

## **1. Пояснительная записка**

1.1. Вступительные испытания в аспирантуру предназначены для определения теоретической и практической подготовленности поступающего в аспирантуру к выполнению будущих профессиональных задач по специальности Физика конденсированного состояния.

1.2. Программа охватывает вопросы по комплексу дисциплин, изучаемых в пределах подготовки магистра по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и дисциплин, соответствующих программе аспирантуры по научной специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния»; механика, механика твердого тела, гидромеханика, колебания и волны, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, статистическая физика, физика конденсированного состояния, основы материаловедения и технологии материалов. В процессе экзамена, поступающие должны показать свою подготовленность к продолжению образования по научной специальности «Физика конденсированного состояния».

### 1.3. Формула специальности:

Основой специальности является теоретическое и экспериментальное исследование природы кристаллических и аморфных, неорганических и органических веществ в твердом и жидком состояниях и изменение их физических свойств при различных внешних воздействиях.

#### Области исследований:

1. Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы свойств металлов и их сплавов, неорганических и органических соединений, диэлектриков и в том числе материалов световодов как в

твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления.

2. Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств неупорядоченных, неорганических и органических систем, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы и дисперсные системы.

3. Изучение экспериментального состояния конденсированных веществ (сильное сжатие, ударные воздействия, изменение гравитационных полей, низкие температуры), фазовых переходов в них и их фазовые диаграммы состояния.

4. Теоретическое и экспериментальное исследование воздействия различных видов излучений, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ.

5. Разработка математических моделей построения фазовых диаграмм состояния и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения.

6. Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами.

7. Технические и технологические приложения физики конденсированного состояния.

## **2. Порядок проведения вступительного испытания**

2.1. Вступительное испытание (экзамен) проводится устно по экзаменационным билетам.

2.2. Экзаменационные билеты включают в себя **3 вопроса** из разных разделов, в том числе вопросы, связанные со специальностью, касающейся строения объектов, находящихся в твердом, жидком и газообразном состоянии.

2.3. Вопросы соответствуют содержанию вступительного испытания.

2.4. Время подготовки – **1 час**. Время опроса в устной форме – **20-30 минут**.

### **3. Содержание вступительного испытания**

#### **Раздел: «Общая и теоретическая физика»**

##### **Модуль 3.1. «Механика»**

Динамика материальной точки, Законы Ньютона. Работа и энергия. Законы сохранения энергии. Механика твердого тела. Вращение твердых тел. Момент сил, момент инерции, момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Упругие деформации. Закон Гука. Гидродинамика. Уравнения Бернулли. Ламинарные и турбулентные течения.

##### **Модуль 3.2. «Колебания и волны»**

Гармонические колебания. Математический и физический маятник. Энергия колебаний. Вынужденные колебания. Распространение волн в упругой среде. Энергия упругих волн. Звуковые и ультразвуковые волны. Дифракция и интерференция волн.

##### **Модуль 3.3. «Термодинамика»**

Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ). Строение твердых, жидких, газообразных тел в МКТ. Масса, размеры, скорости движения, силы взаимодействия молекул. Распределение Больцмана. Распределение Максвелла. Температура и давление газа в МКТ. Уравнение в МКТ. Температурные шкалы. Теплота, внутренняя энергия, работа в термодинамике. Начало термодинамики (первое, второе, третье) – термодинамические, статистические формулировки, анализ. Энергия и энтропия.

Агрегатное состояние вещества. Фазовые переходы первого и второго рода. Диаграмма состояния. Уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Тройная точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ.

### **Модуль 3.4. «Электродинамика»**

Электростатика. Проводники в электрическом поле. Теорема Остроградского-Гаусса и ее применение. Диэлектрики в электрическом поле. Постоянный электрический ток. Закон Ома для однородного и неоднородного участка цепи. Закон Джоуля-Ленца. Разветвленные цепи. Правило Кирхгофа.

### **Модуль 3.5. «Полупроводники»**

Физические свойства полупроводников. Собственные полупроводники. Основные сведения, классификация, области применения. Примесные полупроводники. Электропроводность полупроводников. Полупроводниковые приборы. n-p переход. Прохождение тока через n-p переход. Туннельные диоды. Транзисторы. Полупроводниковые структуры. Области применения.

### **Модуль 3.6. «Магнитное поле и магнитные свойства твердых тел»**

Магнитное поле, индукция, напряженность. Электромагнитная индукция и самоиндукция. Правило Ленца. Закон Фарадея в интегральной и дифференциальной форме. Энергия магнитного и электромагнитного поля. Плотность потока энергии электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга. Магнетики, их классификация. Диамагнетизм и парамагнетизм. Природа диамагнетизма и парамагнетизма. Основы теории о ферромагнетиках. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.

### **Модуль 3.7. «Оптика»**

Основы электромагнитной теории света. Интерференция, диффракция и поляризация света. Дисперсия света и спектральный анализ. Основы

квантовой теории излучения света атомами и молекулами.

## **Раздел: «Физика конденсированного состояния»**

### **Модуль 3.8. «Кристаллические и аморфные тела»**

Межатомные взаимодействия и классификация твердых тел. Методы определения атомной структуры твердых тел (электронная микроскопия и рентгеноструктурный анализ). Современные материалы на основе металла. Кристаллы. Нанокристаллы. Квазикристаллы. Аморфные сплавы. Механические свойства металлов: пластичность, твердость, усталость. Напряжение, деформация, кривые нагружения. Физические свойства твердых тел: теплоемкость, теплопроводность, тепловое расширение.

### **Модуль 3.9. «Структура твердых тел»**

Кристаллы и аморфные материалы. Основы кристаллографии. Кристаллические решетки. Дефекты в кристаллах. Классификация дефектов по геометрическим признакам: точечные, линейные, плоские, объемные. Краевые и винтовые дислокации. Свойства дислокаций. Энергия дислокаций. Движение дислокаций: переползание и скольжение. Пластическая деформация. Взаимодействие и размножение дислокаций. Дисклинации. Свойства дисклинаций. Энергия дисклинаций. Дисклинационные конфигурации: диполи и квадруполи. Ротационные моды деформации. Дефекты дисклинационного типа. Структура металлов и сплавов. Объемные структурные элементы: ячейки, блоки, субзерна, зерна, фрагменты, полосы разориентации. Структура аморфных твердых тел. Стекла.

### **Модуль 3.10. «Теория конденсированного состояния»**

Прямая и обратная решетки кристалла. Зоны Бриллюэна. Теплоемкость кристалла по Эйнштейну. Распределение Бозе-Эйнштейна. Фононы. Теория Дебая. Распределение Ферми-Дирака. Энергетические зоны электронов в кристалле. Диэлектрики, металлы и полупроводники. Уровень Ферми.

Терромагнитные и термоэлектрические явления. ТермоЭДС. Эффект Холла.  
Эффект Пельтье.

### **Модуль 3.11. «Методы исследования структуры и свойств твердых тел»**

Физические основы методов исследования структуры твердых тел, их возможности. Электронная просвечивающая микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Металлография, конфокальная микроскопия.

Основы рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа.

Спектроскопия: рентгеновская, ультрафиолетовая, оптическая, электронная.

Акустическая эмиссия, внутреннее трение, дифференциальная сканирующая калориметрия.

## **4. Критерии и нормы оценки**

В конце экзамена комиссия подводит итоги, и выставляется итоговая оценка каждому аспиранту в соответствии с критериями и нормами оценки.

<b>Форма проведения экзамена</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
Устно	«отлично»	Правильный и полный ответ на три вопроса билета в соответствии с программой дисциплины.
Устно	«хорошо»	Правильные, но не полные ответы на три вопроса билета в соответствии с программой дисциплины.
Устно	«удовлетворительно»	Правильный ответ на два из трех вопросов билета.
Устно	«неудовлетворительно»	Ответ не представлен ни по одному вопросу билета.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение.**

### **5.1. Обязательная литература**

5.1.1. Грызунова Н.Н. Физика конденсированного состояния [Текст] : (с уклоном в нанотехнологии) : учебно-методическое пособие / Грызунова Н. Н., Тюрков М. Н. - Тольятти : Кассандра, 2014. - 195 с. : ил., табл., цв. ил.; 21 см.; ISBN 978-5-91687-149-4 : 100 экз.

### **5.2. Дополнительная литература и учебные материалы**

5.2.1. Павлов П. В. Физика твердого тела : учебник / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2000. - 494 с. : ил. - Библиогр.: с. 480-481. - Услов. обозн.: с. 481-483. - Предм. указ.: с. 484-490 . - ISBN 5-06-003770-3: 112-70.

5.2.2. Физика твердого тела : учеб. пособие для вузов / И. К. Верещагин [и др.]; под ред. И. К. Верещагина. - 2-е изд., испр. - Москва : Высш. шк., 2001. - 237 с. : ил. - Библиогр.: с. 235-237. - ISBN 5-06-004024-0: 43-81.

5.2.3. Викарчук А. А. Структурообразование в наночастицах и кристаллах с пентагональной симметрией, формирующихся при электрокристаллизации металлов : монография / А. А. Викарчук, И. С. Ясников. - Тольятти : ТГУ, 2006. - 206 с. : ил. - Библиогр.: с. 183-203. - ISBN 5-8259-0305-4 : 129-57.

5.2.4. Викарчук А. А. Дефекты и структуры, формирующиеся при электрокристаллизации ГЦК-металлов : [монография] / А. А. Викарчук, А. П. Воленко, И. С. Ясников. - Санкт-Петербург : Политехника, 2004. - 214 с. : ил. - Библиогр.: с. 200-212. - ISBN 5-7325-0831-7 : 40-00.

5.2.5. Физическое материаловедение : учеб. для студентов вузов. В 7 т. Т. 5. Материалы с заданными свойствами / М. И. Алымов [и др.] ; под общ. ред. Б. А. Калина. - Изд. 2-е, перераб. - Москва : НИЛУ МИФИ, 2012. - 699 с. : ил. - Библиогр. в конце гл.

5.2.6. Физическое материаловедение : учеб. для студентов вузов. В 7 т. Т. 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов / Н. В. Волков [и др.] ; под общ. ред. Б. А. Калина. - Изд. 2-е, перераб. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. - 798 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 787-798. - ISBN 978-5-7262-1793-2. - ISBN 978-5-7262-1814-4 (т. 3).

5.2.7. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства : учеб. пособие для вузов/И. Б. Рыжков. - Изд. 2-е, стер.; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 222 с. : ил. - Библиогр.: с. 220. - ISBN 978-5-8114-1264-8

5.2.8. Учебное пособие Перспективные материалы/ Под ред. Д.Л.Мерсона. Издательство ТГУ – МИСис. Том 1 – 2006. Том 2 – 2007. Том 3 – 2009. Том 4 – 2011. Том 5 – 2013. Том 6, 7 -2017г.г.

5.2.9. Румянцев А.В. Введение в физику конденсированного состояния вещества [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Румянцев. – Калининград: БФУ им. И.Канта, 2012. – 118 с. – ISBN 978-5-9971-0221-0.

5.2.10. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инж.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова. - Изд. 7-е, стер. - Москва : Высш. шк., 2003. - 542 с. : ил. - Предм. указ.: с. 524-542. - ISBN 5-06-003634-0 : 96-38. - 450-00.

### **5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

5.3.1. Гуртов, В. А., Осауленко, Р. Н, Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко. – Москва, 2007. – 300 с. - Режим доступа: <http://dssp.petsu.ru/p/tutorial/ftt/index.htm>.

5.3.2. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : [учеб. пособие]. - Ижевск : НИЦ РХД, 2004. - (Электронная библиотека). - 139-83.

5.3.3. Матухин В. Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 224 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0923-5.

5.3.4. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: сборник задач / И.М. Анфимов [и др.]. – Москва: МИСиС, 2011. – 70 с.: ил. – ISBN 978-5-87623-426-1.

5.3.5. Епифанов Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.И. Епифанов. – Изд. 4-е, стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 228 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1001-9.