

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
1146615	Теория 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	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теория конденсированного состояния

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Симметрия в физике», «Теория конденсированного состояния». Курс «Симметрия в физике» содержит изложение основ теории групп и представлений групп для наиболее актуальных для конденсированных сред групп – группы вращений, точечных и пространственных групп. Симметричный анализ дает возможность простого и единообразного подхода к большому числу задач физики твердого тела, в которых особенно важны свойства трансляционной и вращательной симметрии кристаллической решетки. Точный математический язык для описания свойств симметрии дает аппарат теории групп. С помощью понятий теории групп можно классифицировать состояния сложной системы, вывести связанные с симметриями законы сохранения. Использование методов теории групп существенно снижает вычислительную сложность решаемых в теории твердого тела задач. «Теория конденсированного состояния» использует для изучения конденсированных сред методы термодинамики, статистической физики, теории симметрии, кристаллографии, атомной физики и квантовой механики, электродинамики сплошных сред. Это важнейший раздел физики конденсированного состояния изучает связь макроскопических свойств твердых тел с их атомной структурой, создавая таким образом теоретический базис современного материаловедения. Теория твердого тела обрела всеобщее признание благодаря результатам исследования полупроводников, сверхпроводимости, новых магнитных материалов, магнитного резонанса, низкоразмерных систем, спинтроники, мультиферроиков и других разнообразных свойств сильнокоррелированных материалов. Лекции, практические занятия и лабораторные работы в рамках модуля охватывают широкий круг вопросов физики и теории твердого тела – общую классификацию твердых тел, параметры порядка, вопросы симметрии и ее нарушения, термодинамическое описание, элементы теории фазовых переходов, теорию основных подсистем – решетки и электронов, квазичастицы, теорию транспортных, тепловых, оптических, магнитных, и других физических свойств. 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 «Теория конденсированного состояния»	3
2	Симметрия в физике	3
3	Теория 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
Проект по модулю «Теория конденсированного состояния»	ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, 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>
	ОПК-3 - Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры	<p>У-3 - Интерпретировать результаты собственных исследований, соотнося их с данными научной литературы, формулировать заключения и выводы по результатам исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт представления обобщенных результатов исследовательской деятельности и их оформления в виде текстовых, графических и иных материалов в соответствии с требованиями</p> <p>П-3 - Иметь опыт подготовки и оформления отчетов по лабораторным работам, практикам, научным исследованиям на</p>

		основе информационной и библиографической культуры
Симметрия в физике	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые 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-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</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>
Теория конденсированного состояния	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые 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>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 решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Симметрия в физике

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бострем Ирина Геннадьевна	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	теоретической и математической физики
2	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	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:

- Бострем Ирина Геннадьевна, Доцент, теоретической и математической физики
- Тебеньков Александр Владимирович, Доцент, 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	Элементы абстрактной теории групп	Понятие симметрии. Симметрия и теория групп. Элементы абстрактной теории конечных групп. Представления групп. Непрерывные группы.
P2	Применение методов теории симметрии в задачах квантовой механики	Классификация по симметрии собственных значений и собственных функций. Теорема Вигнера. Матричные элементы операторов и правила отбора. Симметрия и законы сохранения. Применение теории групп к качественному решению задач стационарной теории возмущений. Спин и двузначные представления.
P3	Молекулярные колебания	Симметризованные координаты. Нормальные координаты. Классификация нормальных колебаний.
P4	Симметрия объектов конечных размеров. Точечные группы	Перечисление точечных групп. Кристаллографические точечные группы.
P5	Симметрия кристаллов	Трансляционные свойства кристаллов. Группа трансляций и ее представления. Обратная решетка. Зона Бриллюэна. Качественное рассмотрение пространственных групп.

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	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	У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Симметрия в физике

Электронные ресурсы (издания)

1. Нокс, Р., Р.; Симметрия в твердом теле; Наука, Москва; 1970; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483386> (Электронное издание)
2. Займан, Д., Д.; Принципы теории твердого тела; Мир, Москва; 1974; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483413> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Нокс, Р.; Симметрия в твердом теле; Наука, Москва; 1970 (5 экз.)
2. Займан, Дж. М., Бонч-Бруевич, В. Л.; Принципы теории твердого тела; Мир, Москва; 1974 (40 экз.)
3. Эллиот, Д., Желудев, И. С., Славнов, Д. А.; Симметрия в физике : в 2 томах : перевод с английского. Т. 1. Основные принципы и простые приложения; Мир, Москва; 1983 (29 экз.)
4. Эллиот, Д., Желудев, И. С., Славнов, Д. А.; Симметрия в физике : в 2 т. Т. 2. Дальнейшие приложения; Мир, Москва; 1983 (11 экз.)
5. Артамонов, В. А., Словохотов, Ю. Л.; Группы и их приложения в физике, химии, кристаллографии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки ВПО 020900 "Химия, физика и механика материалов".; Академия, Москва; 2005 (20 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

Симметрия в физике

Сведения об оснащении 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

		Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория конденсированного состояния

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики
2	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	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:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики
- Тебеньков Александр Владимирович, Доцент, 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	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	У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория 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. Москвин, , А. С.; Атомы в кристаллах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/107024.html> (Электронное издание)
6. Кингсеп, А. С.; Основы физики: Курс общей физики : учебник.; Физматлит, Москва; 2007;

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82178> (Электронное издание)

7. Фриш, С. Э.; Курс общей физики; Гос. изд-во физико-математической лит., Москва; 1962;
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213672> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Пайерлс, Р., Абрикосов, А. А.; Квантовая теория твердых тел; Иностранная литература, Москва; 1956 (8 экз.)
2. Киттель, Ч., Гусев, А. А.; Квантовая теория твердых тел; Наука, Москва; 1967 (29 экз.)
3. Абрикосов, А. А.; Основы теории металлов : [Для физ. спец. вузов].; Наука, Москва; 1987 (14 экз.)
4. Киттель, Ч., Гусев, А. А., Пахнев, А. В.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978 (44 экз.)
5. Москвин, А. С.; Атомы в кристаллах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 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

Теория конденсированного состояния

Сведения об оснащении 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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

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