

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 17.03.2026 09:56:01 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb987b6cb77a486b9a8788b8723737	МИНОВ НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Рабочая программа дисциплины "Физическая электроника" по направлению подготовки (специальности) 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем" направленности (профилю) специализация N 4 "Безопасность автоматизированных систем критически важных объектов" ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	--	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Физическая электроника

Направление подготовки (специальность)

10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем

Направленность (профиль)

специализация N 4 "Безопасность автоматизированных систем критически важных объектов"

Присваиваемая квалификация (степень)

специалист по защите информации

Форма обучения

очная

Год набора 2026

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

Челябинск 2026 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 физической электроники, используемых при изучении полупроводниковой и вакуумной электроники, цифровой электроники и импульсной техники, дать представление о явлениях, лежащих в основе работы электронных и ионных приборов, работающих в различных диапазонах длин волн.

Индикаторы достижения компетенций:

ОПК-4.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физики и радиоэлектроники.

ОПК-4.2. Демонстрирует умения анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники.

ОПК-4.2. Имеет практический опыт применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.07

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Математический анализ

Алгебра

Физический практикум

Физика

Учебная практика (учебно-лабораторный практикум)

Радиофизика и электроника

Дифференциальные уравнения

Электронные методы измерений

Электроника и схемотехника

Лаборатория электроники и схемотехники

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

Техническая защита информации

Инженерно-техническая защита информации и технические средства охраны на критически важных объектах

Производственная практика (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-4: Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности;

Знать:

Для достижения индикатора ОПК-4.1: Знать базовые понятия, полученные в области физики и радиоэлектроники (базовые физические принципы работы электронных приборов, используемых в электронике и схемотехнике).

Уметь:

Для достижения индикатора ОПК-4.2: Уметь анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники (применять знания физических принципов работы электронных приборов в сфере осуществления связи и передачи данных).

Владеть:

Для достижения индикатора ОПК-4.3: Владеть навыками применения основных физических законов и моделей для решения задач профессиональной деятельности (навыками использования знаний физических принципов работы электронных приборов для решения конкретных задач профессиональной деятельности).



В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:	
3.1.1	базовые теоретические знания по дисциплине «Физическая электроника»;
3.1.2	базовые физические принципы работы электронных приборов, используемых в электронике и схемотехнике.
3.2 Уметь:	
3.2.1	использовать знания по разделу «Физическая электроника»;
3.2.2	применять знания физических принципов работы электронных приборов в сфере осуществления связи и передачи данных.
3.3 Владеть:	
3.3.1	навыком решения конкретных задач радиофизики;
3.3.2	навыками использования знаний физических принципов работы электронных приборов для решения конкретных задач профессиональной деятельности.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану: 144 в том числе: аудиторные занятия: 68 самостоятельная работа: 36,7 часов на контроль: 36 контактная работа: 71,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах: экзамены 7

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Основы зонной теории. Статистика электронов и дырок в полупроводниках			
1.1	Энергетические уровни электрона в изолированном атоме. Обобществление электронов в кристалле. Зоны разрешенных значений энергии в кристалле. Заполнение энергетических зон электронами и деление тел на металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственные полупроводники. Понятие о дырках. Примесные полупроводники. Локальные уровни в запрещенной зоне. Функция распределения в статистике Ферми-Дирака. Функция плотности состояний. Концентрация электронов и дырок в полупроводниках. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей заряда в собственных полупроводниках. Статистика электронов в примесных полупроводниках. Донорный полупроводник. Акцепторный полупроводник. Закон действующих масс. Сильно легированные полупроводники. Компенсированные полупроводники. Статистика электронов в металлах. /Лек/	7	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Проработка лекционного материала. Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам. Зоны разрешенных значений энергии в кристалле. Заполнение энергетических зон электронами и деление тел на металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственные полупроводники. Понятие о дырках. Примесные полупроводники. Локальные уровни в запрещенной зоне. Функция распределения в статистике Ферми-Дирака. Функция плотности состояний. Концентрация электронов и дырок в полупроводниках. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей заряда в собственных полупроводниках. Статистика электронов в примесных полупроводниках. Закон действующих масс. Невырожденные и вырожденные полупроводники. Слабо и сильно легированные полупроводники. Компенсированные полупроводники. Статистика электронов в металлах. /Ср/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



1.3	Определение контактной разности потенциалов между полупроводником и металлом. Изучение выпрямляющего действия электронно-дырочного перехода /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 2. Эмиссионная электроника. Электронные лампы				
2.1	Поверхностный потенциальный барьер для электронов в металле. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона–Дешмена для плотности тока термоэлектронной эмиссии. Эффект Шоттки. Автоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия из металлов, полупроводников и диэлектриков. Вторичная электронная эмиссия. Фотоэлектронные умножители. Вакуумный диод. Объемный заряд и распределение потенциала в пространстве катод-анод. Вольт-амперная характеристика. Закон степени трех вторых. Трехэлектродные лампы. Проницаемость сетки и статический коэффициент усиления. /Лек/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Проработка лекционного материала. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона–Дешмена для плотности тока термоэлектронной эмиссии. Эффект Шоттки. Автоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Фотоэлектронные умножители. Вакуумный диод. Объемный заряд и распределение потенциала в пространстве катод-анод. Вольт-амперная характеристика. Трехэлектродные лампы. Проницаемость сетки и статический коэффициент усиления. /Ср/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 3. Неравновесные носители заряда в полупроводниках				
3.1	Равновесные и неравновесные носители 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	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Изучение емкостных свойств полупроводниковых диодов Фотоэлектрические свойства электронно-дырочного перехода Изучение фотопроводимости полупроводников /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Проработка лекционного материала. Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам. Равновесные и неравновесные носители 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. /Ср/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 4. Контакт металла с полупроводником				
4.1	Запирающий и антизапирающий слои. Энергетические уровни в полупроводнике и металле. Условия для образования барьера Шоттки и омического контакта. Выпрямление на запирающем контакте металла и полупроводника. /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Проработка лекционного материала. Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам. Запирающий слой. Энергетические уровни в полупроводнике и металле. Выпрямление на запирающем контакте металла и полупроводника. /Ср/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Определение контактной разности потенциалов между полупроводником и металлом /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



	Раздел 5. Полупроводниковые диоды и транзисторы			
5.1	Способы получения р-п перехода. Плавные и резкие р-п переходы. Равновесное состояние р-п-перехода. Барьерная ёмкость р-п- перехода. Токи, протекающие через р-п-переход. Туннельные диоды. Формула для расчета токов в туннельном диоде. Вольт-амперная характеристика туннельного диода. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Схемы с общей базой и общим эмиттером. Входные и выходные характеристики транзисторов. Параметры биполярных транзисторов. Полевые транзисторы. Структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МДП). Устройство и принцип действия полевого транзистора МДП-структуры. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п-переходом. /Лек/	7	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Проработка лекционного материала. Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам. Равновесное состояние р-п-перехода. Барьерная ёмкость р-п- перехода. Токи, протекающие через р-п-переход. Туннельные диоды. Формула для расчета токов в туннельном диоде. Вольт-амперная характеристика туннельного диода. Устройство и принцип действия биполярных транзисторов. Схемы с общей базой и общим эмиттером. Входные и выходные характеристики транзисторов. Параметры транзисторов. Полевые транзисторы. Структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МДП). Устройство и принцип действия полевого транзистора МДП- структуры. Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом. /Ср/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.3	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	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 6. Поглощение света и фотоэлектрические явления в полупроводниках			
6.1	Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам. Поглощение света полупроводниками. Фотопроводимость полупроводников. Фоторезисторы. Фотогальванический эффект.	7	6,7	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Изучение фотопроводимости полупроводников. Фотоэлектрические свойства электронно-дырочного перехода /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 7. Иная контактная работа			
7.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	7	3,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ				
6.1. Перечень видов оценочных средств				
Собеседование и отчеты по лабораторным работам. Тест				
6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации				
Вопросы для собеседования по лабораторным работам: 1. Почему при абсолютном нуле температуры ($T=0$) металлы проводят электрический ток, а полупроводники нет? 2. Почему в области контакта п- и р-полупроводников возникает потенциальный барьер? 3. Объясните на энергетической диаграмме р-п-перехода, как изменяется высота потенциального барьера при приложении к переходу внешнего смещения (прямого и обратного)? 4. Объясните причины, приводящие к различию между токами при прямом и обратном включениях полупроводникового диода. 5. Объясните температурную зависимость прямого и обратного токов через полупроводниковый диод. 6. Какова природа возникновения контактной разности потенциалов на границе металл-полупроводник?				



7. Нарисуйте схему энергетических уровней в области контакта металл-полупроводник n- и p-типа в равновесии.
8. Нарисуйте схему энергетических уровней в области контакта металл-полупроводник n- и p-типа при подаче внешнего поля.
9. Получите выражение для тока через контакт металл-полупроводник согласно диодной теории.
10. Получите выражение для тока через контакт металл-полупроводник согласно диффузионной теории.
11. Какова природа возникновения контактной разности потенциалов?
12. Объясните устройство и принцип действия биполярного транзистора.
13. Почему в рабочем режиме к коллекторному переходу прикладывается обратное напряжение?
14. Объясните причину температурного дрейфа характеристик транзисторов.
15. Почему входные характеристики кремниевых и германиевых транзисторов сдвинуты друг относительно друга вдоль оси напряжений?
16. Как по сдвигу входных характеристик германиевого и кремниевого транзисторов оценить разницу в ширине запрещенной зоны?
17. Почему область p-p-перехода называют обедненным слоем?
18. Что такое барьерная емкость p-p-перехода и каков механизм ее возникновения?
19. Как изменяется величина барьерной емкости p-p-перехода в зависимости от обратного смещения?
20. Нарисуйте график изменения плотности объемного заряда для резкого и плавного p-p-переходов.
21. Что такое диффузионная емкость p-p-перехода и каков механизм ее возникновения?
22. Какова природа туннельного эффекта?
23. Как рассчитываются туннельные токи через p-p-переход при равновесии?
24. Как рассчитывается ток через туннельный диод при подаче обратного смещения?
25. Как рассчитывается ток через туннельный диод при прямом смещении?
26. Каковы основные особенности вольт-амперной характеристики туннельного диода?
27. Объяснить причину возникновения фото-э.д.с.
28. Записать уравнение для токов через фотоэлемент для разомкнутой цепи в темноте.
29. Записать уравнение для токов через фотоэлемент для разомкнутой цепи при наличии освещения.
30. Вывести основное уравнение полупроводникового фотоэлемента.
31. Получить выражения для напряжения и тока через нагрузку фотоэлемента.
32. Почему фототок и ток короткого замыкания равны друг другу?
33. Какова связь между напряжением холостого хода и плотностью потока излучения?

Типовой тест:

- 1) Условия делокализации электронов в металлах
 - а) Высота потенциального барьера в кристалле должна быть ниже уровня валентного электрона в изолированном атоме
 - б) Высота потенциального барьера в кристалле должна быть выше уровня валентного электрона в изолированном атоме
- 2) Чем ниже расположен уровень валентного электрона, тем
 - а) шире зона разрешенных значений энергии
 - б) уже зона разрешенных значений энергии
- 3) Наличие верхней энергетической зоны, которая заполнена лишь частично, присуще
 - а) металлам
 - б) диэлектрикам
 - в) полупроводникам

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену:

1. Зоны разрешенных значений энергии в кристалле. Заполнение зон электронами и деление тел на металлы, диэлектрики и полупроводники
2. Собственные полупроводники. Локальные уровни в запрещенной зоне
3. Функция распределения в статистике Ферми-Дирака. Функция плотности состояний
4. Концентрация электронов и дырок в полупроводниках
5. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей заряда в собственных полупроводниках
6. Статистика электронов в примесных полупроводниках: донорный полупроводник
7. Статистика электронов в примесных полупроводниках: акцепторный полупроводник. Закон действующих масс. Сильно легированные полупроводники. Компенсированные полупроводники
8. Статистика электронов в металлах
9. Поверхностный потенциальный барьер для электронов в металле (работа выхода). Формула для плотности тока термоэлектронной эмиссии (формула Ричардсона-Дешмана)
10. Эффект Шоттки. Автоэлектронная эмиссия
11. Фотоэлектронная эмиссия: основные закономерности, процессы, квантовый выход
12. Фотоэлектронная эмиссия из металлов. Фотоэлектронная эмиссия из полупроводников и диэлектриков
13. Вторичная электронная эмиссия. Фотоэлектронный умножитель



14. Вакуумный диод. Трехэлектродная лампа (триод)
15. Равновесные и неравновесные носители заряда. Время жизни, скорости генерации и рекомбинации носителей заряда
16. Уравнение непрерывности
17. Диффузия и дрейф неравновесных носителей заряда. Эффективный коэффициент диффузии
18. Стационарное распределение носителей заряда за слоем генерации Максвелловское время релаксации
19. Контакт металла с полупроводником. Запирающий слой. Энергетические уровни в полупроводнике и металле
20. Выпрямление на запирающем контакте металла и полупроводника
21. Способы получения p-n-перехода. Равновесное состояние p-n-перехода
22. Барьерная емкость p-n-перехода
23. Токи, протекающие через p-n-переход
24. Туннельные диоды
25. Принцип работы биполярного транзистора
26. Параметры биполярных транзисторов
27. Выходные характеристики транзисторов. Схема с общим эмиттером
28. Структура металл-диэлектрик-полупроводник (МДП-структура)
29. Устройство и принцип работы полевого транзистора МДП-структуры.
30. Полевые транзисторы с управляющим p-n-переходом.
31. Внутренний фотоэффект в полупроводниках. Линейная и квадратичная рекомбинация.
32. Фотоэлектрические свойства p-n-перехода.
33. Основное уравнение полупроводникового фотоэлемента.
34. Уравнение для ВАХ полупроводникового фотоприемника, работающего в фотодиодном режиме.

6.4. Критерии оценивания

Критерии оценивания собеседования на лекции:

Отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.

Отметка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.

Промежуточная аттестация проводится в два этапа: тестирование и экзамен.

Критерии оценивания теста:

На первом этапе студент проходит тест, который проводится в конце последней лекции.

Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Важнейшими достоинствами тестов являются:

- 1) экономия времени преподавателя
- 2) возможность поставить всех студентов в одинаковые условия
- 3) возможность разработки равноценных по трудностям вариантов вопросов
- 4) возможность проверить обоснованность оценки
- 5) уменьшение субъективного подхода к оценке подготовки студента, обусловленного его индивидуальными особенностями

Студент отвечает на вопросы теста во время проведения лекционного занятия. Всего вопросов в тесте 64. Критерий оценивания теста: каждый правильный ответ – 0,5 балла. Максимальное количество баллов – 32. Чтобы тест был зачтен, студент должен набрать минимум 20 баллов. Если тест "не зачтен", то до второго этапа экзамена студент не допускается.

Критерии оценивания экзамена:

На втором этапе промежуточной аттестации – экзамене студент отвечает на вопросы экзаменационного билета. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Время подготовки к ответу на вопросы билета – 60 минут. Во время подготовки можно использовать справочные материалы. Максимальный балл за ответы на вопросы билета – 90 баллов.

Критерии оценивания теоретических вопросов:

Характеристики ответа:

- 1) Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, студент правильно обосновывает принятые решения. Возможны несущественные ошибки (80-90 баллов).
- 2) Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул или отсутствие некоторых элементов вывода (65-80 баллов)
- 3) 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 (45-65 баллов)
- 4) Не может ответить на вопрос базового уровня (0 баллов).

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации.



Критерии оценивания экзамена:
0-64 баллов - неудовлетворительно (2);
65-89 баллов - удовлетворительно (3);
90-111 баллов - хорошо (4);
112-132 баллов - отлично (5).

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	Троян П. Е.	Твердотельная электроника: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208664)	Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2006	ЭБС
Л1.2	Давыдов В. Н.	Твердотельная электроника: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480529)	Томск : ТУСУР, 2013	ЭБС
Л1.3	Владимиров Г. Г.	Физика поверхности твердых тел (https://e.lanbook.com/book/212228)	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Марченко А. Л., Опадчий Ю. Ф.	Электротехника и электроника. В 2 томах.: том 2: электроника https://znanium.ru/catalog/document?id=428651	Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023	ЭБС

7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л3.1	Чернов В. М.	Лабораторный практикум по физическим основам электроники: учебное пособие (http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007721/chernovvm)	Челябинск : Издательство Челябинского государственного университета, 2015	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

OpenOffice
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: <http://journals.aps.org/about> – 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: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – 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), 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 «Физическая 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 инвалидов и 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 информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и 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 с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности 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 предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. 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.



Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 04 от 05.02.2026

Председатель Ученого совета
физического факультета

согласовано

М.А. Загребин

Заседанием кафедры радиофизики и электроники

Протокол заседания № 07 от 03.02.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

А.В. Бутаков

Автор (составитель)

И.В. Бычков

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ»
от «13»апреля 2021 г. № 274-1**