

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени В.Ф. УТКИНА»**

Кафедра «Микро- и наноэлектроника»

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

***Физика твердого тела***

Программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.3.11. Физика полупроводников

Квалификация (степень) выпускника –

Преподаватель-исследователь

Формы обучения – очная

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (практических заданий, описаний форм и процедур проверки), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Цель – оценить соответствие приобретенных знаний и умений обучающихся целям и требованиям программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в ходе проведения промежуточной аттестации.

Контроль знаний проводится в форме промежуточной аттестации. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Форма проведения зачета – устный ответ по теоретическим вопросам, сформулированным с учетом содержания дисциплины.

## 2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ

Качество освоения дисциплины оценивается в процессе проведения экзамена в форме оценки «Зачтено» или «Незачтено»:

**Оценка «зачтено»** выставляется аспиранту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов.

**Оценка «не зачтено»** выставляется аспиранту, который не справился с 50% вопросов и заданий, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития культуры у аспиранта нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

## 3. ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	Тема 1. Основы электронной теории полупроводников.	Зачет
2	Тема 2. Кинетические явления в полупроводниках.	Зачет
3	Тема 3. Размернозависимые электронные процессы в полупроводниках и барьерных структурах.	Зачет
4	Тема 4. Поверхностные и контактные явления в полупроводниках и барьерных структурах.	Зачет
5	Тема 5. Основы электронной теории твердых тел.	Зачет
6	Магнитные свойства твердых тел	Зачет

## 4 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Типовые теоретические вопросы к зачету по дисциплине

1. Электронные состояния в кристаллах. Электрон в периодическом потенциальном поле. Одноэлектронное приближение. Волновые функции Блоха. Зона Бриллюэна.
2. Свойства энергетического спектра электронов, энергетические зоны. Волновой вектор, импульс, скорость и эффективная масса электрона.
3. Характер заполнения энергетических зон. Электроны и дырки. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Типы химических связей. Металлические, ионные, ковалентные, молекулярные кристаллы. Характеристика энергетических зон, распределение электронной плотности.
4. Водородоподобная модель мелкого примесного центра. Приближение эффективной массы. Доноры и акцепторы в кубических полупроводниках.
5. Мелкие и глубокие энергетические уровни в запрещенной зоне полупроводника, их параметры и методы изучения.
6. Статистика заполнения локальных уровней.
7. Невырожденные и вырожденные полупроводники. Статистические особенности. Уровень Ферми, концентрация электронов и дырок
8. Рассеяние носителей заряда в металлах и полупроводниках. Подвижность свободных носителей заряда. Основные механизмы рассеяния. Рассеяние на колебаниях кристаллической решетки. Рассеяние на ионизированных и нейтральных примесях.
9. Квантовая теория колебаний кристаллической решетки. Фононы. Энергия и импульс фонона. Статистика фононов. Плотность фононных состояний. Теплоемкость кристаллической решетки, температура Дебая. Ангармонизм колебаний.
10. Зависимость электропроводности полупроводников и металлов от температуры.
11. Термоэлектрические эффекты. Эффект Холла. Диффузионные уравнения. Уравнения Эйнштейна.
12. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Неравновесные носители заряда. Время жизни. Максвелловская релаксация заряда в твердых телах, время релаксации, дебаевская длина экранирования.
13. Неравновесная функция распределения, квазиуровни Ферми. Уравнение непрерывности. Время жизни неосновных неравновесных носителей. Диффузионная длина.
14. Механизмы рекомбинации. Рекомбинация зона-зона. Рекомбинация с участием уровней в запрещенной зоне, модель Шокли-Рида. Модель рекомбинации П.Т.Орешкина.
15. Межзонные электронные переходы. Собственное оптическое поглощение, край собственного поглощения. Экситонные эффекты.
16. Поглощение на свободных носителях заряда. Поглощение света в примесной области спектра. Фотопроводимость. Оптическое поглощение на колебаниях кристаллической решетки.
17. Магнитные моменты атомов. Диамагнетики, парамагнетики. Намагниченность, магнитная проницаемость.
18. Магнитное упорядочение. Спонтанная намагниченность. Обменное взаимодействие. Спиновые волны. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.
19. Доменная структура, механизмы намагничивания, гистерезис.
20. Магнитные резонансы, зеемановское расщепление.
21. Магнитные примеси в немагнитных металлах и полупроводниках.
22. Особенности рассеяния носителей заряда с переворотом спина.
23. Спин-орбитальное взаимодействие и рассеяние на магнитных центрах.
24. Спиновый эффект Холла.
25. Особенности электронных процессов переноса в магнитоупорядоченных средах.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СОГЛАСОВАНО **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ

**11.10.24** 10:22 (MSK)

Простая подпись