

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Физико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке

В.В. Кружаев

« ___ » _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

| Перечень сведений о рабочей программе дисциплины | Учетные данные |
|---|--|
| Образовательная программа <i>Физика конденсированного состояния</i> | Код ОП 03.06.01 |
| Направление подготовки Физика и астрономия | Код направления и уровня подготовки 03.06.01 |
| Уровень подготовки Подготовка кадров высшей квалификации | |
| ФГОС ВО <i>03.06.01 Физика и астрономия</i> | Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: от 30.07.2014 №867 с изменениями от 30.04.2015 |

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2018 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | ФИО | Ученая степень, ученое звание | Должность | Структурное подразделение | Подпись |
|--------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------|---|----------------|
| 1 | Вайнштейн Илья Александрович | д.ф.-м.н., профессор | Зав. кафедрой | кафедра Физических методов и приборов контроля качества | |

Рекомендовано учебно-методическим советом физико-технологического института

Председатель учебно-методического совета

В.В. Зверев

Согласовано:

Начальник ОП НПК

Е.А.Бутрина

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

1.1 Аннотация содержания дисциплины

Изучение дисциплины «Физика конденсированного состояния» направлено на 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. Курс предполагает наличие у аспирантов знаний основ физики конденсированного состояния в объеме специалитета или магистерских программ высшего образования. Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании научно-квалификационной работы по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

1.2. Язык реализации дисциплины

Реализуется на русском языке.

1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у аспиранта следующих компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в области физики конденсированного состояния (ПК-1);
- способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (ПК-2);
- способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (ПК-3).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- физические свойства, явления и процессы в металлах и их сплавах, неорганических и органических соединениях, диэлектриках и, в том числе, материалах световодов как в твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления; основы физических свойств неупорядоченных неорганических и органических систем, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы и дисперсные системы; основы технических и технологических приложений физики конденсированного состояния.

Уметь:

- разрабатывать математические модели построения фазовых диаграмм состояния и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения; развивать экспериментальные методы изучения физических свойств и физические основы промышленных технологий получения материалов с определенными свойствами.

Иметь навыки:

- применения методов экспериментального исследования конденсированных веществ (сильное сжатие, ударные воздействия, изменение гравитационных полей, низкие температуры), фазовых переходов в них и их фазовых диаграмм состояния; методами экспериментального и теоретического исследования воздействия различных видов излучений, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ.

1.4 Объем дисциплины

Очная форма обучения

| № п/п | Виды учебной работы | Объем дисциплины | | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|-------|--|------------------|---------------------------------|---|
| | | Всего часов | В т.ч. контактная работа (час.) | 5 |
| 1. | Аудиторные занятия | 4 | 4 | 4 |
| 2. | Лекции | 4 | 4 | 4 |
| 3. | Практические занятия | 0 | 0 | 0 |
| 4. | Лабораторные работы | 0 | 0 | 0 |
| 5. | Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации | 108 | 7,65 | 108 |
| 6. | Промежуточная аттестация | 18 | 2,33 | Экзамен |
| 7. | Общий объем по учебному плану, час. | 108 | 13,98 | 108 |
| 8. | Общий объем по учебному плану, з.е. | 3 | | 3 |

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины | Содержание |
|-------------------|---|--|
| 1 | Раздел 1. Силы связи в твердых телах. | <p>Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: Ван дер Ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь.</p> <p>Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO₃. 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.</p> |
| 2 | Раздел 2. Симметрия твердых тел. | <p>Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера – Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна.</p> <p>Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.</p> |
| 3 | Раздел 3. Дефекты в твердых телах. | <p>Точечные дефекты, классификация. Энергия образования. Дефекты Френкеля и Шоттки. Механизмы образования радиационно-индуцированных дефектов. Люминесценция.</p> <p>Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.</p> |
| 4 | Раздел 4. Дифракция в кристаллах | <p>Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.</p> |
| 5 | Раздел 5. Колебания решетки. | <p>Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн.</p> <p>Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.</p> |
| 6 | Раздел 6. Тепловые свойства твердых тел. | <p>Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая и квантовая теория теплоемкости. Температура Дебая.</p> |
| 7 | Раздел 7. Электронные свойства твердых тел. | <p>Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде.</p> <p>Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна - Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны.</p> <p>Энергетический спектр электрона в кристалле</p> <p>Приближение сильно связанных электронов. Связь ширины</p> |

| | | |
|----|--|---|
| | | разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс. Приближение почти свободных электронов. Брэг-говские отражения электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы. |
| 8 | Раздел 8. Магнитные свойства твердых тел. | Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса. Парамагнетизм и диамагнетизм электронов проводимости. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля). Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферримагнетики. Магнитная структура ферримагнетиков. Спиновые волны, магноны. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. |
| 9 | Раздел 9. Оптические свойства твердых тел. | Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований. Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и Керра). Проникновение высокочастотного поля в проводник Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя. |
| 10 | Раздел 10. Сверхпроводимость | Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейсснера. Критическое поле и критический ток. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец. Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель. |

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Лабораторные работы

Не предусмотрено

4.2 Практические занятия

Не предусмотрено

4.3 Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1 Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

4.3.2 Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.3 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.5 Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

| Код раздела, темы дисциплины | Активные методы обучения | | | | | | Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|---------------------|------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|--|---|---------------------------------------|
| | Проектная работа | Кейс-анализ | Деловые игры | Проблемное обучение | Командная работа | Дискуссия и публичные выступления | Сетевые учебные курсы | Виртуальные практикумы и тренажеры | Вебинары и видеоконференции | Асинхронные web-конференции и семинары | Совместная работа и разработка контента | Самостоятельное изучение ресурсов ЭБС |
| Раздел 1 | | | | * | | * | | | | | | |
| Раздел 2 | | | | * | | * | | | | | | |
| Раздел 3 | | | | * | | * | | | | | | |
| Раздел 4 | | | | * | | * | | | | | | |
| Раздел 5 | | | | * | | * | | | | | | |
| Раздел 6 | | | | * | | * | | | | | | |
| Раздел 7 | | | | * | | * | | | | | | |
| Раздел 8 | | | | * | | * | | | | | | |
| Раздел 9 | | | | * | | * | | | | | | |
| Раздел 10 | | | | * | | * | | | | | | |

6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение)

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

1. Киттель, Чарльз. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель ; пер. с англ. А. А. Гусева, А. В. Пахнева ; под общ. ред. А. А. Гусева .— Москва : Наука, 1978 .— 791 с. : ил. ; 22 см .— Пер. изд.: Introduction to solid state physics / C. Kittel. — Библиогр.: с. 769-791.
2. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела. Т. 1 / пер. с англ. А. С. Михайлова под ред. М. И. Каганова / Н. Ашкрофт, Н. Мермин .— Москва : Мир, 1979 .— 400 с. : ил. ; 25 см .— Пер. изд.: Solid state physics / N. W. Ashcroft, N. D. Mermin. New York etc, 1976.
3. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела : [в 2 т.]. Т. 2 / пер. с англ. К. И. Кугеля, А. С. Михайлова под ред. М. И. Каганова / Н. Ашкрофт, Н. Мермин .— Москва : Мир, 1979.— 422 с. : ил. ; 25 см .— Предм. указ.: с. 392-417. Пер. изд.: Solid state physics / N. W. Ashcroft, N. D. Mermin. New York etc, 1976.
4. Займан, Дж. М. Принципы теории твердого тела / Дж. М. Займан ; пер. с англ. под ред. В. Л. Бонч-Бруевича .— Москва : Мир, 1974 .— 472 с. : ил. ; 22 см .— Пер. изд.: Principles of the theory of solids / J. M. Ziman. — Библиогр.: с. 455-464 .— Предм. указ.: с. 465-469.

5. Павлов, Павел Васильевич. Физика твердого тела : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы" / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов .— 3-е изд., стер .— Москва : Высшая школа, 2000 .— 494 с.
6. Вонсовский, Сергей Васильевич. Магнетизм / С. В. Вонсовский .— М. : Наука, 1984.— 208с.
7. Бонч-Бруевич, Виктор Леопольдович. Физика полупроводников / В. Л. Бонч-Бруевич, С. Г. Калашников .— М. : Наука, 1990 .— 688 с. : ил. — ISBN 5-02-014032-5 : 2-00.
8. Физика твердого тела : Учеб. пособие для студентов втузов / И.К. Верещагин, С.М. Кокин, В.А. Никитенко и др. ; Под ред. И.К. Верещагина .— 2-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 2001 .— 237 с. : ил. ; 20 см .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 235-237 (61 назв.). — допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-06-004024-0 : 52.00.

7.1.2 Дополнительная литература

1. Ван, Бюрен. Дефекты в кристаллах / Б. Ван ; пер. с англ. под ред. А. Н. Орлова, В. Р. Регеля .— М. : Изд-во иностр. лит., 1962 .— 584 с. : ил. — Библиогр.: с. 532-564 .— 3-47.— 57-00.
2. Келли, А. Кристаллография и дефекты в кристаллах / А. Келли, Г. Гровс ; пер. с англ. С. Н. Горина [и др.] ; под ред. [и с предисл.] М. П. Шаскольской .— Москва : Мир, 1974 .— 496 с., [4] л. ил. : черт. ; 22 см .— Библиогр. в конце гл .— Предм. указ.: с. 486-492.
3. Фридель, Ж. Дислокации = Dislocations : Пер. с англ. / Ж. Фридель ; Под ред. [и с послесл., с. 583-626] А. Л. Ройтбурда .— М. : Мир, 1967 .— 643 с. с черт., 14 л. ил. — Парал. загл. на англ. яз. — Библиогр.: с. 540-579 .— 2-95 .— 10500-00.
4. Шмидт, Вадим Васильевич. Введение в физику сверхпроводников / В.В. Шмидт; Испр. и доп. В.В. Рязанова, М.В. Фейгельмана .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : ИЦНМО, 2000 .— XIV, 402 с. : ил. ; 22 см .— (Современные лекционные курсы) .— Библиогр.: с. 379-393 (198 назв.). - Предм. указ.: с. 394-397. — без грифа .— ISBN 5-900916-68-5 : 109.00.
5. Абрикосов, Алексей Алексеевич. Основы теории металлов : [учеб. пособие] / А. А. Абрикосов ; [под ред. Л. А. Фальковского] .— 2-е изд., доп. и испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010 .— 600 с. : ил. ; 21 см .— Предм. указ.: с. 595-598. — Тираж 1000 экз. — Библиогр.: с. 581-594. — ISBN 978-5-9221-1097-6.
6. Квантовый эффект Холла / [Кейдж М., Чэнг А., Гирвин С. и др.] ; под ред. Р. Пренджа, С. Гирвина ; пер. с англ. под ред. Г. Е. Пикуса .— Москва : Мир, 1989 .— 404 с. : ил. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 9-10 (39 назв.), 385-396 (451 назв.) .— Предм. указ.: с. 397-400 .— ISBN 5-03-001047-5.
7. Пустоваров, Владимир Алексеевич. Термостимулированная люминесценция твердых тел : Учеб. пособие / В. А. Пустоваров; Науч. ред. Б. В. Шульгин; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2003 .— 41 с. : ил. ; 21 см .— Авт. указан на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 40 (8 назв.). — ISBN 5-321-00300-9 : 25.00.
8. Соломонов, Владимир Иванович. Импульсная катодолюминесценция и ее применение для анализа конденсированных веществ / В. И. Соломонов, С. Г. Михайлов; Рос. акад. наук. Урал. отд-ние. Ин-т электрофизики, Междунар. науч.-техн. центр .— Екатеринбург : УрО РАН, 2003 .— 182 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 173-180 (138 назв.). — ISBN 5-7691-1357-X : 50.00.

7.2 Методические разработки

Не предусмотрено

7.3 Программное обеспечение

Пакет офисных приложений (Word, Excel, Outlook, PowerPoint).

7.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>
2. Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>
3. Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>
4. Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>
5. Поиск <http://library.urfu.ru/search>;
6. Электронные ресурсы по подписке УрФУ, например, база данных «Техэксперт».
7. Российская электронная научная библиотека. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
8. Поисковые системы публикаций отечественных и зарубежных научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>, <http://www.ingentaconnect.com>
9. Пакет офисных приложений (Word, Excel, Outlook, PowerPoint).

7.5 Электронные образовательные ресурсы

Все студенты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:

1. Archive NEICON, Нет договора, свободный доступ
2. eLIBRARY.RU ЗНБ
3. Science Direct Freedom Collection Договор № 1-8911229704 от 31.07.2015
4. Springer Materials
5. Springer Link
6. Taylor&Francis, Доступ к архивам по 2012 г.
7. UDB-EDU (East View), Договор №154 от 01.08.2017
8. Web of Science Договор № WoS/44 от 01.04.2017
9. Wiley, Договор № WILEY/44 от 01.12.2016
10. Oxford HandBooks, Договор № 100317/2017/1- Э от 11.12.2017
11. Proquest Dissertations and Theses Global, Договор № ProQuest/44 от 01.04.2017
12. ACM Digital Library, Договор № ACM/44 от 01.11.2017
13. Academic Search Ultimate и EBSCO Discovery Service Договор №43-12/1629-2017 от 28.11.2017
14. REAXYS, Договор №1-10657385029 от 01 июня 2016 г.
15. Интегрум «Профи», Договор №к-17/11/6244 от 01.12.2017 г.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Аспиранты Физико-технологического института обеспечены специальными помещениями для проведения занятий лекционного и семинарского типа, а также проведения лабораторных и научно-исследовательских работ

| № | Аудитория, место нахождения | Характеристика кабинета / аудитории и программного обеспечения |
|----|-----------------------------|---|
| 1. | Мира, 21, Ф-136/137 | Современная эргономичная мебель для студентов (на 10 человек) Компьютеры -2 Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus Дифрактометр рентгеновский X'Pert PRO MRD Дифрактометр рентгеновский Shimadzu XRD-7000S |
| 2. | Мира, 21, Ф-128 | Современная эргономичная мебель для студентов (на 5 человек); Компьютер; Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus; |

| | | |
|-----|---------------------------|---|
| | | Импульсный спектрометр электронного парамагнитного резонанса ELEXSYS E580 (BRUKER BIOSPIN) |
| 3. | Мира, 21, Ф-214 | <p>Центр параллельных вычислений</p> <p>Современная мебель для студентов (на 5 человек);</p> <p>Высокопроизводительный вычислительный кластер. -</p> <p>Управляющий узел: Двухпроцессорный двуядерный сервер Sun Fire X4200 M2 2x2216 в комплектации: 2 процессора Opteron 2216, 8 Гб оперативной памяти, 4 диска 146 Гб SAS; - Расчетные узлы: 9 двухпроцессорных двуядерных серверов Sun Fire X4100 M2 2x2216 в комплектации: 2 процессора Opteron 2216, 4 Гб оперативной памяти, 2 диска 73 Гб SAS; 12 двухпроцессорных узлов HP ProLiant DL 145 G2 (Opteron 2 ГГц). Каждый узел содержит 1 Гб оперативной памяти и жесткий диск 80 Гб; - Тип расчетной сети: Gigabit Ethernet; - Операционная система: Rocks Cluster Distribution 4.2.1; - Коммуникационная библиотека: Интерфейс Передачи Сообщений MPICH2; - Система управления очередью заданий: Sun Grid Engine; - Компиляторы: GNU C/C++, Fortran 77, 90; - Библиотеки: ACML, BLACS и ScaLapack.</p> |
| 4. | ул.Мира, 21, Ф-264 | <p>Учебно-научная лаборатория физики твердого тела</p> <p>Автоматизированные лабораторные стенды с источниками возбуждающего излучения: стенд для измерения рентгенолюминесценции материалов, стенд для измерения фотолюминесценции материалов, стенд для исследования оптического поглощения материалов, стенд для исследования термостимулированной люминесценции материалов</p> |
| 5. | ул.Мира, 21, Ф-275-277 | <p>Научно-исследовательская лаборатория спектроскопических измерений</p> <p>Поверочный стенд, экспериментальная установка для исследования радиационно-оптических свойств твердых тел</p> |
| 6. | ул.Мира, 21, Ф-164 | <p>Научно-исследовательская лаборатория высокотемпературных воздействий</p> <p>Стенд высокотемпературных воздействий на материалы «Плазмотрон»</p> |
| 7. | ул.Мира, 21, Ф-174 | <p>Учебно-научный инновационно-внедренческий центр радиационной модификации свойств материалов</p> <p>Линейный ускоритель электронов, конвейер для подачи материалов в зону облучения, аппаратура радиационного контроля</p> |
| 8. | ул.Мира, 21, Ф-052 | <p>Учебно-научная мессбауэровская лаборатория</p> <p>Мессбауровский спектрометр высокого скоростного разрешения, компьютер, контрольно-измерительная аппаратура</p> |
| 9. | Мира, 21, Ф-437 | <p>Компьютерная и мультимедийная аудитория</p> <p>Интерактивная доска, Проектор и экран, 15 компьютеров Intel Core i3.</p> |
| 10. | Мира, 21, Ф-405 | <p>Лабораторная аудитория</p> <p>Учебно-лабораторный стенд по аналоговой и цифровой электронике National Instruments, Осциллограф OWON, Генератор Tektronik</p> |
| 11. | Мира, 21, | Лаборатория отжига материалов |

| | | |
|-----|-------------------------------|--|
| | Ф-366 | Высокотемпературная вакуумная печь |
| 12. | Мира, 21, Ф-318 | Специализированная аудитория ИКЛ спектрометр КЛАВИ, Установка термолюминесценции, ОСЛ спектрометр |
| 13. | Мира, 21, Ф-258 | Лаборатория спектроскопии Спектрометр оптического поглощения LAMBDA-35, Оптический спектрометр LS-55, УФ спектрометр высокого разрешения. |
| 14. | Мира, 21 Ф-314 | Лаборатория рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии Рентгеновской фотоэлектронный спектрометр PHI 5000 VersaProbe. |
| 15. | ул.Мира, 21, Ф-349 | Современная эргономичная мебель для студентов (на 40 чел.); Компьютер; Мультимедийный проектор; Выдвижной настенный экран; Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, |
| 16. | ул.Мира, 21, Ф-372 | Современная эргономичная мебель для студентов (на 60 человек); Компьютер; Мультимедийный проектор; Выдвижной настенный экран; Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus |
| 17. | ул.Мира, 21, Ф-350 | Компьютерный класс Современная мебель для студентов (на 12 человек); Компьютер (14 ед.); Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus, Маркерная доска |
| 18. | ул.Мира, 21, Ф-345 – Ф-347 | Учебная лаборатория спектрометрии Стенды, оснащенные контрольно-измерительной аппаратурой, спектрометрами, компьютеры с лицензионным ПО (8 стендов) |
| 19. | ул.Мира, 21, Ф-355 | Учебная лаборатория физических полей Стенды, оснащенные контрольно-измерительной аппаратурой, источниками физических полей различной природы (6 стендов) |
| 20. | ул.Мира, 21, Ф-362 | Научно-исследовательская лаборатория электроники рентгеновских приборов Источники ионизирующих излучений, контрольно-измерительная аппаратура, спектрометры, компьютеры |
| 21. | ул.Мира, 21, Ф-246 | Учебная лаборатория прикладной ядерной физики Лабораторные ядерно-физические стенды, контрольно- измерительная аппаратура, компьютеры (8 стендов) |
| 22. | ул.Мира, 21, Ф-248 | Учебная лаборатория дозиметрии Источники ионизирующих излучений, детекторы ионизирующих излучений, дозиметры, радиометры (6 стендов) |
| 23. | ул.Мира, 21, Ф-264 | Учебно-научная лаборатория физики твердого тела Автоматизированные лабораторные стенды с источниками возбуждающего излучения, монохроматорами, регистрирующей аппаратурой, устройства получения вакуума и приборы его измерения (4 стенда) |
| 24. | ул.Мира, 21, Ф-263 | Вузовско-академическая радоновая лаборатория Стенд для поверки радонометров, радон-монитор «Alpha- Guard», компьютер |
| 25. | ул.Мира, 21, Ф-275-277 | Научно-исследовательская лаборатория спектроскопических измерений |

| | | |
|-----|---------------------------|---|
| | | Поверочный стенд, экспериментальная установка для исследования радиационно-оптических свойств твердых тел |
| 26. | ул.Мира, 21, Ф-149-151 | Научно-исследовательская лаборатория электроники рентгеновских приборов Источники ионизирующих излучений, места монтажников радио-измерительной аппаратуры, контрольно-измерительная аппаратура, рентгенофлуоресцентные анализаторы состава вещества, компьютеры |
| 27. | ул.Мира, 21, Ф-164 | Научно-исследовательская лаборатория высокотемпературных воздействий Стенд высокотемпературных воздействий «Плазмотрон» |
| 28. | ул.Мира, 21, Ф-165 | Учебная лаборатория электронных ускорителей Импульсный ускоритель электронов, контрольно-измерительная аппаратура, вакуумная техника |
| 29. | ул.Мира, 21, Ф-174 | Учебно-научный инновационно-внедренческий центр радиационной модификации свойств материалов Линейный ускоритель электронов, конвейер для подачи материалов в зону облучения, аппаратура радиационного контроля |
| 30. | ул.Мира, 21, Ф-052 | Учебно-научная мессбауэровская лаборатория Мессбауровский спектрометр высокого скоростного разрешения, компьютер, контрольно-измерительная аппаратура |
| 31. | ул.Мира, 21, Ф-014 | Библиотека кафедры экспериментальной физики Литература, современная эргономичная мебель для студентов |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

9.1 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

| Компоненты компетенций | Признаки уровня освоения компонентов компетенций | | |
|----------------------------|---|--|--|
| | пороговый | повышенный | высокий |
| Знания | Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. | Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях. | Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях. |
| Умения | Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации | Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации | Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий) |
| Личностные качества | Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу | Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность. | Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход. |

9.2 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

9.1 Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине в рамках БРС

Не используется.

9.2 Критерии оценивания результатов промежуточной аттестации при использовании независимого тестового контроля

Не используется.

9.3 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

9.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

9.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

9.2.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

9.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

9.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Теория симметрии. Точечные группы. Неприводимые представления точечных групп и классификация терминов. Таблицы характеров. Правила отбора. Примеры представлений.
2. Связь между симметрией кристаллической структуры, точечной симметрией и физическими свойствами кристаллов.
3. Типы сил связи, их особенности. Энергия кристаллической решетки. Структурные типы. Элементарная ячейка, координационное число, координационные сферы. Плотнейшие упаковки.
4. Кристаллическая структура твердых тел. Типичные структуры металлических и полупроводниковых фаз.
5. Дифракция волн в кристаллах и основные методы исследования кристаллических структур, принцип, возможности и особенности.
6. Оптические свойства кристаллов и точечная симметрия. Классификация кристаллов по оптическим свойствам.
7. Электроны в металле. Модель свободных электронов. Поверхности Ферми металлов. Остаточное электросопротивление. Магнитосопротивление и эффект Холла.
8. Полупроводники. Электронный спектр полупроводников. Собственная проводимость. Примесное состояние. Дефектные уровни и зоны.
9. Оптика кристаллов. Показатель преломления и поляризуемость. Двойное лучепреломление в кристалле.
10. Спектры поглощения и люминесценции кристаллов. Фотопроводимость. Оптические свойства кристаллов с дефектами.
11. Нелинейные оптические явления: вынужденное комбинационное рассеяние, генерация гармоник, самофокусировка.
12. Экситоны Ванье-Мотта (водородоподобные экситоны в 3-х и 2-х мерных полупроводниковых системах).

13. Электронно-дырочная жидкость в полупроводниках. Фазовая диаграмма: экситонный газ - ЭДЖ. Экспериментальные методы изучения электронно-дырочной жидкости.
14. Парамагнетизм Ланжевена. Замораживание орбитальных моментов в кристаллическом поле. Парамагнетизм ионов группы железа и редких земель. Спин-орбитальное взаимодействие. Анизотропия g-фактора парамагнитных ионов в твердых телах. Ядерный парамагнетизм.
15. Непереходные металлы. Парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау. Эффект Гааза - Ван Альфена.
16. Ферромагнетизм, антиферромагнетизм. Термодинамическая теория. Поведение вблизи точки Кюри. Магнитная симметрия. Обменное взаимодействие. Энергия магнитной анизотропии, магнитострикция. Энергетический спектр магнетиков. Спиновые волны. Домены и доменные границы. Теория технической кривой намагничивания.
17. Размерное квантование в квазидвумерных системах. Подзоны. Экранирование. Рассеяние квазидвумерных электронов.
18. Примеры квазидвумерных систем в полупроводниках: гетероструктуры, МДП-структуры. Квазидвумерные системы в квантующем магнитном поле. Тензоры проводимости и электросопротивления.
19. Целочисленный квантовый эффект Холла. Экспериментальные аспекты и метрологические возможности. Роль дефектов и локализация. Представление Бюттикера.
20. Термодинамические условия фазовых равновесий в одно- и многокомпонентных системах. Правило фаз. Функции состояния. Химические потенциалы. Фазовые переходы I и II рода.
21. Типы фаз в твердых телах. Химические соединения. Твердые растворы внедрения и замещения. Промежуточные фазы. Упорядоченные твердые растворы. Фазы Юм-Розери, фазы Лавеса. Фазы внедрения.
22. Диаграммы состояния. Типы фазовых диаграмм. Диаграммы состояния, базовый и структурный состав твердых тел.
23. Кинетика фазовых превращений в твердых телах. Стабильные и нестабильные фазы. Фазовые превращения, сопровождающиеся изменением состава фаз. Превращения без изменения состава фаз. Кооперативные и некооперативные фазовые превращения. Особенности механизма кинетики кооперативных фазовых превращений в твердых телах.
24. Связь между фазовым составом, микроструктурой и физическими свойствами твердых тел. Основные методы исследования фазовых превращений в твердых телах.
25. Точечные дефекты. Вакансии. Атомы внедрения. Их образование и движение. Реакции точечных дефектов, электронные свойства точечных дефектов. Комбинации атомных дефектов.
26. Дислокации. Энергия дислокации. Пластическая деформация как результат движения дислокации. Процессы размножения дислокации, источники дислокации. Вектор Бюргенрса.
27. Геометрические характеристики дислокации. Упругие поля дислокации. Атомная структура ядер дислокации. Частичные дислокации и дефекты упаковки.
28. Экспериментальные методы изучения дислокации.
29. Влияние дислокации на физические свойства кристаллов (электрические, оптические, тепловые).
30. Спектроскопические методы исследования свойств твердого тела; абсорбционная спектроскопия, люминесцентная спектроскопия, термоактивационная спектроскопия, спектроскопия в рентгеновском диапазоне, EXAFS – спектроскопия. Спектроскопия редкоземельных ионов.