



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)**

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

Директор департамента ДТФИТ ИНТиПМ

____ д.п.н., проф. Т.Н. Гнитецкая
(подпись) (ФИО)



____ д.ф.-м.н., проф. К. В. Нефедев
(подпись) (И.О. Фамилия)

Научный руководитель ОП

«20» сентября 2023 г.

____ д.ф.-м.н., проф. Л. Л. Афремов
(подпись) (ФИО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика конденсированного состояния

Специальность 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика
Специализация Фундаментальная физика и информатика

(Совместно с ИАПУ ДВО РАН, ТОИ ДВО РАН)

Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 1 марта 2018 г. N 158 (с изменениями и дополнениями) Рабочая программа обсуждена на заседании департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол № 1 от «20» сентября 2023 г.

Директор департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий д.ф.-м.н., проф. К.В. Нефедев
Составитель: профессор, д.ф.-м.н. Л.Л. Афремов.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика конденсированного состояния

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы и 180 академических часов. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального блока дисциплин, модуль фундаментальной физики, изучается в 11 семестре и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 50 часов, практических – 32 часов, а также выделено 62 часа на самостоятельную работу студента и 36 часов на контроль.

Язык реализации: русский.

Цель: приобретение систематизированных знаний по физике конденсированного состояния

Задачи:

1. Изучение основных принципов физики конденсированного состояния;
2. Освоение математического аппарата физики конденсированного состояния;
3. Изучение основных понятий и задач физики конденсированного состояния;
4. Приобретение навыков решения задач по дисциплине физика конденсированного состояния.

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» логически связана с содержанием следующих дисциплин: «Квантовая механика», «Механика сплошных сред», «Кристаллография и кристаллофизика», «Термодинамика и статистическая физика» и других.

В процессе изучения дисциплины «Физика конденсированного состояния» формируются следующие профессиональные компетенции выпускников:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименования компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
---	---	--	--

<p>Научно-исследовательский</p>	<p>ПК-9 Способен вести научно-исследовательскую деятельность в области фундаментальных наук с использованием научной инфраструктуры, соответствующей современным технологическим требованиям</p>	<p>ПК-9.1 Организация и осуществление научно-исследовательской деятельности в области физики, направленной на развитие междисциплинарных и прикладных исследований</p>	<p>Знает теоретические основы фундаментальной физики, экспериментальное и математическое обоснование теорий и моделей физики; Знает нормы и правила при работе со спектральным оборудованием</p> <p>Умеет получать фундаментальные научные результаты, опираясь на собственную логику развития науки; Умеет проводить расчетные исследования на сертифицированных кодах в рамках поставленной задачи, оценивать погрешность результатов измерений</p> <p>Владеет навыками проведения фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах обороны страны и безопасности государства; Владеет навыками проведения экспериментальных измерений на установках и стендах, сопоставления расчетных и экспериментальных данных</p>
---------------------------------	---	---	--

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель: приобретение систематизированных знаний по физике конденсированного состояния

Задачи:

1. Изучение основных принципов физики конденсированного состояния;
2. Освоение математического аппарата физики конденсированного состояния;
3. Изучение основных понятий и задач физики конденсированного состояния;
4. Приобретение навыков решения задач по дисциплине физика конденсированного состояния.

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» логически связана с содержанием следующих дисциплин: «Квантовая механика», «Механика сплошных сред», «Кристаллография и кристаллофизика», «Термодинамика и статистическая физика» и других.

В процессе изучения дисциплины «Физика конденсированного состояния формируются следующие профессиональные компетенции выпускников:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Научно-исследовательский	ПК-9 Способен вести научно-исследовательскую деятельность в области фундаментальных наук с использованием научной инфраструктуры, соответствующей современным технологическим требованиям	ПК-9.1 Организация и осуществление научно-исследовательской деятельности в области физики, направленной на развитие междисциплинарных и прикладных исследований	Знает теоретические основы фундаментальной физики, экспериментальное и математическое обоснование теорий и моделей физики; Знает нормы и правила при работе со спектральным оборудованием Умеет получать фундаментальные научные результаты, опираясь на собственную логику развития науки; Умеет проводить расчетные исследования на сертифицированных кодах в рамках поставленной задачи, оценивать погрешность результатов измерений Владеет навыками проведения фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах обороны страны и безопасности государства; Владеет навыками проведения экспериментальных измерений на установках и стендах, сопоставления расчетных и экспериментальных данных

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы и 180 академических часов. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального блока дисциплин, модуль фундаментальной физики, изучается в 11 семестре и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 50 часов, практических – 32 часов, а также выделено 62 часа на самостоятельную работу студента и 36 часов на контроль.

III. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Описание кристаллического состояния	11	12		8		15	9	
2	Раздел 2. Упругие и тепловые свойства кристаллов	11	12		8		15	9	
3	Раздел 3. Электрические свойства кристаллов	11	13		8		16	9	
4	Раздел 4. Магнитные свойства кристаллов	11	13		8		16	9	
	Итого:		50		32		62	36	Экзамен

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Описание кристаллического состояния.

Тема 1. Кристаллические решетки. Трансляции. Операции симметрии. Базис. Примитивные ячейки. Основные типы кристаллических решеток. Двухмерны и трехмерные кристаллические решетки.

Тема 2. Дифракция в кристаллах и обратная решетка. Дифракционные методы. Обратная решетка кристалла. Свойства векторов обратной решетки. Объем обратной решетки. Индексы Миллера. Зоны Бриллюэна.

Тема 3. Дифракция в кристаллах и обратная решетка. Силы Ван-дер-Ваальса – Лондона. Взаимодействие в ионных, ковалентных, металлических кристаллах и кристаллах с водородными связями. Атомные радиусы.

Раздел 2. Упругие и тепловые свойства кристаллов.

Тема 1. Упругие деформации. Тензоры деформаций и напряжений. Упругие волны в кубических кристаллах.

Тема 2. Фононы и колебания решетки. Импульс фонона. Неупругое рассеяние фотонов и нейтронов на фононах. Колебания в решетке из одинаковых атомов (двух атомов). Зона Бриллюэна. Групповая скорость.

Тема 3. Квантовая теория колебаний атомов в решетке. Функция Гамильтона для тепловых колебаний атомов в одномерной решетке.

Обобщенные координаты и импульс. Гамильтониан трехмерной решетки. Операторы рождения и уничтожения фононов.

Тема 4. Теплоемкость кристаллов. Распределение фононов по энергиям. Плотность состояний. Теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая.

Тема 5. Теплопроводность кристаллов. Тепловое расширение. Теплопроводность и процессы переброса. Дефекты решетки.

Раздел 3. Электрические свойства кристаллов.

Тема 1. Модель свободных электронов. Энергия и плотность состояний электронов в одномерном кристалле. Температурная зависимость распределения электронов по энергиям. Энергия Ферми. Электронный газ Ферми в трехмерной решетке. Средняя энергия и теплоемкость электронного газа Ферми. Электропроводность. Теплопроводность.

Тема 2. Движение электрона в периодическом поле кристалла.

Теорема Блоха. Граничные условия Борна- Кармана. Зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми.

Тема 3. Приближение слабо связанных электронов. Задача о движении электрона в слабом периодическом поле решетки. Энергетические зоны и волновые функции электронов в одномерном и трехмерном кристаллах.

Тема 4. Приближение сильно связанных электронов. Задача о движении электрона, сильно связанного со своим атомом. Функции Ванье. Изоэнергетические поверхности. Расщепление энергетических уровней.

Тема 5. Динамика электронов. Метод эффективной массы. Задача о движении электрона во внешнем электромагнитном поле. Эффективная масса электронов в кристалле. Циклотронный резонанс. Эффект де Хаазаван Альфена.

Раздел 4. Магнитные свойства кристаллов.

Тема 1. Диамагнетизм и парамагнетизм. Диамагнетизм атомов и молекул. Формула Ланжевена для диамагнетика, для парамагнетика. Квантовая теория парамагнетизма.

Тема 2. Ферромагнетизм 2 час. Ферромагнитный порядок. Обменная энергия и температура Кюри. Спиновые волны. Магноны.

Тема 3. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Магнитная структура антиферромагнетика и ферримагнетика. Критическая точка и магнитная восприимчивость.

Тема 4. Доменная структура. Домены. Доменные границы. Петля гистерезиса.

V. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Общие методические указания к практическим занятиям Студент должен изучить основные типы конденсированных сред, классификацию кристаллических решеток, кристаллические сингонии, пространственные группы кристалла; основные приближения зонной теории кристаллов, особенности энергетического спектра электрона в кристалле, понятие эффективной массы, классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории. Рассмотреть особенности классического и квантово-механического описания электронного газа, основные термодинамические и кинетические характеристики и электромагнитные свойства электронного газа в полупроводниках и металле; методы описания динамики решетки, основные типы колебаний решетки, оптические и акустические фононы и их свойства;

-методы описания и механизмы взаимодействия электрического и магнитного полей с решеткой; физическую теорию магнетизма, основные типы магнетиков. В результате изучения дисциплины студент должен уметь осуществлять методологическое обоснование научного исследования; использовать в исследовательской работе современные научные методы рассчитывать кинетические и термодинамические характеристики квантового электронного газа; находить спектр локализованных состояний методами теории возмущений.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1. Кристаллическая решетка

Устный опрос. Примерные вопросы: Конденсированное состояние вещества. Кристаллическое состояние, жидкости. Фазовый переход. Аморфные тела. Кристаллическая решетка, трансляционная симметрия. Векторы решетки, элементарная ячейка, ячейка Вигнера-Зейтца. Обратная решетка, зоны Бриллюэна. Дифракция рентгеновских лучей.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. Дифракция в кристаллах и обратная решетка.

Устный опрос. Примерные вопросы: Колебания линейной одноатомной цепочки атомов, закон дисперсии колебаний. Колебания линейной двухатомной периодической структуры, акустическая и оптическая ветви колебаний. Циклические граничные условия (условия Борна-Кармана), полный набор волновых векторов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3. Типы связей в кристаллах.

Устный опрос. Примерные вопросы: Типы связей в кристаллах (силы Ван-дер-Ваальса, ионные кристаллы, ковалентные кристаллы, металлические кристаллы, водородная связь).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4. Упругие деформации.

Устный опрос. Примерные вопросы: Дефекты кристаллической структуры - перечислить.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5. Фононы и колебания решетки.

Устный опрос. Примерные вопросы: Квантовая теория колебаний кристалла, понятие о фононах. Статистика фононов и теплоемкость решетки. Теплоемкость при высоких температурах - закон Дюлонга и Пти.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6. Квантовая теория колебаний атомов в решетке.

Устный опрос, примерные вопросы: Критическая температура, магнитные свойства, эффект Мейсснера-Оксенфельда.

Критическое магнитное поле, сверхпроводники 2-го рода. Теплоемкость сверхпроводников. Основы теории Бардина-Купера-Шриффера, электрон-фононное взаимодействие, куперовские пары. Ферми газ и Бозе конденсат, квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературные сверхпроводники. Сверхтекучесть

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7. Понятие теплоемкости и теплоемкость в кристалле.

Устный опрос. Примерные вопросы: Низкотемпературное приближение - зависимость решеточной теплоемкости от температуры. Дебаевская модель колебательного спектра кристаллов, теплоемкость кристаллов по Дебаю. Эффекты ангармонизма: тепловое расширение твердых тел, теплопроводность кристаллической решетки.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8. Электрон в периодическом поле решетки.

Устный опрос, примерные вопросы: Электроны в периодическом поле кристалла. Функция Блоха и ее свойства. Случай сильной связи. Эффективная масса. Приближенное вычисление нижних уровней энергии. Электрон в кристаллическом поле. Случай слабой связи. Энергетические зоны, запрещенная щель.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9. Модель свободных электронов.

Устный опрос. Примерные вопросы: Движение электрона в кристалле под действием внешнего поля. Классификация твердых тел по их электрическим свойствам на основе зонной теории. Проводники. Диэлектрики. Полупроводники. Статистика электронов в кристалле. Функция Ферми и ее свойства. Энергия Ферми. Поверхность Ферми.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10. Приближение слабо связанных электронов в кристалле.

Устный опрос, примерные вопросы: Электроны в периодическом поле кристалла. Функция Блоха и ее свойства. Случай сильной связи. Эффективная масса. Приближенное вычисление нижних уровней энергии. Электрон в кристаллическом поле. Случай слабой связи. Энергетические зоны, запрещенная щель. Движение электрона в кристалле под действием внешнего поля. Классификация твердых тел по их электрическим свойствам на основе зонной теории.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11. Приближение сильно связанных электронов в кристалле.

Устный опрос. Примерные вопросы: Полупроводники с точки зрения зонной теории твердых тел, носители заряда в собственном (беспримесном) полупроводнике, уровни Ферми, электропроводность полупроводников. Примеси и их влияние на свойства полупроводников, доноры и акцепторы, полупроводники n и p-типа. Контактные явления в полупроводниках, контакт Шоттки, омический контакт. p-n переход, вольтамперная характеристика p-n перехода. Ток генерации и ток рекомбинации, диод на p-n переходе. Воздействие света на полупроводник, фотопроводимость.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12. Динамика электронов. Метод эффективной массы.

Устный опрос, примерные вопросы: Элементарные возбуждения в полупроводнике, экситоны Ванье-Мотта, экситоны Френкеля, плазмоны. Полупроводниковые фотоприемники, фоторезисторы, фотодиоды. Биполярный транзистор, полевой транзистор

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13. Диамагнетизм и парамагнетизм

Устный опрос, примерные вопросы: Классификация твердых тел по их магнитным свойствам: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики - физические проявления и причины. Диамагнетизм - классический и квантовый. Парамагнетизм - восприимчивость в классической и квантовой теории, феноменологическая теория ферромагнетизма, теория молекулярного поля.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14. Ферромагнетизм. Устный опрос, примерные вопросы: Квантовая теория ферромагнетизма, спиновые волны - магноны. Статистика спиновых волн, намагниченность ферромагнетика при низких температурах.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм.

Устный опрос, примерные вопросы: Антиферромагнетизм в приближении молекулярного поля, теория Нееля

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16. Доменная структура.

Устный опрос, примерные вопросы: Ферромагнетизм, классическая теория Вейсса. Антиферромагнетизм, теория Нееля. Квантовая природа сильного магнетизма. спиновые волны в ферромагнетиках. Сверхпроводимость, ее проявления, типы сверхпроводников. Критическое магнитное поле. Магнитное упорядочение. Доменная структура. Стенки Блоха

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел № 1, Описание кристаллического состояния	ПК-9.1 Организация и осуществление научно-исследовательской деятельности в области физики, направленной на развитие междисциплинарных и прикладных исследований	Знает теоретические основы фундаментальной физики, экспериментальное и математическое обоснование теорий и моделей физики; Знает нормы и правила при работе со спектральным оборудованием Умеет получать фундаментальные научные результаты, опираясь на собственную логику развития науки; Умеет проводить расчетные исследования на сертифицированных кодах в рамках поставленной задачи, оценивать погрешность результатов измерений Владеет навыками проведения фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах обороны страны и безопасности государства; Владеет навыками проведения экспериментальных измерений на установках и стендах, сопоставления расчетных и экспериментальных данных	УО-1 ПР-2	
2	Раздел № 2, Упругие и тепловые свойства кристаллов			УО-1 ПР-2	
3	Раздел № 3, Электрические свойства кристаллов			УО-1 ПР-2	
4	Раздел № 4, Магнитные свойства кристаллов			УО-1 ПР-2	
	Экзамен				УО-1

VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами;
- самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
- подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
- поиск информации по теме с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
- подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
- выполнение домашних контрольных работ;
- выполнение тестовых заданий, решение задач;
- составление кроссвордов, схем;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- заполнение рабочей тетради;

- написание эссе, курсовой работы;
 - подготовка к деловым и ролевым играм;
 - составление резюме;
 - подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

VIII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Ландау, Лев Давидович Теоретическая физика : учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Питаевского. - Изд. 3-е, стер. - Москва : Наука, 1978 - . в 10 т. : т. 9 : Статистическая физика : ч. 2 : Теория конденсированного состояния / Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский. - 448 с. <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:264822&theme=FEFU>
2. Епифанов, Георгий Иванович. Физика твердого тела : учебное пособие для втузов / Г. И. Епифанов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1977. - 288 с. <https://library.dvfu.ru/lib/document/EK/057ECA2C-91E7-4E26-8629-87CA74C7EE00/>
3. Филимонова, Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-2960-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-91569&theme=FEFU>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Кульков, В. Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении / В. Г. Кульков. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 272 с. <https://library.dvfu.ru/lib/document/EBSLan/66385108-28BF-444B-B99A-CF6ED73EF9FB/>
2. Гольдаде, В. А. Физика конденсированного состояния / В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчук. — Минск : Белорусская наука, 2009. — 648 с. — Текст :

- электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-11505&theme=FEFU>
3. Штаб, А. В. Физика конденсированного состояния : лабораторный практикум / А. В. Штаб, Л. П. Арефьева. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 124 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-66121&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронный каталог учебной литературы <https://www.iprbookshop.ru/>
2. Библиотека ДВФУ <https://lib.dvfu.ru/>
3. Каталог издательства научной литературы «Лань» <https://e.lanbook.com/book>

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнении аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольных и творческих работ.

Освоение дисциплины предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является *экзамен*.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

X. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10:

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:	
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, этаж 5, 66,47 кв.м., № помещения 3221	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА - 1 шт. Парты и стулья (L561a)
Помещения для самостоятельной работы:	
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, этаж 10, 1016,2 кв.м., № помещения 477	Аудитории для самостоятельной работы студентов. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДВФУ. Комплекты учебной мебели (столы и стулья). Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C). Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS). Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля (A1007 (A1042))

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами,

оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.