

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«А.1.В.ОД.1 Физика конденсированного состояния»

Уровень высшего образования

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Направление подготовки

03.06.01 Физика и астрономия
(код и наименование направления подготовки)

Физика конденсированного состояния

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

протокол № 9 от "06" 02 2018.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

Зав. кафедр. ВФФМС

должность

подпись

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель направленности (профиля)

Физика конденсированного состояния

наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств конденсированных сред при создании объектов и систем в различных областях физики. Изучения фундаментальных результатов физики конденсированного состояния и способов практического использования свойств конденсированных сред, практическое овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями конденсированного состояния, навыками постановки физического эксперимента по изучению свойств конденсированных сред и основными экспериментальными методиками.

Задачи:

- ознакомить аспирантов с важнейшими положениями современного научного направления «Физика конденсированного состояния»;
- научить определять проявление указанной выше парадигмы и использовать эти знания для решения практических задач.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *А.1.Б.1 Иностранный язык, А.1.Б.2 История и философия науки*

Постреквизиты дисциплины: *А.2.В.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, педагогическая практика, А.3.В.1 Научно-исследовательская деятельность, А.3.В.2 Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>Знать: основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности – физике конденсированного состояния и основные способы (методы, алгоритмы) их решения: методы получения экспериментальных результатов и их обработки; – основные источники и методы поиска научной информации по направленности «ФКС»</p> <p>Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений.</p> <p>Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками критического анализа и оценки современных научных достиже-</p>	УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
ний и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	
<p>Знать: основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира; технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований.</p> <p>Уметь: использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений.</p> <p>Владеть: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития; технологиями планирования в профессиональной деятельности.</p>	УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	3 семестр	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108	216
Контактная работа:	19	21	40
Лекции (Л)	8	8	16
Практические занятия (ПЗ)	10	10	20
Консультации		2	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	0,75	0,7	1,45
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,3	0,55
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	89	87	176
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов		
		всего	аудиторная работа	внеауд. работа

			Л	ПЗ	ЛР	
1	Элементы кристаллографии	32	2	4		24
2	Элементы теории физики твердого тела	44	4	-		40
3	Физические свойства твердых тел	32	2	6		26
	Итого:	108	8	10		90

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Дифракция и интерференция в кристаллах	60	4	8		40
5	Методология исследования твердых тел	48	4	2		50
	Итого:	108	8	10		90
	Всего:	216	16	20		180

4.2 Содержание разделов дисциплины

Введение.

В основу настоящей программы положены основные разделы физики конденсированного состояния, касающиеся основных физических проблем данной области.

Раздел 1. Элементы кристаллографии

Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь.

Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарные ячейки Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Структурные типы.

Элементы симметрии кристаллов, операции симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы).

Классы структурных дефектов: точечные дефекты, линейные, плоские и объемные; условия их образования. Дефекты Френкеля и Шоттки.

Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.

Раздел 2. Элементы теории физики твердого тела.

Обратная решетка, ее свойства. Ячейка Вигнера – Зейтца. Зона Бриллюэна.

Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Модели слабого и сильного взаимодействия в кристаллах. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна – Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции.

Распределения Ферми – Дирака, Бозе – Эйнштейна. Зонная модель строения кристаллов. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхности Ферми. Плотность состояний. Проводники, полупроводники и диэлектрики.

Квантование колебаний. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.

Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.

Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории.

Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.

Раздел 3. Физические свойства твердых тел

Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение.

Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса.

Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние; обменное взаимодействие. Ферромагнитные домены.

Парамагнетики, антиферромагнетики. Магнитная структура. Ферримагнетики.

Спиновые волны, магноны.

Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

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; скин-эффекты.

Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Эффект Джозефсона.

Куперовское спаривание. Длина когерентности.

Раздел 4. Дифракция и интерференция в кристаллах

Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности.

Брэгговские отражения. Интенсивность рентгеновских сигналов. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах. Методы рентгеноструктурного анализа, рентгенографии. Возможности и недостатки современной рентгенографии. Современные базы данных для определения параметров элементарной ячейки веществ, программы расшифровки структур твердых тел.

Раздел 5. Методология исследования твердых тел

Основные методологические подходы к исследованию структуры и свойств твердых тел.

Прямые и косвенные методы исследования твердых тел.

Современные методы обработки экспериментальных результатов; выбор оптимального типа обработки, учитывающего физические принципы эксперимента и представительные выборки.

Мультифрактальные методы и их применение для исследования поверхностей твердых тел со сложными структурами.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1, 2	1	Примеры структурных типов; простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структуры типа CsCl, NaCl, перовскита CaTiO ₃ . Структура веществ типа селена, алмаза и графита. Структура ионных кристаллов. Правила Полинга.	4
3, 4, 5	3	Дефекты в реальных структурах, их влияние на свойства твердых тел. Взаимодействие дефектов. Роль дефектов в физических процессах структурообразования твердых тел.	6
6, 7, 8, 9, 10	4	Физические основы дифракционных методов исследования. Проведение рентгенофазового анализа исследуемого объекта.	10

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		Итого:	20

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Стрекалов Ю. А. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-00967-3, 500 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=363421>
2. Сальникова, Е. В. Анализ силикатного сырья и физико-химические процессы получения материалов на его основе [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки, входящих в состав укрупненных групп направлений подготовки 04.00.00 Химия и 03.00.00 Физика и астрономия / Е. В. Сальникова [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)..
3. Павлов, П. В. Физика твердого тела [Текст]: учебник для вузов / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов; Гос. ком. РФ по высш. образованию. - Нижний Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 1993. - 491 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Физика твердого тела [Текст] : лаб. практикум / под ред. А. Ф. Хохлова . - М.: Высш. шк., 2001.. - ISBN 5-06-004023-2 Т. 1: Методы получения твердых тел и исследования их структуры. - , 2001. - 364 с.: ил - ISBN 5-06-004021-6.
2. Адамеску Р. А. Физика твердого тела. Элементы физической статистики. Электрические и магнитные свойства твердых тел [Текст] : метод. указания по физике для студентов всех видов обучения инженер.-техн. специальностей и преподавателей вузов / [сост.: Р. А. Адамеску, Л. Н. Петрова]; М-во высш. и сред. спец. образования СССР, Урал. политехн. ин-т им. С. М. Кирова. - Ч. 1. - Свердловск : [Б. и.], 1986. - 44 с. : ил. - Сост. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 3.
3. Никитин В. С. Технологии будущего [электронный ресурс]: учеб.пособие / В. С. Никитин.- Электрон.текстовые дан.-М.: РИЦ "Техносфера", 2010. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=89015

5.3 Периодические издания

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
2. Успехи физических наук. Журнал. МАИК. Наука.
3. Журнал технической физики. МАИК. Наука.
4. Журнал Физика твердого тела.

5.4 Интернет-ресурсы

- <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Электродинамика»;
- <https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;

- <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Дополнительная общеобразовательная программа по физике»;
- <https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», MOOK: «Небесная механика»
- Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) - <http://elibrary.rsl.ru/>.
- Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - <http://www.iqlib.ru/>.
- Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/>.
- Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://nbmgu.ru/>.
- Электронные учебники и журналы по физике <http://e.lanbook.com>.
- Книги для студентов и аспирантов - <http://abitur.su/studentov>.
- Электронные учебные пособия - <http://www.intuit.ru/>.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- Операционная система Windows
- Интегрированный пакет Microsoft Office
- Архиватор 7 ZIP

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.