

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1146597	Магнетизм конденсированного состояния

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Физика	Код ОП 1. 03.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Физика	Код направления и уровня подготовки 1. 03.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Старший преподаватель	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Магнетизм конденсированного состояния

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Основы теории конденсированного состояния» и «Основы магнетизма конденсированного состояния». Первая из них ориентирована на изучение основных положений и выводов теоретического описания механических, тепловых, электрических, магнитных и оптических свойств вещества, находящегося в кристаллическом или аморфном состояниях. При этом используются методы механики и электродинамики сплошных сред, термодинамики, статистической физики и квантовой теории. Делается упор на физических эффектах, нашедших практическую реализацию или имеющих потенциал технического приложения. Вторая дисциплина имеет целью более углублённое изучение магнетизма вещества в диапазоне от магнитных свойств атомов до магнитоупорядоченных макроскопических тел. При этом рассматриваются физические причины возникновения и излагаются основы теоретического описания спонтанной намагниченности, магнитной анизотропии, магнитострикции, магнитоэлектрических, магнитотепловых и магнитооптических явлений. В рамках модуля предполагается выполнение и защита курсового проекта.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Проект по модулю «Магнетизм конденсированного состояния»	3
2	Основы магнетизма конденсированного состояния	3
3	Основы теории конденсированного состояния	3
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Общая физика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
<p>Основы магнетизма конденсированного состояния</p>	<p>УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде</p>	<p>3-2 - Излагать принципы системного исследования объектов мира и процессов познания, закономерностей развития природы и общества и его роль в развитии научного, технического и практически-ориентированного знания</p> <p>3-6 - Характеризовать содержание основных подходов к изучению исторического процесса</p> <p>3-9 - Демонстрировать понимание смысла построения логических формализованных систем, своеобразие системного подхода к изучению мышления по сравнению с другими науками</p> <p>3-11 - Сделать обзор методов анализа и осмысления научных знаний о процессах и явлениях природы и окружающей среды, ее сохранении, месте и роли человека в природе</p> <p>У-2 - Критически анализировать информацию, формировать собственное мнение и формулировать аргументы для защиты своей позиции</p> <p>У-5 - Критически оценивать надежность источников информации в условиях неопределенности и избытка/недостатка информации для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде</p> <p>У-7 - Оценивать достижения современной цивилизации, основные тенденции общественного и научно-технического развития и глобальной цифровизации, используя методы критического анализа</p> <p>П-1 - Выявлять и анализировать проблемную ситуацию, выделяя ее структурные составляющие и связи между ними</p> <p>Д-3 - Демонстрировать аналитические умения и критическое мышление, любознательность</p>

<p>ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности</p>	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
<p>ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
<p>ПК-2 - Способен создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов физического, математического и алгоритмического моделирования, применимых для формализации и решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Предлагать и разрабатывать методы физического, математического и алгоритмического моделирования при</p>

		решении поставленных задач в области профессиональной деятельности
Основы теории конденсированного состояния	УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде	<p>З-2 - Излагать принципы системного исследования объектов мира и процессов познания, закономерностей развития природы и общества и его роль в развитии научного, технического и практически-ориентированного знания</p> <p>З-10 - Демонстрировать понимание научной, в том числе физической, картины мира, с позиций системного подхода к познанию важнейших принципов и общих законов, лежащих в основе окружающего мира</p> <p>У-2 - Критически анализировать информацию, формировать собственное мнение и формулировать аргументы для защиты своей позиции</p> <p>У-5 - Критически оценивать надежность источников информации в условиях неопределенности и избытка/недостатка информации для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде</p> <p>У-7 - Оценивать достижения современной цивилизации, основные тенденции общественного и научно-технического развития и глобальной цифровизации, используя методы критического анализа</p> <p>П-1 - Выявлять и анализировать проблемную ситуацию, выделяя ее структурные составляющие и связи между ними</p> <p>П-4 - Предлагать пути решения поставленных задач, опираясь на философский анализ закономерностей и тенденций развития природы, общества, в том числе глобальной цифровизации, и познания</p> <p>Д-3 - Демонстрировать аналитические умения и критическое мышление, любознательность</p>
	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических	З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые

	и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>для освоения компетенций по профилю деятельности</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
	ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
	ПК-2 - Способен создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов физического, математического и алгоритмического моделирования, применимых для формализации и решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Предлагать и разрабатывать методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p>
Проект по модулю «Магнетизм»	ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов,

<p>конденсированного состояния»</p>	<p>исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности</p>	<p>используемых для проведения научных исследований в профильной области</p> <p>У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств</p> <p>П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных исследований с использованием серийного научного и технологического оборудования, стандартной методологии и методов исследований</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность за проводимые исследования</p> <p>Д-2 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
-------------------------------------	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы магнетизма конденсированного
состояния

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Барташевич Михаил Иванович	доктор физико- математических наук, старший научный сотрудник	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов
2	Степанова Елена Александровна	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
3	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Старший преподавате ль	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Барташевич Михаил Иванович, Профессор, магнетизма и магнитных наноматериалов**
- **Степанова Елена Александровна, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов**
- **Тебеньков Александр Владимирович, Старший преподаватель, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Основные этапы развития учения о магнетизме. Магнетизм на Урале
P2	Основные свойства магнетиков. Классификация магнитных веществ.	Диамагнетики. Парамагнетики. Ферромагнетики. Работа внешнего поля на изменение намагниченности. Размагничивающее поле и размагничивающий фактор. Основные особенности ферромагнетиков. Антиферромагнетики. Ферромагнетики.
P3	Основы термодинамики магнетиков	Энергия магнетика во внешнем и собственном размагничивающем магнитных полях. Основные термодинамические соотношения. Магнитокалорический эффект. Фазовые переходы I и II рода. Вычисление магнитного момента тела.
P4	Магнитные свойства электронной оболочки атомов	Состояние электрона в атоме. Атомный магнетизм. Заполнение электронных оболочек 3d-переходных металлов.
P5	Диамагнетизм и парамагнетизм	Диамагнетизм свободной оболочки атомов. Диа- и парамагнетизм электронов проводимости. Парамагнетизм свободных электронов.
P6	Ферромагнетизм	Теория молекулярного поля, классический и квантовый случай. Основные представления о природе магнетизма, природа

		молекулярного поля. Модель прямого обменного взаимодействия Гейзенберга. Модель косвенного обменного взаимодействия. Модель коллективизированных электронов. Основные типы энергии ферромагнетиков: обменная, магнитокристаллическая, магнитоупругая. Кривые намагничивания монокристаллов. Магнитострикция. Природа магнитной анизотропии и магнитострикции.
P7	Доменная структура ферромагнетиков	Причина разбиения на домены. Доменная граница, ее структура, энергия, ширина. Границы Блоха и Нееля. Однодоменность. Суперпарамагнетизм. Доменная структура магнитоодноосных и многоосных ферромагнетиков. Методы наблюдения доменной структуры.
P8	Процессы намагничивания	Магнитный гистерезис. Обратимые и необратимые процессы смещения доменной границы. Обратимые и необратимые процессы вращения вектора намагниченности. Гистерезис, связанный с задержкой образования и роста зародышей перемагничивания. Закон приближения к насыщению. Зависимость намагниченности от времени. Индуцируемые магнитным полем спин-ориентационные фазовые переходы в антиферромагнетиках.
P9	Аморфные магнитные материалы	Спиновое стекло. Неколлинеарные магнитные структуры в аморфных магнетиках.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде	3-9 - Демонстрировать понимание смысла построения логических формализованных систем, своеобразие системного подхода к изучению мышления по сравнению с другими науками

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы магнетизма конденсированного состояния

Электронные ресурсы (издания)

1. Боровик, Е. С.; Лекции по магнетизму : курс лекций.; Физматлит, Москва; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75475> (Электронное издание)
2. Вонсовский, С. В.; Магнетизм: магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков : монография.; Наука, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483412> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Боков, В. А.; Физика магнетиков : учеб. пособие для вузов.; ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург; 2002 (50 экз.)
2. Иванов, С. В., Мартышко, П. С.; Избранные главы физики. Магнетизм. Магнитный резонанс. Фазовые переходы : курс лекций.; ЛКИ, Москва; 2008 (15 экз.)
3. Никитин, С. А.; Магнитные свойства редкоземельных металлов и их сплавов; Изд-во МГУ, Москва; 1989 (4 экз.)
4. Никитин, С. А.; Магнитные свойства редкоземельных металлов и их сплавов; Издательство Московского университета, Москва; 1989 (2 экз.)
5. Тикадзуми, С., Смоленский, Г. А., Писарев, Р. В., Быстров, М. В.; Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества; Мир, Москва; 1983 (23 экз.)
6. Тикадзуми, С., Леонов, А. И., Писарев, Р. В.; Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практические применения; Мир, Москва; 1987 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru
2. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы магнетизма конденсированного состояния

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы теории конденсированного
состояния

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Овчинников Александр Сергеевич	доктор физико-математических наук, доцент	Профессор	теоретической и математической физики
2	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Старший преподаватель	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Овчинников Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики
- Тебеньков Александр Владимирович, Старший преподаватель, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания; Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Классификация твердых тел. Структура идеальных кристаллов. Кристаллическая решетка. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка. Точечная симметрия. Решетки Браве. Пространственные группы симметрии. Номенклатура кристаллов. Обратная решетка. Зона Бриллюэна.
P2	Твердое тело как квантовомеханическая система электронов и ядер	Общий вид гамильтониана системы электронов и ядер. Слабые и сильные электронные корреляции. Характер распределения электронов и ядер в основном состоянии. Ионные остовы и связывающие электроны. Распределение электронов и типы связей в кристаллах. Энергия связи для основных типов твердых тел. Простейшие модели в теории твердого тела. Адиабатическое приближение. Модель атомов, связанных центральными силами (модель Борна). Модель ионного кристалла (точечные ионы). Модель «желе» для простых металлов. Оболочечная модель кристалла.
P3	Термодинамическое описание твердого тела	Термодинамический потенциал. Обобщенные восприимчивости. Теория фазовых переходов Ландау. Симметрия и фазовые переходы. Параметры порядка. Фазовые переходы первого и второго рода. Критерии Лифшица. Особенности поведения обобщенных восприимчивостей при фазовых переходах.

<p>P4</p>	<p>Колебания кристаллических решеток. Классическое и квантовое описание, фононы</p>	<p>Дисперсионное уравнение, закон дисперсии фононов. Основные свойства частот. Нормальные моды и нормальные координаты. Длинноволновые колебания. Приближение сплошной среды. Простые и сложные решетки. Акустические и оптические ветви колебаний. Поляритоны. Спектральная плотность колебаний решетки. Изочастотные поверхности. Особые точки спектральной плотности. Теорема ван Хова. Термодинамические свойства кристаллов в гармоническом приближении. Температура Дебая. Термодинамические функции в областях низких и высоких температур. Термодинамика кристалла в приближении Дебая. Теплоемкость кристалла. Упругие деформации кристалла. Тензор модулей упругости. Закон Гука, упругие константы. Ангармонизм кристаллической решетки и уравнение состояния твердого тела. Коэффициент теплового расширения кристалла. Кинетическое уравнение для фононов. Теплопроводность кристаллической решетки. Поглощение звука в кристаллах.</p>
<p>P5</p>	<p>Электронные свойства металлов и других слабокоррелированных твердых тел</p>	<p>Теория металлов Друде. Теория металлов Зоммерфельда. Импульс Ферми, энергия Ферми. Обменная энергия. Диэлектрическая проницаемость электронного газа. Вигнеровский кристалл. Энергия основного состояния электронного кристалла. Приближение почти свободных электронов. Теорема Блоха. Энергетические полосы. Квазиимпульс. Спектральная плотность состояний (DOS). Метод функционала электронной плотности. Приближение локальной плотности (LDA). Элементы теории ферми-жидкости Ландау. Электронные вклады в термодинамические характеристики твердых тел. Теплоемкость электронов проводимости в металлах. Соотношение теплоемкостей электронов и решетки при низких температурах. Электронный вклад в модуль всестороннего сжатия (сжимаемость) металла. Электронный вклад в уравнение состояния металла при низких температурах. Вклад электронов в тепловое расширение. Магнитная восприимчивость электронов проводимости.</p>
<p>P6</p>	<p>Электронные свойства сильнокоррелированных электронных систем</p>	<p>Атомы в кристаллах. Элементы теории кристаллического поля. Слабое, среднее, сильное кристаллическое поле. Элементы квантовой химии. Метод Гайтлера–Лондона и метод молекулярных орбиталей. Перенос зарядовой и спиновой плотности. Электронно–колебательное взаимодействие. Эффект Яна–Теллера. Приближение Борна–Оппенгеймера. Туннельное расщепление. Взаимодействие атомов в кристаллах. Обменные и обменно-релятивистские взаимодействия парамагнитных ионов. Спин-гамильтонианы. Учет сильных корреляций в зонных моделях. Приближение локальной спиновой плотности (LSDA). Гамильтониан Хаббарда. LDA+U-, LDA+DMFT-модели. Особенности термодинамических (транспортные, тепловые, оптические, магнитные, резонансные) свойств сильнокоррелированных систем.</p>
<p>P7</p>	<p>Актуальные вопросы современной теории твердого тела</p>	<p>Высокотемпературная сверхпроводимость. Гигантское и колоссальное магнитосопротивление. Спинтроника. Топологические структуры. Топологические изоляторы.</p>

		Конденсация атомов в оптических решетках. Графен. Мультиферроики и т.д.
--	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, в том числе в цифровой среде	3-10 - Демонстрировать понимание научной, в том числе физической, картины мира, с позиций системного подхода к познанию важнейших принципов и общих законов, лежащих в основе окружающего мира

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории конденсированного состояния

Электронные ресурсы (издания)

1. Пайерлс, , Абрикосов, , А. А.; Квантовая теория твердых тел; Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, Москва, Ижевск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/92041.html> (Электронное издание)
2. Абрикосов, А. А.; Основы теории металлов : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67590> (Электронное издание)
3. Киттель, Ч., Ч.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483361> (Электронное издание)
4. Ушакова, , Е. В.; Введение в физику твердого тела. Конспект лекций : учебное пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/65817.html> (Электронное издание)
5. Чернышев, , А. П.; Введение в физику твердого тела и нанофизику. Специальный курс физики. Конспект лекций : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/99170.html> (Электронное издание)
6. Москвин, , А. С.; Атомы в кристаллах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета,

Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/107024.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Кацнельсон, А. А.; Введение в физику твердого тела : [учебное пособие для физических специальностей университетов]; Издательство МГУ, Москва; 1984 (3 экз.)
2. Москвин, А. С.; Атомы в кристаллах : учеб. пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 1999 (2 экз.)
3. Ашкрофт, Н., Мермин, Н.; Физика твердого тела : [в 2 т.]. Т. 2 / пер. с англ. К. И. Кугеля, А. С. Михайлова под ред М. И. Каганова. ; Мир, Москва; 1979 (5 экз.)
4. Ашкрофт, Н., Мермин, Н., Михайлов, А. С., Каганов, М. И.; Физика твердого тела Т. 1 / пер. с англ. А. С. Михайлова под ред. М. И. Каганова. ; Мир, Москва; 1979 (4 экз.)
5. Матухин, В. Л., Ермаков, В. Л.; Физика твердого тела : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2010 (6 экз.)
6. Павлов, П. В., Хохлов, А. Ф.; 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"; Высшая школа, Москва; 2000 (47 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронная научная библиотека <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории конденсированного состояния

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не требуется