

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Физические основы электроники

**Код модуля**  
1163290(1)

**Модуль**  
Схемотехнические решения систем управления

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ноговицына Татьяна Андреевна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физики
2	Повзнер Александр Александрович	доктор физико-математических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физики
3	Степаненко Андрей Викторович	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	физики
4	Цветков Александр Владимирович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Школа бакалавриата

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Авторы:**

- Ноговицына Татьяна Андреевна, Доцент, физики
- Повзнер Александр Александрович, Заведующий кафедрой, физики
- Степаненко Андрей Викторович, Доцент, физики
- Цветков Александр Владимирович, Доцент, Школа бакалавриата

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физические основы электроники**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Коллоквиум	1
		Домашняя работа	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физические основы электроники**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3 -Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов,	Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности	Зачет Лабораторные занятия

интерпретацию полученных результатов	<p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>	
ОПК-1 -Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Зачет</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5

Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Активная работа</i>	2,16	30
<i>коллоквиум</i>	2,16	70
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.25</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	2,14	40
<i>контрольная работа</i>	2,14	60
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.25</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторной работы</i>	2,16	50
<i>Тестирование по лабораторной работе</i>	2,16	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

#### 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

##### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

##### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)		
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов	Шкала оценивания

	<b>обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно но (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## **5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

### **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

#### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### **5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Волновые свойства электронов (в том числе опыт Деввисона-Джермера).

Соотношения неопределенности (в том числе электронно-лучевая трубка). Потенциальная яма для электрона. Задача об атоме водорода.

2. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Туннельный эффект. Автоэлектронная эмиссия. Автоионизация. Многоэлектронные атомы. Спин.

3. Электронные энергетические зоны. Электрические свойства металлов.

Сверхпроводимость.

4. Собственные и примесные полупроводники

5. Контактные явления в металлах и полупроводниках.

6. Электрическое и магнитное поле в металлах и диэлектриках

7. Спинтроника

Примерные задания

1. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком с поляризованностью молекул  $P = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/м}^2$ . Определите его диэлектрическую

восприимчивость, если при отсутствии диэлектрика напряженность поля между пластинами конденсатора была равна  $E_0 = 100 \text{ МВ/м}$ .

2. Висмутовый шарик радиусом  $R = 1 \text{ см}$  помещен в однородное магнитное поле ( $B_0 = 0,5 \text{ Тл}$ ). Определить магнитный момент  $m$ , приобретенный шариком, если магнитная восприимчивость висмута равна  $\chi = -1,5 \cdot 10^{-4}$ .

3. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление  $\rho = 0,48 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Определить концентрацию  $n$  носителей заряда, если подвижности  $U_n$  и  $U_p$  электронов и дырок соответственно равны  $0,36$  и  $0,16 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ .

4. Германиевый образец нагревают от  $t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ . Принимая ширину запрещенной зоны  $W_g = 0,72 \text{ эВ}$ , определить, во сколько раз возрастает при этом его электропроводность.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Изучение электрического сопротивления металлических проводников
2. Определение электродвижущей силы и внутреннего сопротивления источника тока компенсационным методом
3. Изучение магнитных полей и свойств ферромагнетика
4. Исследование полупроводникового резистора
5. Изучение эффекта Холла в полупроводниках
6. Изучение свойств p-n перехода и определение ширины запрещенной зоны полупроводника

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Квантовая механика

Примерные задания

1. Электрон, протон, атом водорода и атом гелия обладают одинаковой кинетической энергией  $W_k$ . Наименьшую длину волны де Бройля имеет 1) электрон 2) протон 3) атом водорода 4) атом гелия
2. Параллельный поток моноэнергетических электронов падает нормально на диафрагму с узкой прямоугольной щелью ширины  $b = 1 \text{ мкм}$ . Определить скорость этих электронов, если на экране, отстоящем от щели на расстоянии  $l = 50 \text{ см}$ , ширина центрального дифракционного максимума  $\Delta x = 0,36 \text{ мм}$ .
3. Во сколько раз изменится дебройлевская длина волны частицы при переходе через границу потенциального барьера  $U = 15 \text{ эВ}$ , если до барьера кинетическая энергия частицы  $20 \text{ эВ}$ ?



LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Твердое тело

Примерные задания

1. Волновая функция для атома водорода и возможные значения энергии. Главное квантовое число, азимутальное квантовое число, магнитное квантовое число.

Объединение атомов в кристалл и возникновение энергетических зон. Распределение электронов по зонам. Классификация твердых тел в зонной теории: проводники, диэлектрики, полупроводники, полуметаллы (на основе схемы зон).

2. Между обкладок плоского конденсатора поместили стеклянную пластину ( $\epsilon=6$ ) толщиной  $h=2$  мм. Конденсатор зарядили до 500 В. Пренебрегая зазором между обкладками конденсатора и пластиной диэлектрика, найти: 1) поверхностную плотность свободных зарядов на обкладках конденсатора, 2) поверхностную плотность связанных зарядов на стекле.

3. Найти сопротивление кристалла кремния Si2814 ( $\rho=2,42$  г/см<sup>3</sup>, длина  $L=0,5$  см) массой 5 г., в котором содержатся примеси: 5 мкг индий In11549, 4 мкг мышьяк As7533.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Физические основы электроники

Примерные задания

Задача 1. Электрон с энергией  $E_n=37,56$  эВ находится в одномерной прямоугольной бесконечной потенциальной яме шириной  $l=10^{-10}$  м. Найти главное квантовое число  $n$ ; и вычислить вероятность обнаружения частицы в интервале от  $x_1=0$  до  $x_2=0,4l$ . Построить зависимость от координаты  $x$  волновую функцию  $\psi_n(x)$  и плотность вероятности  $|\psi_n(x)|^2$  обнаружения частицы в квантовой яме. Указать на графике найденную вероятность.

Задача 2. Электрон в атоме водорода перешел из исходного 8g состояния в конечное 4f состояние

Найти 1) приращение  $\Delta E$  энергии (в Дж и эВ), 2) длину волны  $\lambda$  излучаемую атомом при этом переходе, 3) кратность вырождения энергетических уровней начального и конечного состояний, 4) приращение модуля орбитального момента импульса  $\Delta L$  и модуля орбитального магнитного момента  $\Delta m_l$  электрона при этом переходе, 5) модули векторов спинового момента импульса  $L_s$  и спинового магнитного момента  $\mu_s$ , 6) возможные ориентации вектора орбитального момента импульса в начальном и конечном состояниях и показать на рисунке, 7) возможные ориентации вектора спинового момента импульса, и углы наклона к выделенной оси  $Z$  и показать на рисунке. Построить схему энергетических уровней атома водорода и указать на ней переход.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Основы зонной теории. Атом водорода и решение уравнения Шредингера. Волновая функция для атома водорода и возможные значения энергии. Главное квантовое число, азимутальное квантовое число, магнитное квантовое число. Объединение атомов в кристалл. Обобществление электронов в кристалле и возникновение энергетических зон (показать на схеме). Распределение электронов по энергетическим зонам. Классификация твердых тел в зонной теории: проводники, диэлектрики, полупроводники, полуметаллы (на основе графического изображения зон). Металлы. Три температурные области изменения электросопротивления металлов (высокая, низкая и сверхнизкая) и их объяснение на основе рассмотрения фононов (рассеяние на фононах), дефектов кристаллической решетки и влияния примесей. Сверхпроводимость. Теория БКШ (Бардина-Купера-Шриффера). Куперовская пара и ее свойства. Зонная схема для объяснения сверхпроводимости. Свойства сверхпроводников. Эффект Мейснера. Эффект Джозефсона. Практическое применение сверхпроводников.

2. Собственные и примесные полупроводники. Контактные явления. Полупроводники. Валентная зона, зона проводимости, зона запрещенных энергий. Энергия активации носителей заряда в полупроводниках. Носители тока в полупроводниках. Влияние дефектов и примесей на электрические свойства полупроводников. Собственные полупроводники. Электроны проводимости и дырки в собственных полупроводниках и сравнение их концентраций. Периодичность носителей заряда в полупроводниках. Электронная и дырочная проводимости (запись формул). Удельное электросопротивление полупроводника (запись формулы). Температурная зависимость проводимости собственных полупроводников (запись функции и построение графика). Объяснение температурной зависимости проводимости полупроводников с точки зрения зонной теории. Температурный коэффициент электросопротивления полупроводников (формула и анализ знака результата). Термисторы и их применение. Лабораторное изучение свойств полупроводникового резистора. Примесные полупроводники. Величина концентрации примесей и ее влияние на изменение проводимости полупроводника. Полупроводники n-типа. Проводимость n-типа. Доноры и донорная проводимость. Зонная структура донорного полупроводника. Примесный уровень (его заселенность электронами и его расположение на зонной схеме). Основные и не основные носители тока в донорных полупроводниках. Температурная зависимость проводимости примесного полупроводника и ее особенности. Полупроводники p-типа. Проводимость p-типа. Акцепторы и акцепторная проводимость. Зонная структура полупроводника p-типа. Примесный уровень (его заселенность электронами и расположение на зонной схеме). Контактные явления в полупроводниках. Контакт электронного и дырочного полупроводников (p-n переход) и его вольт-амперная характеристика. Полупроводниковые диоды. Лабораторное изучение свойств полупроводниковых диодов, прямое и обратное включение (вольт-амперная зависимость и температурные зависимости для электросопротивления).

3. Электрическое и магнитное поле в металлах и диэлектриках. Полярные и неполярные молекулы. Поляризация диэлектриков. Поляризуемость молекул. Классификация диэлектриков. Поле диполя вдоль его оси и перпендикулярно оси. Диполь в однородном и неоднородном электрическом поле. Поляризованность вещества. Связанные заряды в кристаллах диэлектриков. Связь поляризованности с поверхностными связанными зарядами. Собственное поле диэлектрика (поле связанных зарядов) и его направление. Результирующее электрическое поле в диэлектрике (принцип суперпозиции). Вектор поляризации. Диэлектрическая восприимчивость вещества, ее физический смысл и связь с диэлектрической проницаемостью. Виды поляризации диэлектриков. Диэлектрики с особыми свойствами. Сегнетоэлектрики: свойства и применение. Петля гистерезиса и кривая поляризации сегнетоэлектриков. Остаточная поляризация и коэрцитивная сила для сегнетоэлектриков. Домены и их изменение при поляризации сегнетоэлектриков (стадии поляризации). Прямой и обратный пьезоэффект. Пьезоэлектрики: свойства и применение. Пироэлектрический эффект (прямой и обратный). Пироэлектрики: свойства и применение. Электреты: свойства, методы получения и применение на практике. Исследование магнитных полей с помощью датчика Холла

LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология анализа образовательных задач	ОПК-3	Д-1	Домашняя работа Зачет Коллоквиум Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия