



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

Огнев А.В.



«УТВЕРЖДАЮ»
Директор департамента
общей и экспериментальной
физики

Короченцев В.В.
«12» февраля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая теория магнетизма

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

(Прикладная физика (совместно с НИЦ "Курчатовский институт" и ИАПУ ДВО РАН))

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3
лекции 0 час.
практические занятия 16 час.
лабораторные работы 34 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 0 /лаб. 18 час.
всего часов аудиторной нагрузки 50 час.
в том числе с использованием МАО 18 час.
самостоятельная работа 130 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы (количество) – не предусмотрены
курсовой проект – 3 семестр
зачет не предусмотрен
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 914.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ, протокол № 3 от «05» февраля 2021 г.

Директор департамента: к.х.н., доцент, Короченцев В.В.

Составитель: д.ф.-м.н., профессор Афремов Л.Л.

Владивосток
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

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

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

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

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

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

Цель: формирование у обучающихся основных представлений о теоретических основах современных экспериментальных методов исследования в области магнетизма конденсированных сред, об основных классических и современных экспериментальных результатах по магнитным свойствам твердых тел.

Задачи:

1. формирование умения применять современные методы теоретического исследования магнетизма конденсированных сред для расчетов магнитной восприимчивости и намагниченности систем магнитных моментов;
2. формирование навыков работы с основными теоретическими методами в области магнетизма конденсированных сред;
3. проведение описания реальных физических систем.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируется профессиональная компетенция.

Профессиональная компетенция выпускников и индикаторы ее достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну ПК-2.3 организывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Знает основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач
	Умеет выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи
	Владет методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач
ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и	Знает основные методы проведения научного исследования
	Умеет формулировать проблему, обосновывать

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну	актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи
	Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом
ПК-2.3 организывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты	Знает методику проведения научного исследования
	Умеет организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу
	Владеет навыками аналитической работы, методами и технологиями проведения научного исследования

1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц 180 академических часов, в том числе 50 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и 130 академических часов на самостоятельную работу обучающихся (в том числе 36 час. на подготовку к экзамену).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
ЛБ	Лабораторные занятия
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

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 I. Обменное взаимодействие	3			8		46		Экзамен
2	Раздел II. Случайные поля обменного взаимодействия	3		34	8		48	36	

и магнитное упорядочение								
Итого:			34	16		94	36	

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Не предусмотрено

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1: Магнитный момент. Гистерезис. Диаграмма Прейзаха-Нееля. Гистероны. Отображение различных видов намагниченности на П-Н – диаграмме.

Лабораторная работа №2: Обменное взаимодействие как причина ферромагнетизма.

Лабораторная работа №3: Макроскопическая теория спиновых волн. Уравнение движения магнитного момента.

Лабораторная работа №4: Вторичное квантование. Операторы рождения и уничтожения магнонов.

Лабораторная работа №5: Спиновые гамильтонианы. Представление Гольштейна – Примакова – Изюмова.

Лабораторная работа №6: Квантовая теория спиновых волн. Закон Блоха для намагниченности.

Лабораторная работа №7: Термодинамические характеристики спиновой системы.

Лабораторная работа №8: Модельная система спинов Изинга. Обмен энергией при тепловом контакте. Энтропия, температура, наиболее вероятные конфигурации.

Лабораторная работа №9: Расчет функции распределения случайных полей взаимодействия в приближении «нормального» закона распределения. Дисперсия и среднее значение поля. РККИ взаимодействие: температура Кюри и критические концентрации.

Практические занятия

Раздел I. Обменное взаимодействие

Практическое занятие 1.

Момент количества движения в теории Дирака. Спин. Обменный гамильтониан. Полная энергия ферромагнетика.

Практическое занятие 2.

Уравнения движения магнитного момента. Спиновые волны. Операторы рождения и уничтожения магнонов.

Практическое занятие 3.

Модельная система спинов. Энтропия и свободная энергия. Статистическая сумма, система и резервуар.

Раздел II. Случайные поля обменного взаимодействия и магнитное упорядочение

Практическое занятие 4.

Молекулярное поле и модель Изинга. Фазовые переходы парамагнетик-ферромагнетик.

Практическое занятие 5.

Функция распределения случайных полей взаимодействия. Критические концентрации и фазовые переходы.

Практическое занятие 6.

Двухподрешеточные магнетики. Ферри- и антиферромагнетики. Самообращение намагниченности.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	в течение семестра	Работа с основной и дополнительной литературой, интернет-источниками. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	54 час.	ПР-4 Реферат ПР-6 Лабораторная работа
2	в течение семестра	Курсовое проектирование	40 час.	ПР-5 Курсовой проект
3	в течение семестра	Подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен
	ИТОГО		130 час.	

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью образовательного процесса и рассматривается как организационная форма обучения. Самостоятельная работа по дисциплине осуществляется в виде внеаудиторных форм познавательной деятельности.

Самостоятельная работа включает в себя подготовку к практическим и лабораторным занятиям, работу с литературой, краткие рефераты, курсовое проектирование.

Работа с литературой.

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, курсового проекта рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Подготовка к практическим занятиям.

По каждой теме практического занятия должен быть представлен краткий реферат, в котором кратко изложено содержание вопросов, вынесенных на практическое занятие. Предоставление всех кратких рефератов необходимо для получения допуска к экзамену.

Краткий реферат должен быть написан каждым студентом самостоятельно. Студент должен использовать только те литературные источники (научные статьи, монографии, пособия и т.д.), которые имеют прямое отношение к теме занятия. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемым вопросом. Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения – начинать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы. Работа должна быть достаточно краткой, но раскрывающей все вопросы темы занятия. Единых и обязательных параметров составления краткого реферата (степень сокращения/представления информации) не предлагается. Объем текста определяется самим студентом.

На практическом занятии содержание краткого реферата докладывается одним из авторов и обсуждается совместно со всеми обучающимися.

Подготовка к лабораторным занятиям. Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю.

После выполнения каждого этапа работы, необходимо сделать анализ полученных результатов. Если результат удовлетворяет всем требованиям, указанным в задании, перейти к следующему этапу. В противном случае, если результат не удовлетворяет требованиям задания, приводит к некорректным выводам и/или ответам, необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из

условий процесса совершенствования знаний и навыков а, следовательно, успешной учебы и работы.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MS Word.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);

- *Приложения* – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по лабораторной работе

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с

книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Курсовое проектирование.

В начале семестра студент обязан:

1. Обсудить и определить с преподавателем тематику курсового проекта.
2. Обсудить с преподавателем порядок работы выполнения курсового проекта.

Основной формой является самостоятельная научно-исследовательская работа. В процессе своей работы студенты при составлении обзора используют монографии и статьи из периодической научной печати.

Структура курсового проекта

- титульный лист;
- реферат (по необходимости);
- содержание;
- введение;
- основная часть:
 - 1 - литературный обзор,
 - 2 - методы/методики исследования,

- 3 - результаты исследования;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения (по необходимости).

Минимальный объем текстового документа – 15-25 листов (страниц) текста формата А4.

Текстовый документ выполняется на одной стороне листов белой нелинованной бумаги формата А4 с применением компьютерного набора шрифтом №14 с использованием текстового редактора WORD и ему подобных с межстрочным интервалом 1,5. В таблицах допускается уменьшение шрифта до №10 и применять одинарный интервал.

Содержание должно отражать все материалы, представляемые к защите работы в составе текстового документа. В содержании перечисляют введение, заголовки разделов и подразделов основной части, заключение, список использованных источников, каждое приложение с указанием номеров листов (страниц), на которых они начинаются.

Введение должно раскрывать основной замысел курсового проекта. Во введении формулируется:

- обоснование проблемы;
- цель и задачи курсового проекта.

Во введении перечисляются методы и средства решения поставленной задачи.

Основная часть отражает процесс решения поставленных в курсовом проекте задач и полученные результаты:

- раздел с обоснованием темы проекта (литературный обзор);
- раздел, в котором приводятся методы и методики проведения исследований;
- разделы, отражающие основное содержание и результаты выполненной работы;

- раздел, содержащий заключения и выводы по результатам проделанной работы.

Обоснование темы курсового проекта (литературный обзор) должно содержать:

- характеристику объекта исследования;
- анализ исследуемой проблемы, предметом которого могут быть результаты предыдущих исследований или разработок, степень решения проблемы, новые идеи и гипотезы, возможные подходы к решению этих проблем;
- заключение о целесообразности разработки темы, которое может включать и экономическую оценку принятого решения.

Структура, объем, содержание и степень детализации разделов, отражающих основное содержание и результаты выполненной работы, определяются руководителем работы.

Заключение должно содержать:

- краткие выводы по результатам курсового проектирования;
- оценку полноты решения поставленных задач;
- рекомендации по конкретному использованию результатов работы;
- практическую или теоретическую значимость проекта.

Список использованных источников должен содержать сведения об источниках, использованных при выполнении ВКР. Нумерация источников единая сквозная.

Приложения. Материал, связанный с курсовым проектом, который по каким-либо причинам не может быть включен в основную часть, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ и т.д.

Подготовка к экзамену.

К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы, предоставившие краткие рефераты по всем темам практических занятий, выполнившие курсовой проект.

Выполнение самостоятельной работы студентами необходимо для успешного закрепления изученного материала и навыков, приобретенных на лабораторных и практических занятиях.

5. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования индикаторов компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Обменное взаимодействие	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	знает	ПР-4 Реферат	Экзамен
			умеет	ПР-6 Лабораторная работа	
			владеет	ПР-5 Курсовой проект	
2	Раздел II. Случайные поля обменного взаимодействия и магнитное упорядочение	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	знает	ПР-4 Реферат	Экзамен
			умеет	ПР-6 Лабораторная работа	
			владеет	ПР-5 Курсовой проект	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе ФОС.

6. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Афремов, Л. Л. Метод случайного поля в магнетизме наночастиц / Афремов Л.Л., Белоконь В.И., Дьяченко О.И., Петров А.А. - Владивосток,

ДВФУ, 2016, 108 с. ЭК НБ ДВФУ:

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:846131&theme=FEFU>

2. Вшивков, С. А. Фазовые переходы полимерных систем во внешних полях [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 368 с. ЭБС «Лань»

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=30431

3. Вонсовский, С. В. Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков / С. В. Вонсовский. - М., 1971, 1032 с. ЭК НБ ДВФУ: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:81092&theme=FEFU>

4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для физических специальностей университетов в 10 т. : т. 5 . Статистическая физика : ч. 1 / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. М.: Физматлит, 2010. - 616 с. ЭК НБ ДВФУ:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:675043&theme=FEFU>

5. Прудников, В. В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Прудников, А.Н. Вакилов, П.В. Прудников. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 223 с. ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2288

Дополнительная литература

1. Елесин, В. Ф. Физика фазовых переходов / В. Ф. Елесин, В. А. Кашурников. - М.:МИФИ, 1997. 180с.

2. Кузнецова, Ю. В. Диоксид ванадия и твердые растворы на его основе. Фазовые переходы, структура и свойства [Электронный ресурс]: / Ю.В. Кузнецова, О.В. Лях, Е.Н. Меркушев [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 104 с. ЭБС «Лань»

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59654

3. Россихин, Н.А. Расчет и проектирование аккумуляторов теплоты на фазовых переходах (капсульного типа) [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана

(Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 40 с. ЭБС «Лань»
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52201

4. Скрипов, В. П. Фазовые переходы кристалл-жидкость-пар и термодинамическое подобие [Электронный ресурс] : / В.П. Скрипов, М.З. Файзуллин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2003. — 160 с. ЭБС «Лань»
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59358

Интернет-ресурсы

1. Butler R. Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geologic Terranes. Blackwell Scientific Publications, 1992
<http://lewis.up.edu/chp/butler/books/main.htm>
2. Moskowitz B. Hitchhiker's Guide to Magnetism, 1991
http://www.geo.edu.ro/~paleomag/Teaching_materials.htm
3. Tauxe L. Paleomagnetic principles and practice, 1998
http://www.geo.edu.ro/~paleomag/Teaching_materials.htm

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Microsoft Office и др.).

7.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу.

При организации учебной деятельности на занятиях широко используются как традиционные, так и современные электронные носители информации, а также возможности информационных и коммуникационных

образовательных технологий.

Практические и лабораторные занятия проводятся в учебной группе.

Со стороны преподавателя студентам оказывается помощь в формировании навыков работы с литературой, анализа литературных источников.

Следует учитывать, что основной объем информации студент должен усвоить в ходе систематической самостоятельной работы с материалами, размещенными как на электронных, так и на традиционных носителях.

Для углубленного изучения материала курса дисциплины рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

Литературные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ, а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

Формами текущего контроля результатов работы студентов по дисциплине являются краткие рефераты, лабораторные работы, курсовой проект.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в форме экзамена в конце 3 семестра.

Организация деятельности студента.

Практическое занятие. Перед практическим занятием студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия и составить краткий реферат по вопросам темы. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю. На практических занятиях проводятся обсуждения кратких рефератов.

Лабораторное занятие. Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме

занятия. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю.

После выполнения каждого этапа работы, необходимо сделать анализ полученных результатов. Если результат удовлетворяет всем требованиям, указанным в задании, перейти к следующему этапу. В противном случае, если результат не удовлетворяет требованиям задания, приводит к некорректным выводам и/или ответам, необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков а, следовательно, успешной учебы и работы.

Самостоятельная работа. Выполнение самостоятельной работы студентами необходимо для успешного закрепления изученного материала и навыков, приобретенных на практических и лабораторных занятиях.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
690922, Приморский край,	Оборудование:	IBM SPSS Statistics Premium

<p>г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)</p>	<p>Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г., лот 5. Срок действия договора с 30.06.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500. Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15-04-101 от 23.12.2015 г. Срок действия договора с 15.03.2016 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Нави-ком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Срок действия договора с 31.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education University Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Срок действия договора с 30.11.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Под-писка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - 30.06.2020 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Подписка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018. Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Лицензия - 27.10.2021 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</p>
---	---	--

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.

9. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 применяет методы анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Знает основные методы анализа концептуальных и теоретических моделей решения научных задач
	Умеет выбирать методы анализа концептуальных и теоретических моделей для решения конкретной задачи
	Владеет методами анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач
ПК-2.2 выбирает методы исследования, соотносит проблему, цели, задачи, предмет и методы исследования, формулирует проблему научного исследования, обосновывает его актуальность и новизну	Знает основные методы проведения научного исследования
	Умеет формулировать проблему, обосновывать актуальность и новизну научного исследования, применять методы прикладной физики к решению конкретной научной задачи
	Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом
ПК-2.3 организывает и проводит научные исследования, обрабатывает полученные результаты	Знает методику проведения научного исследования
	Умеет организовывать НИР в научном коллективе, распределять и делегировать выполняемую работу
	Владеет навыками аналитической работы, методами и технологиями проведения научного исследования

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования индикаторов компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Обменное взаимодействие	ПК-2.1	знает	ПР-4 Реферат	Экзамен
		ПК-2.2	умеет	ПР-6 Лабораторная работа	
		ПК-2.3			
2	Раздел II. Случайные поля обменного взаимодействия и магнитное упорядочение	ПК-2.1	знает	ПР-4 Реферат	Экзамен
		ПК-2.2	умеет	ПР-6 Лабораторная работа	
		ПК-2.3			

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

1. Краткий реферат (ПР-4)
2. Курсовой проект (ПР-5)
3. Лабораторная работа (ПР-6)

Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов)

Краткий реферат (ПР-4) - продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде вопросов определенной темы практического занятия, где автор раскрывает суть вопросов, приводит различные точки зрения на проблему, а также собственные взгляды на нее.

Краткий реферат должен быть написан каждым студентом самостоятельно. Студент должен использовать только те литературные источники (научные статьи, монографии, пособия и т.д.), которые имеют прямое отношение к теме занятия. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемым вопросом. Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения – начинать с

определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы. Работа должна быть достаточно краткой, но раскрывающей все вопросы темы занятия.

На каждом практическом занятии содержание краткого реферата докладывается одним из авторов и обсуждается совместно со всеми обучающимися. Вопросы содержатся в разделе практические занятия.

Написание краткого реферата позволяет студенту научиться четко и грамотно формулировать мысли, использовать основные категории анализа, структурировать информацию, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы.

Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов):

Краткий реферат пишется студентами к каждому практическому занятию, по вопросам занятия.

При оценке краткого реферата учитываются соответствие содержания вопросам занятия, умение работать с научной литературой, техническими документами, логически мыслить, владеть профессиональной терминологией. При обсуждении краткого реферата ответы должны отличаться достаточным объемом знаний, глубиной и полнотой раскрытия темы, логической последовательностью, четкостью выражения мыслей и обоснованностью выводов, характеризующих знание понятийно-терминологического аппарата, умение им пользоваться при ответе.

По результатам студенту выставляется определенное количество баллов.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	При написании краткого реферата студент выразил свое мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и	100-86 Зачтено

	<p>составляющие. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Ответ показывает прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные и дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия.</p>	
Базовый	<p>Работа характеризуется последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Ответ показывает прочные знания основных понятий изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия вопроса; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, делать выводы, давать аргументированные ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа. Студент ответил на все основные и дополнительные вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия.</p>	85-76 Зачтено
Пороговый	<p>Студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование темы. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы. Ответ, свидетельствующий в основном о знании понятий изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия вопроса; знании основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры. Студент ответил на часть основных или дополнительных вопросов, заданных преподавателем по теме практического занятия.</p>	75-61 Зачтено
Уровень не достигнут	<p>Работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст, без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы. Ответ, обнаруживающий незнание понятий изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким</p>	60-0 Не зачтено

	<p>раскрытием вопроса; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Студент не ответил на вопросы, заданные преподавателем по теме практического занятия, либо допустил множество ошибок в ответе.</p>	
--	---	--

Лабораторная работа (ПР-6) - средство для закрепления и практического освоения материала по определенной теме/разделу.

Приступая к выполнению лабораторной работы, прежде всего, студенту необходимо подробно изучить ход выполнения работы по теме лабораторного занятия, соответствующую литературу, требования к содержанию и структуре задания. Студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к преподавателю.

Выполнение лабораторной работы направлено на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений и навыков. Приступая к выполнению лабораторной работы, прежде всего, студенту необходимо подробно изучить вопросы практических занятий, соответствующую литературу, требования к содержанию и структуре задания. Студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к преподавателю.

Критерием оценки выполнения лабораторной работы является умение студента синтезировать, анализировать, обобщать фактический материал с формулированием конкретного результата. Оценивается творческий уровень, позволяющий диагностировать умения, интегрировать знания, аргументировать выводы, полнота выполненных заданий, качество полученных научных результатов, качество обработки графических результатов, качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	Студент выполнил лабораторную работу, грамотно решил поставленную задачу с представлением результата. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной работы по заданной теме, технологиями, методами и приемами анализа ситуации. Требования к содержанию и структуре отчета полностью соблюдены.	100-86 Зачтено
Базовый	Студент выполнил лабораторную работу, решил поставленную задачу с представлением результата. Продемонстрировано владение навыком самостоятельной работы по заданной теме, методами анализа ситуации. В целом соблюдаются требования, предъявляемые к содержанию и структуре отчета. Допущено не более 2 ошибок или неточностей при выполнении работы.	85-76 Зачтено
Пороговый	Студент выполнил лабораторную работу, но обнаружил фрагментарные, поверхностные знания темы; испытывает затруднения с использованием ключевых понятий, выполнением задания в целом. В целом соблюдаются требования, предъявляемые к содержанию и структуре отчета. Допущено не более 5 ошибок или неточностей при выполнении лабораторной работы.	75-61 Зачтено
Уровень не достигнут	Студент частично выполнил лабораторную работу, обнаружил незнание темы и ключевых понятий. Не соблюдены требования к содержанию и структуре отчета. Допущено более 5 ошибок или неточностей при выполнении лабораторной работы.	60-0 Не зачтено

Курсовой проект (ПР-5) - продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического и практического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы.

Курсовой проект пишется студентами в сроки, устанавливаемые преподавателем по реализуемой дисциплине, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

При оценке курсового проекта учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, нормативными и техническими документами, логически

мыслить, делать обоснованные выводы, владеть профессиональной терминологией, грамотность оформления.

По результатам проверки курсового проекта студенту выставляется определенное количество баллов.

Критерии оценки:

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
Повышенный	При написании курсового проекта студент выразил свое мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. Требования к содержанию и структуре реферата полностью соблюдены.	100-86 отлично
Базовый	Работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Требования к содержанию и структуре реферата соблюдаются. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.	85-76 хорошо
Пороговый	Студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Требования к содержанию и структуре реферата соблюдаются частично. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, и две-три ошибки в оформлении работы.	75-61 удовлетворительно
Уровень не достигнут	Работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст, без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Не соблюдены требования	60-0 неудовлетворительно

	к содержанию и структуре реферата. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, и более трех ошибок в оформлении работы.	
--	--	--

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Форма отчётности по дисциплине – экзамен (3-й, осенний семестр). Студент допускается к экзамену после получения положительных оценок за задания текущей аттестации, выполненные в течение семестра (оценочные средства для текущего контроля). Экзамен по дисциплине проводится в форме собеседования.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка.

Вопросы к экзамену

1. Магнитный момент атома. Спин и магнетон Бора. Обменное взаимодействие.
2. Диамагнетизм и парамагнетизм. Теория парамагнетизма атомов и ионов.
3. Ферромагнетики и антиферромагнетики. Кривые намагничивания.
4. Модель системы спинов. Подсчет числа состояний. Спиновый избыток и магнитный момент системы.
5. Системы спинов в тепловом и диффузионном контакте. Температура и химический потенциал.
6. Теория молекулярного поля. Спонтанная намагниченность и начальная восприимчивость.
7. Метод случайных полей взаимодействия и предельный переход к теории молекулярного поля.
8. Концентрационные фазовые переходы и кластерные спиновые стекла.
9. Влияние диффузии на концентрационные переходы.
10. РККИ взаимодействие, критические концентрации и магнитное упорядочение.

11. Двухподрешеточные магнетики и различные типы магнитного упорядочения.
12. Магнетизм аморфных материалов.
13. Суперпарамагнетизм и магнитная вязкость.
14. Классическая теория спиновых волн.
15. Квантовая теория спиновых волн.
16. Различные виды магнитной анизотропии и способы их сложения.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Критерии выставления оценки студенту на экзамене:

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно»

		ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: краткий реферат)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: лабораторная работа, курсовой проект)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач