

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

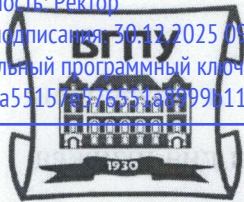
ФИО: Щёкина Вера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 30.12.2025 09:43:23

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e746551a5f99b1190892af53989420420336ffbf573a434e57789



## МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РФ

### ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности и науке ФГБОУ ВО «БГПУ»

М. Ю. Попова

« 1 » 09 2022 г.

## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Уровень профессионального образования: высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Группа научных специальностей

1.3. Физические науки

Научная специальность 1.3.8 Физика конденсированного состояния

2022 г

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММЕ

Программа вступительного испытания по физике конденсированного состояния составлена на основе требований ФГОС ВО по научной специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденном приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 867 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 25 августа 2014 г., регистрационный № 33836).

Программа рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры физического и математического образования ФГБОУ ВПО «Благовещенский государственный педагогический университет»

## ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания проводятся в устной форме по билетам

### 1 ТРЕБОВАНИЯ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Изучение физики конденсированного состояния – общепринятый в мировой научной практике путь формирования у соискателей целостной системы знаний по фундаментальным вопросам различных областей физико-математических и технических наук, без уяснения содержания которых невозможно ни плодотворная научная деятельность, ни рост профессиональной подготовки будущего ученого-физика, занимающегося:

- изучением структуры и физических свойств конденсированных систем (твердых тела и жидкостей), в том числе под воздействием физических полей и излучений, основываясь на молекулярно-кинетических, термодинамических и квантово-механических представлениях;
- исследованием термодинамики состояний, фазовых переходов, явлений переноса и релаксационных процессов в конденсированных телах, в том числе в гетерогенных системах.

Вступительные экзамены в аспирантуру по физике конденсированного состояния проводятся по программам, соответствующим требованиям подготовки специалистов по Государственному образовательному стандарту.

В соответствии с этими требованиями поступающий в аспирантуру должен:

- иметь представления о структуре веществ в конденсированном состоянии и их основных свойствах, основываясь на молекулярно-кинетических, термодинамических и квантово-механических представлениях;
- знать основные методы исследования структуры и свойств конденсированных тел и иметь навыки по использованию теоретических знаний при решении практических вопросов;
- обладать навыками инженерного мышления, решения научных и технических проблем физики конденсированного состояния;
- знать основы теорий физики твердого тела и жидкости (в том числе полимеров), термодинамику конденсированных сред,
- иметь квантово-механические представления о взаимодействии частиц и квазичастиц, связь основных свойств конденсированных сред с их атомно-молекулярным и кристаллическим строением;
- уметь оценить основные свойства конденсированных тел, выбрать и обосновать рациональные методы исследования и приборную базу, обеспечивающие необходимую точность измерений; теоретически моделировать процессы взаимодействия внешних полей и излучений с элементами структуры конденсированных тел.

## 2 ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ И ВОПРОСЫ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

1. Атом, молекула, квантование внутренней энергии. Межатомные и межмолекулярные связи: ковалентная, ионная, металлическая, Ван-Дер-ваальсова, водородная, координационная. Атомные и молекулярные спектры. Конденсированное тело. Классификация структур: химические элементы, неорганические вещества, органические вещества.
2. Кристаллическое состояние. Симметрия кристаллов. Трансляционная симметрия. Кристаллографические обозначения. Элементарная ячейка. Закон Вульфа-Брэгга. Решетки Браве. Геометрическая модель. Обратная решетка. Дефекты в кристаллах: смещенные атомы, вакансии, атомы внедрения и замещения, дислокации (краевые, винтовые). Энергия, подвижность и взаимодействие дислокаций.
3. Аморфные и стеклообразные вещества. Дальний и ближний порядок. Координационное число и координационная сфера. Твердые растворы. Аморфные металлы и сплавы, аморфные и стеклообразные полупроводники. Стекла: позиционные, спиновые, дипольные, электрические квадрупольные, протонные, сверхпроводниковые.
4. Волновые функции и уравнение Шредингера. Волновой вектор электрона в кристалле. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми, энергия Ферми. Свободные электроны (классическая и квантовая теории). Приближение сильной связи. Эффективная масса электрона. Вырожденный электронный газ. Электроны и дырки.
5. Зонная теория твердых тел. Одномерная модель электронных зон. Заполнение зон электронами в идеальном кристалле. Плотность электронных состояний. Примесные уровни и поверхностные состояния. Металлы, диэлектрики, полупроводники.
6. Частицы и квазичастицы: фононы, электроны проводимости, плазмоны, поляроны, экситоны, магноны. Одноэлектронное приближение Хартри-Фока. Квантовая статистика газа частиц (квазичастиц): бозоны и фермионы. Взаимодействие частиц и квазичастиц: электрон-фононное (в тепло- и электропроводности), электрон-электронное посредством обмена виртуальными фононами (сверхпроводимость), фонон-фононное (ангармонизм колебаний, тепловое расширение и теплопроводность кристаллической решетки).
7. Равновесные и неравновесные термодинамические состояния. Термодинамическое равновесие фаз. Фазовые переходы I и II рода. Равновесие в многокомпонентных системах и правило фаз Гиббса. Линии (поверхности) равновесия и диаграммы состояния. Кинетика фазовых превращений. Диффузионные и бездиффузионные превращения.

8. Статистическая физика макромолекул. Природа гибкости макромолекул. Сегмент. Конформационная статистика реальных макромолекул и поворотные изомеры. Термодинамический потенциал. Упругая и высокоэластическая деформация. Классическая теория высокоэластичности полимерных сеток в гауссовом приближении. Высокоэластический потенциал. Двухосное симметричное и несимметричное растяжение.
9. Электро- и теплопроводность. Теплємкость кристаллической решетки. Механизмы рассеяния электронов. Термодинамика теплового расширения. Электронная и фононная теплопроводность. Теплопроводность диэлектриков и металлов. Механизмы электропроводности (электронная, ионная, дырочная). Природа электрического сопротивления (подвижность и концентрация носителей заряда, взаимодействие с фононами и др.). Эффект Холла. Сверхпроводимость.
10. Полупроводники. Электронная структура. Примесные уровни. Доноры и акцепторы. Особенности температурной зависимости проводимости. Собственная электропроводность. Теория p-n переходов. Фотопроводимость. Рекомбинация и релаксация неравновесных носителей заряда. Переход металл-полупроводник. Потенциальный барьер Шоттки. Полупроводниковый выпрямитель. Туннельный диод. Транзисторы (биполярный, полевой). Приборы с гетерогенными переходами.
11. Диэлектрики. Поляризация (электронная, ионная и ориентационная). Дипольная релаксация. Электрострикция и пьезоэлектричество. Пироэлектрики и сегнетоэлектрики. Электреты. Электропроводность в сильных полях. Электрический пробой.
12. Упругость и пластичность. Тензор упругих постоянных и упругая деформация. Обобщенный закон Гука. Предел текучести. Твердость и прочность. Упрочнение. Внутреннее трение. Механическая и термическая усталость. Ионно-плазменные эффекты изменения структуры и свойств твердых тел.
13. Спин и магнитный момент атомов. Диамагнетизм и парамагнетизм. Феноменология ферромагнетизма и антиферромагнетизма. Спиновые волны (магноны), энергия магнитной анизотропии, коэрцитивная сила и гистерезис. Доменная стенка. Магнестрикция. Ферриты.
14. Поверхность как элемент структуры конденсированных тел. Влияние поверхности на энергию связи электрона. Электронные поверхностные уровни. Работа выхода. Контактная разность потенциалов. Термоэлектронная эмиссия. Двойной электрический слой. Свободная энергия диффузионного двойного слоя.
15. Поверхностное натяжение и поверхностная свободная энергия. Капиллярное давление. Смачивание и растекание. Краевой угол. Гидрофобность и гидрофильность. Поверхностные силы и расклинивающее давление. Электрокапиллярность.

16. Исследование структуры и фазового состава твердых тел (химическое строение, поверхность, надмолекулярная структура): оптическая, электронная и атомно-силовая микроскопия; рентгено- и электронография; рассеяние поляризованного света, УФ- и ИК- спектроскопия, ЯМР, эффект Мессбауэра, ЭПР, ЯМР.

### 3 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная литература

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. В 5 томах. Том 2. Термодинамика и молекулярная физика, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013
2. Физика твердого тела /Епифанов Г.И. - СПб: Лань, 2011. - 288 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2023](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023)
3. Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю. В. Петров. Долгопрудный: Интеллект, 2013. 213 с 72.
4. Купрекова Е.И. Физика твердого тела. Сборник заданий: Уч. пособие. 2014 год. 172 стр.
5. В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. Физика твердого тела. // М., Лань, 2011.
6. Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. Физика конденсированного состояния. // М., Бином. Лаборатория знаний, 2015, 3-е изд.
7. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: Учебное пособие. 4-е изд., стер. СПб.: Издательство «Лань», 2011. — 288 с.
8. А. С. Василевский. Физика твердого тела. // М. Дрофа, 2011 г.
9. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: учебное пособие для вузов. Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014. 320 с.
10. Таволжанский С.А. Производство слитков из цветных металлов и сплавов. Непрерывное литье слитков из цветных металлов и сплавов в подвижные кристаллизаторы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Таволжанский С.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2016.— 73 с.

#### Дополнительная литература

1. Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Фомин Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2017.— 185 с.
2. Родин А.О. Физическая химия, М., Изд. Дом МИСиС, 2010
3. Материаловедение. Методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Т.А. Орелкина [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018.— 214 с