высокой радиационной стойкостью; г) высокой теплопроводностью.
9. Отличительной особенностью гетеробиполярных транзисторов является: а) высокое напряжение эмиттер-база; б) высокие рабочие частоты; в) высокое напряжение эмиттер-коллектор; г) высокое напряжение база-коллектор.
10. В трехфазной мостовой схеме, включающей непосредственную гальваническую связь между шиной драйверов и общей шиной силовой схемы, для устранения паразитной связи не используют? а) изолированное питание каждого драйвера относительно общей точки силовой схемы; б) расположение драйвера как можно ближе к входной цепи силового ключа; в) увеличение площади соединительных контуров; г) изолированный

источник для каждого силового ключа.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Силовой GaN МДП транзисторы и диоды.
2. Силовые SiC МОП транзисторы.
3. Силовые HBT.
4. Силовые IGBT.
5. Драйверы управления силовыми ключами.
6. Схемы управления ВИП.
7. Трансформаторы.

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 / 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 9.4.

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 ПИШ
протокол № 7 от « 4 » 6 2024 г.

СОГЛАСОВАНО:

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ПИШ | А.Г. Лоцилов | Согласовано, 55af61de-b8ed-4780- 9ba6-8adedc18f4ec |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ | А.Г. Лоцилов | Согласовано, 55af61de-b8ed-4780- 9ba6-8adedc18f4ec |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73 |

ЭКСПЕРТЫ:

| | | |
|--|---------------|--|
| Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | Ю.В. Шульгина | Согласовано, ea49db22-c3de-481e- 88a5-479145e4aa44 |
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | И.В. Кулинич | Согласовано, d2a0f42b-ed8d-43b9- 8776-2e1f79c72b0a |

РАЗРАБОТАНО:

| | | |
|--|--------------|--|
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | И.В. Кулинич | Разработано, d2a0f42b-ed8d-43b9- 8776-2e1f79c72b0a |
|--|--------------|--|