

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
«УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР»  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(УдмФИЦ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор УдмФИЦ УрО РАН,  
доктор физико-математических наук  
М.Ю. Альес  
« 05 » *Июль* 20 *18* г.

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«Физика конденсированного состояния»

Направление подготовки  
03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль) подготовки  
01.04.01. «Приборы и методы экспериментальной физики»

Квалификация (степень) выпускника  
Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения  
очная

Ижевск

**ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Компетенция/Уровень	Тема (раздел) «Физика конденсированного состояния»		
<p><b>ОПК-1</b> Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>Знать: - передовые достижения в области научных интересов, современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности 31(ОПК-1); - методы анализа данных, необходимых для проведения конкретного исследования. 34(ОПК-1).</p>	<p>Уметь -критически анализировать известные результаты исследований, формулировать актуальные проблемы в предметной области У1(ОПК-1).</p>	<p>Владеть: - знаниями о современном состоянии исследований, методах и подходах решения научных задач в предметной области В1(ОПК-1); - способностью самостоятельно с применением современных компьютерных технологий собирать, обрабатывать, анализировать, обобщать и систематизировать результаты исследований. В4(ОПК-1)</p>
<p><b>ПК-1</b> Способность самостоятельно проводить научные исследования в области физики конденсированного состояния вещества.</p>	<p>- современные базовые и специализированные теоретические представления о природе вещества в конденсированном состоянии 31(ПК-1); - актуальные проблемы и приоритетные направления исследований в области физики конденсированного состояния. 32(ПК-1) - современные методы и подходы решения теоретических и экспериментальных задач в области физики конденсированного состояния вещества. 33(ПК-1).</p>	<p>- критически анализировать актуальные проблемы физики конденсированного состояния вещества и способы их решения. У1(ПК-1) - использовать базовые теоретические знания, знания основ физического эксперимента в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния вещества У2(ПК-1). - выбирать и применять адекватные экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследований У3(ПК-1)</p>	<p>- научной терминологией, понятийным аппаратом, основами математического описания физических явлений, физического эксперимента. В1(ПК-1).</p>
<p><b>ПК-3</b> Способность поиска, систематизации, анализа и представления научно-технической информации по теме исследования.</p>	<p>- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области физики конденсированного состояния 31(ПК-3).</p>	<p>- получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования. У1(ПК-3); - выявлять степень достоверности, противоречивости, согласованности опубликованных данных, а также результатов</p>	<p>- навыками использования современных информационно-коммуникационных технологий для поиска, систематизации, анализа информации по теме исследования В1(ПК-3).</p>

		собственных научных исследований У2(ПК-3).	
<b>Формы контроля</b>	Реферат, зачет		
<b>Показатели</b>	Положительные оценки по всем формам контроля по всем компетенциям		
<b>Оценочные задания</b>	Реферат, вопросы к зачету		

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА**  
*тест, контрольные задания, контрольные вопросы к зачету,*  
по дисциплине (модулю)  
**«Физика конденсированного состояния»**

---

## 1. ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА

*Назначение* - контроль результатов формирования указанных компетенций

*Контролируемые результаты обучения*

**ОПК-1** – Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

**знать:**

- передовые достижения в области своих научных интересов, современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности З1(ОПК-1)

- методы анализа данных, необходимых для проведения конкретного исследования. З4(ОПК-1)

**уметь:**

- критически анализировать известные результаты исследований, формулировать актуальные проблемы в предметной области У1(ОПК-1).

**владеть:**

- знаниями о современном состоянии исследований, методах и подходах решения научных задач в предметной области В1(ОПК-1);

- способностью самостоятельно с применением современных компьютерных технологий собирать, обрабатывать, анализировать, обобщать и систематизировать результаты исследований В4(ОПК-1).

**Профессиональные компетенции (ПК):**

**ПК-1** – Способность самостоятельно проводить научные исследования в области физики конденсированного состояния вещества.

**знать:**

- современные базовые и специализированные теоретические представления о природе вещества в конденсированном состоянии З1(ПК-1);

- актуальные проблемы и приоритетные направления исследований в области физики конденсированного состояния З2(ПК-1);

- современные методы и подходы для решения теоретических и экспериментальных задач в области физики конденсированного состояния вещества З3(ПК-1).

**уметь:**

- критически анализировать актуальные проблемы физики конденсированного состояния вещества и известные в мировой науке способы их решения У1(ПК-1);

- использовать базовые теоретические знания, знания основ физического эксперимента в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния вещества У2(ПК-1).

- выбирать и применять адекватные экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследований У3(ПК-1)

**владеть:**

- научной терминологией, понятийным аппаратом, основами математического описания физических явлений, основами физического эксперимента В1(ПК-1).

**ПК-3** – Способность поиска, систематизации, анализа и представления научно-технической информации по теме исследования.

**знать:**

- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в

области физики конденсированного состояния 31(ПК-3).

**уметь:**

- получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования. У1(ПК-3);
- выявлять степень достоверности, противоречивости, согласованности опубликованных данных, а также результатов собственных научных исследований. У2(ПК-3)

**владеть:**

- навыками использования современных информационно-коммуникационных технологий для поиска, систематизации, анализа информации по теме исследования. В1(ПК-3).

**Метод оценивания:** экспертный.

**Критерии оценивания результатов:** положительные оценки по всем формам контроля по всем компетенциям.

## 2. НАБОР ЗАДАНИЙ

### 2.1. Реферат

**Примерные темы рефератов по дисциплине «Физика конденсированного состояния»**

1. Типы сил связи в конденсированном состоянии.
2. Элементы симметрии кристаллов.
3. Ангармонизм и фонон-фононное взаимодействие в металлах.
4. Использование моделей Эйнштейна и Дебая в реальных материалах.
5. Классификация дефектов кристаллической решетки.
6. Современные проблемы сверхпроводимости.
7. Структура и свойства наноматериалов.

### 2.2. Зачет

**Основные вопросы для подготовки к зачету:**

1. Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность.
2. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова, ионная, ковалентная и металлическая связи.
3. Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам атомов: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO<sub>3</sub>.
4. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.
5. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера -Зейтца. Решетка Браве.
6. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна.
7. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Возможные порядки поворотных осей в кристалле.
8. Операции (преобразования) симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии.
9. Точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.
10. Пространственные группы симметрии кристаллов.
11. Классификация дефектов кристаллической решетки.
12. Точечные дефекты и их свойства.

13. Диффузионный массоперенос. Законы диффузии.
14. Процессы атомного упорядочения в металлах и сплавах. Сверхструктуры и их исследование.
15. Линейные дефекты кристаллической решетки и их свойства.
16. Механизмы пластической деформации металлов и сплавов в том числе в нанокристаллическом состоянии.
17. Планарные дефекты кристаллической решетки.
18. Наноструктурированные металлы и сплавы. Дефекты в нанокристаллах.
19. Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов на кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности.
20. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Геометрический фактор. Тепловой фактор Дебая-Валлера.
21. Рассеяние и дифракция на аморфных веществах.
22. Методы рентгеноструктурного анализа: метод Лауэ, метод вращения, метод порошков.
23. Колебания атомов в кристаллической решетке. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.
24. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.
25. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории.
26. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.
27. Тепловое расширение твердых тел. Его физическая природа. Ангармонические колебания.
28. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана-Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.
29. Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде.
30. Основные приближения зонной теории твердого тела. Граничные условия Борна - Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны.
31. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс.
32. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов.
33. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.
34. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри - Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости.
35. Природа ферромагнетизма. Магнитные фазовые переходы в ферромагнетике. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика.
36. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы Блоха, Нееля.

37. Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферромагнетики. Магнитная структура ферромагнетиков. Неколлинеарные магнитные структуры. Спиновые стекла.
38. Спиновые волны, магноны. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.
39. Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига.
40. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований.
41. Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и Керра).
42. Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя.
43. Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейсснера. Критическое поле и критический ток.
44. Сверхпроводники первого и второго рода, их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в сверхпроводник.
45. Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель.

### **3. ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ**

#### **Критерии оценки реферата**

Оценка «зачтено» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- иллюстрировании теоретических положений практическим материалом.

Также оценка «зачтено» ставится при:

- в целом правильном и полном ответе с негрубыми ошибками или неточностями;
- умении оперировать специальными терминами;
- небольших затруднениях в использовании практического материала;
- не вполне законченных выводах или обобщениях, не носящих принципиального характера, когда установлено, что аспирант обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «незачтено» ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- наличии одной грубой ошибки;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

Оценка «незачтено» также ставится при:

- отсутствии текста реферата на бумажном носителе и компьютерной презентации, отражающей содержание реферата;
- ответе на вопросы с грубыми ошибками;
- неумении оперировать специальными терминами и их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

#### **Критерии оценки знаний на зачете**

Оценка «отлично» на зачете ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;

- использовании в ответе дополнительного материала;
- иллюстрировании теоретических положений практическим материалом.

Оценка «хорошо» на зачете ставится при:

- в целом правильном и полном ответе с негрубыми ошибками или неточностями;
- умении оперировать специальными терминами;
- небольших затруднениях в использовании практического материала;
- не вполне законченных выводах или обобщениях.

Оценка «удовлетворительно» на зачете ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- наличии одной грубой ошибки;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

Оценка «неудовлетворительно» на зачете ставится при:

- ответе на все вопросы билета и наводящие вопросы с грубыми ошибками;
- неумении оперировать специальными терминами и их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ

##### Реферат:

Сроки проведения процедуры оценивания: - в конце 2-го года обучения.

Место проведения процедуры оценивания – учебная аудитория. Оценивание проводится преподавателем.

Форма предъявления заданий

- текст на бумажном носителе;

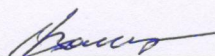
- устное сообщение по теме реферата, сопровождаемое компьютерной презентацией.

*Предъявление результатов оценивания осуществляется – после обработки результатов в форме устного объявления результатов, а также в письменной форме с оформлением необходимых документов (ведомости) с приложением на бумажном носителе.*

##### Зачет:

Форма промежуточной аттестации – зачет в письменной или устной форме. Зачет проводится в соответствии с учебным планом обучения в аспирантуре. Билет зачета состоит из двух вопросов. На зачете аспирант должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Физика конденсированного состояния».

в.н.с., к.ф.-м.н.

 В.А.Волков  
(подпись)