

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 07.04.2025 18:12:14 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8728737	Рабочая программа дисциплины "Полупроводниковая электроника" по направлению подготовки (специальности) "Радиофизика" направленности (профилю) Телекоммуникационные системы и информационные технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Полупроводниковая электроника

Направление подготовки (специальность)

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)

Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год набора 2022

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2022 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: Обеспечение необходимого уровня знаний в области изучения электронных процессов в полупроводниках и приборах, изготовленных на их основе, и их использования в целях преобразования и передачи информации.

Индикаторы достижения компетенций:

ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физики и радиофизики.

ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики.

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.28

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Электронные методы измерений

Микропроцессорные системы

Общий физический практикум

Распространение электромагнитных волн

Физическая электроника

Цифровая электроника

Электродинамика сплошных сред

Атомная физика

Методы математической физики

Теория колебаний

Физика конденсированного состояния вещества

Электродинамика

Радиоэлектроника

Теория вероятностей и математическая статистика для физиков, радиофизиков и инженеров

Дифференциальные уравнения

Математический анализ

Электричество и магнетизм

Введение в специальность

Линейная алгебра

Молекулярная физика

Механика

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Излучение волн

Термодинамика

Цифровая обработка сигналов

Электронные методы измерений

Автоматизированные системы управления

Квантовая радиофизика

Статистическая радиофизика

Статистическая физика

Научно-исследовательская работа

Преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы



### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;**

**Знать:**

Для достижения индикатора ОПК-1.1: Знать базовые понятия, полученные в области физики и радиофизики (физические явления в полупроводниковых приборах, основные свойства полупроводниковых приборов, область их применения, основные принципы, законы построения и функционирования электронных систем, теоретические и экспериментальные методы оценки параметров полупроводниковых приборов, основные направления развития полупроводниковых приборов и устройств).

**Уметь:**

Для достижения индикатора ОПК-1.2: Уметь решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики (применять, эксплуатировать и производить выбор полупроводниковых приборов, применять различные полупроводниковые приборы при разработке радиоэлектронных схем, измерять заданные параметры полупроводниковых приборов, самостоятельно осваивать новые полупроводниковые приборы и основанные на них устройства).

**Владеть:**

Для достижения индикатора ОПК-1.3: Владеть навыками использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности (навыками использования радиоэлектронной аппаратуры, методами радиофизических измерений, навыками поиска и анализа информации).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	иметь базовые теоретические знания по дисциплине «Полупроводниковая электроника»;
3.1.2	основные принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования;
3.1.3	основные методы радиофизических измерений.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	самостоятельно анализировать содержание лекционных и практических занятий;
3.2.2	использовать знания по разделу «Полупроводниковая электроника»;
3.2.3	самостоятельно приобретать новые знания;
3.2.4	решать стандартные задачи профессиональной деятельности;
3.2.5	анализировать работу радиоэлектронной аппаратуры и результаты радиофизических измерений с позиций полупроводниковой электроники.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	обладать навыками самоорганизации и самообразования;
3.3.2	обладать навыком решения конкретных задач радиофизики;
3.3.3	иметь навыки работы с современными образовательными и информационными технологиями;
3.3.4	иметь навыки решения стандартных задач профессиональной деятельности;
3.3.5	обладать навыками эксплуатации радиоэлектронной и оптической аппаратуры;
3.3.6	обладать навыками анализа результатов радиофизических измерений с позиций полупроводниковой электроники;
3.3.7	иметь навыки работы с компьютером на уровне опытного пользователя с использованием информационных технологий.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану: 108 в том числе: аудиторные занятия: 72 самостоятельная работа: 36	Виды контроля в семестрах:  зачеты 7



**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Зонная теория и равновесные и неравновесные носители заряда</b>			
1.1	Уравнения Шредингера для кристалла. Приближения Борна-Оппенгеймера и Хартри-Фока. Метод Кронига-Пенни. Зоны Бриллюэна. Метод эффективных масс носителей заряда. Время жизни, скорости генерации и рекомбинации носителей заряда. Уравнение непрерывности. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда. Эффективный коэффициент диффузии. Стационарное распределение носителей заряда за слоем генерации. Максвелловское время релаксации. /Лек/	7	12	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Проработка лекционного материала. Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам. Уравнения Шредингера для кристалла. Приближения Борна-Оппенгеймера и Хартри-Фока. Зоны Бриллюэна. Метод эффективных масс носителей заряда. Понятие дырки. Уравнение непрерывности. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда. Эффективный коэффициент диффузии. Стационарное распределение носителей заряда за слоем генерации. Максвелловское время релаксации. /Ср/	7	10	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Определение контактной разности потенциалов между полупроводником и металлом /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 2. Контактные явления в полупроводниках, полупроводниковые диоды, транзисторы, динисторы и тиристоры</b>			
2.1	Определение контактной разности потенциалов между полупроводником и металлом Изучение выпрямляющего действия электронно-дырочного перехода Изучение температурной зависимости входных характеристик биполярного транзистора Изучение емкостных свойств полупроводниковых диодов Туннельный эффект в вырожденном р-п-переходе /Лаб/	7	26	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Проработка лекционного материала. Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам. Контактные явления на границе металл-полупроводник. Запирающий слой. Энергетические уровни полупроводника и металла. Диодная и диффузионная теории выпрямления. Выпрямление на запирающем контакте металл-полупроводник. Диоды с барьером Шоттки. Контакт электронного и дырочного полупроводников. Выпрямление на р-п-переходе. Барьерная емкость р-п-перехода. Импульсные и высокочастотные свойства р-п-перехода. Диффузионная емкость р-п-перехода. Пробой р-п-перехода. Полупроводниковые диоды и их функциональные возможности. Туннельные диоды. Лавинно-пролетные диоды. Эффект Ганна. Диоды Ганна. Светодиоды. Полупроводниковые квантовые генераторы. Биполярные транзисторы. Принцип действия, параметры и выходные характеристики биполярных транзисторов. Переходные процессы в транзисторах. Дрейфовые транзисторы. Полевые транзисторы структуры металл-диэлектрик-полупроводник. Зонная структура. Обеднение, инверсия и обогащение приповерхностной области полупроводника. Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом. Динисторы и тиристоры. /Ср/	7	18	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



2.3	Контактные явления на границе металл-полупроводник. Запирающий слой. Энергетические уровни полупроводника и металла. Диодная и диффузионная теории выпрямления. Выпрямление на запирающем контакте металл-полупроводник. Диоды с барьером Шоттки. Контакт электронного и дырочного полупроводников (p-n-переход). Выпрямление на p-n-переходе. Барьерная емкость p-n-перехода. Импульсные и высокочастотные свойства p-n-перехода. Диффузионная емкость p-n-перехода. Пробой p-n-перехода. Полупроводниковые диоды и их функциональные возможности. Туннельные диоды. Лавинно-пролетные диоды. Эффект Ганна. Диоды Ганна. Светодиоды. Полупроводниковые квантовые генераторы. Биполярные транзисторы. Принцип действия, параметры и выходные характеристики биполярных транзисторов. Переходные процессы в транзисторах. Дрейфовые транзисторы. Полевые транзисторы структуры металл-диэлектрик-полупроводник. Зонная структура. обеднение, инверсия и обогащение приповерхностной области полупроводника. Полевые транзисторы с управляющим p-n- переходом. /Лек/	7	18	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 3. Поглощение света и фотоэлектронные явления в полупроводниках</b>			
3.1	Поглощение света полупроводниками: Коэффициент поглощения света. Собственное поглощение света. Экситоны. Поглощение света свободными носителями заряда. Переходы между подзонами. Примесное поглощение. Фотоэлектрические явления в полупроводниках: Фотопроводимость полупроводников. Линейная и квадратичная рекомбинации носителей зарядов. Фоторезисторы. Фотогальванический эффект. Фотодиоды. Фотоэлементы. Фототранзисторы. /Лек/	7	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Проработка лекционного материала. Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам. Собственное поглощение света. Экситоны. Поглощение света свободными носителями заряда. Переходы между подзонами. Примесное поглощение. Фотопроводимость полупроводников. Линейная и квадратичная рекомбинации носителей зарядов. Фоторезисторы. Фотогальванический эффект. Фотодиоды. Фотоэлементы. Фототранзисторы. /Ср/	7	8	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Изучение фотопроводимости полупроводников. Фотоэлектрические свойства электронно-дырочного перехода. /Лаб/	7	8	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Собеседование и отчеты по лабораторным работам.

Тест

Зачет

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Вопросы для собеседования по лабораторным работам:

1. Какова природа возникновения контактной разности потенциалов на границе металл-полупроводник?
2. Нарисуйте схему энергетических уровней в области контакта металл-полупроводник n- и p-типа при работе выхода из металла больше, чем работа выхода из полупроводника, и наоборот без подачи внешнего напряжения.
3. Нарисуйте схему энергетических уровней в области контакта металл-полупроводник n- или p-типа при подаче внешнего поля.
4. Получите выражение для тока через контакт металл-полупроводник согласно диодной теории.
5. Получите выражение для тока через контакт металл-полупроводник согласно диффузионной теории.
6. Какова природа возникновения контактной разности потенциалов на границе контакта n- и p-полупроводников?
7. Почему в области контакта n- и p-полупроводников возникает потенциальный барьер?



8. Объясните на энергетической диаграмме р-п-перехода, как изменяется высота потенциального барьера при приложении к переходу внешнего смещения (прямого и обратного)?
9. Объясните причины, приводящие к различию между токами при прямом и обратном включении полупроводникового диода.
10. Объясните температурную зависимость прямого и обратного токов через полупроводниковый диод.
11. Объясните устройство и принцип действия биполярного транзистора.
12. Почему в рабочем режиме к коллекторному переходу прикладывается обратное напряжение?
13. Объясните причину температурного дрейфа характеристик транзисторов.
14. Почему входные характеристики кремниевых и германиевых транзисторов сдвинуты друг относительно друга вдоль оси напряжений?
15. Как по сдвигу входных характеристик германиевого и кремниевого транзисторов оценить разницу в ширине запрещенной зоны?
16. Почему область р-п-перехода называют обедненным слоем?
17. Что такое барьерная емкость р-п-перехода и каков механизм ее возникновения?
18. Как изменяется величина барьерной емкости р-п-перехода в зависимости от обратного смещения?
19. Нарисуйте график изменения плотности объемного заряда для резкого и плавного р-п-переходов.
20. Что такое диффузионная емкость р-п-перехода и каков механизм ее возникновения?
21. Какова природа туннельного эффекта?
22. Как рассчитываются туннельные токи через р-п-переход при равновесии?
23. Как рассчитывается ток через туннельный диод при подаче обратного смещения?
24. Как рассчитывается ток через туннельный диод при прямом смещении?
25. Каковы основные особенности вольт-амперной характеристики туннельного диода?
26. Объяснить причину возникновения фото-э.д.с.
27. Записать уравнение для токов через фотоэлемент для разомкнутой цепи в темноте.
28. Записать уравнение для токов через фотоэлемент для разомкнутой цепи при наличии освещения.
29. Вывести основное уравнение полупроводникового фотоэлемента.
30. Получить выражения для напряжения и тока через нагрузку фотоэлемента.
31. Почему фототок и ток короткого замыкания равны друг другу?
32. Какова связь между напряжением холостого хода и плотностью потока излучения?
33. Вывести уравнение для вольт-амперной характеристики фотоприемника, работающего в фотодиодном режиме.
34. Почему вольт-амперная характеристика фотодиода в четвертом квадранте совпадает с вольт-амперной характеристикой фотоэлемента?

Типовой тест:

- 1) Является ли функция Блоха волной?
  - а) да
  - б) нет
- 2) Какой периодичностью обладает функция Блоха?
  - а) одномерной
  - б) двухмерной
  - в) трехмерной

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету:

1. Уравнения Шредингера для кристалла.
2. Адиабатическое приближение (приближение Борна-Оппенгеймера) и валентная аппроксимация.
3. Одноэлектронное приближение (приближение Хартри-Фока).
4. Функция Блоха.
5. Метод Кронига-Пенни.
6. Первая зона Бриллюэна. Дисперсионные кривые.
7. Способы получения р-п-перехода. Равновесное состояние р-п-перехода.
8. Барьерная емкость р-п-перехода.
9. Токи, протекающие через р-п-переход.
10. Импульсные свойства р-п-перехода. Диффузионная емкость р-п-перехода.
11. Высокочастотные свойства р-п-перехода.
12. Пробой р-п-перехода.
13. Туннельные диоды.
14. Лавинно-пролетные диоды.
15. Возникновение отрицательной дифференциальной проводимости в полупроводниках в сильном электрическом поле.
16. Электростатические домены в полупроводниках. Эффект Ганна. Диоды Ганна.
17. Принцип работы биполярного транзистора.
18. Параметры транзисторов.
19. Выходные характеристики транзисторов.
20. Схема с общим эмиттером. Пробой коллекторного перехода.
21. Переходные процессы в транзисторах. Дрейфовые транзисторы. Предельная частота усиления транзисторов.



22. Полевые транзисторы МДП-структуры.
23. Транзисторы с управляющим p-n-переходом.
24. Поглощение света полупроводниками: коэффициент поглощения света, собственное поглощение.
25. Экситоны. Поглощение света свободными носителями зарядов. Примесное поглощение.
26. Излучение света полупроводниками.
27. Фотопроводимость полупроводников.
28. Фототранзисторы.

#### 6.4. Критерии оценивания

Критерии оценивания собеседования и отчета по лабораторным работам:  
Задания к лабораторным работам студенты выполняют в течение семестра во время проведения лабораторных занятий и в форме самостоятельной работы. Каждая работа включает пять стадий: ответ на контрольные вопросы (допуск к работе), выполнение работы на экспериментальной установке, проведение расчетов и построение графиков согласно заданию, оформление отчета, сдача отчета преподавателю. В течение семестра студент должен сдать отчет по каждой лабораторной работе. Отчет по теме считается сданным во время, если он сдан в течение месяца после проведения лабораторной работы. После сдачи отчетов по всем работам студент получает 37 баллов и получает допуск к сдаче зачета по теоретической части курса.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в два этапа.

На первом этапе промежуточной аттестации проводится тестирование, осуществляемое во время лекционных занятий.

На втором этапе студент отвечает на вопросы зачетного билета. Зачетный билет содержит 1 теоретический вопрос. Во время подготовки можно использовать справочные материалы.

Критерии оценивания зачета:

Первый этап зачета – тестирование. Студент отвечает на вопросы теста во время проведения лекционных занятий. Всего вопросов в тесте 54. Критерий оценивания теста: каждый правильный ответ – 0,5 балла. Максимальное количество баллов – 27. Чтобы тест был зачтен, студент должен набрать минимум 15 баллов. Если тест не зачтен, то до второго этапа экзамена студент не допускается.

Второй этап зачета. Студент отвечает на теоретические вопросы билета. Максимальный балл за ответы по билету – 30.

Критерии оценивания теоретических вопросов билета:

Характеристики ответа:

1) Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин по другим вопросам билета (10-30 баллов).

2) Не может правильно ответить на вопрос базового уровня (0-5 баллов).

При подведении итогов баллы, полученные за три этапа, суммируются.

Критерии оценивания зачета:

0-60 баллов – "не зачтено";

61-100 баллов - "зачтено".

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Сидоренко Е.Н., Махно А.С.	Полупроводниковая электроника: учебное пособие ( <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=357420">http://znanium.com/catalog/document?id=357420</a> )	Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2019	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Троян П. Е.	Твердотельная электроника: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208664">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=208664</a> )	Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроник и, 2006	ЭБС



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.2	Панношкин Н.Н.	Физика полупроводников и полупроводниковые приборы: учебное пособие ( <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=295140">http://znanium.com/catalog/document?id=295140</a> )	Воронеж : ФГБОУ ВПО ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2016	ЭБС

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. - URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. - URL: <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. - URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
Э5	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

## 7.3 Перечень информационных технологий

### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365
Adobe Reader
LMS Moodle
Adobe Connect Acrobat

### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <a href="http://journals.aps.org/about">http://journals.aps.org/about</a> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, а также аудитории для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).

Лабораторные занятия проходят в учебной лаборатории радиоспектроскопии и физической электроники (аудитория 129 учебный корпус №1). Материально - техническое обеспечение приведено в паспорте лаборатории.

Для самостоятельной работы студента используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медиацентр) (учебный корпус №1) и оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение содержания учебной дисциплины «Полупроводниковая электроника» осуществляется на лекциях, лабораторных занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.

Лекции составляют основу теоретической подготовки студентов с целью понимания ими сущности дисциплины. Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку. В ходе лекционных занятий нужно конспектировать учебный



материал, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений. Лекции должны активизировать познавательную деятельность обучающихся, вызывать интерес к поставленным проблемам и направлениям развития в профессиональной области, формировать их профессиональный кругозор, аналитические качества, творческий подход к изучению дисциплины, определять направления дальнейшего самостоятельного изучения и практического освоения в данной области. Изложение материала лекций должно носить проблемный, инновационный характер, способствующий формированию и развитию соответствующих компетенций. Преподавателю необходимо опираться на основную литературу, представленную в рабочей программе данной дисциплины, а также на учебные пособия, монографии, научные статьи и периодические издания известных специалистов в данной области.

Лабораторные работы предназначены для приобретения опыта практической реализации полученных теоретических знаний. Указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется преподавателем перед проведением лабораторных работ. На лабораторных занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе прохождения учебной и производственной практик.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного курса, подготовку к лабораторным работам, выполнение всех заявленных в рабочей программе видов самостоятельной работы (выполнение домашних заданий). Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников. В ходе самостоятельной работы необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. Очень полезно дорабатывать свой конспект лекций, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.



Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой CleVu с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

