

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Квантовая теория магнетизма Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Теоретическая и математическая физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Автор(ы): Недопекин О.В. , Таюрский Д.А.

Рецензент(ы): Тагиров Л.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Таюрский Д. А.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 20__ г.

Казань

2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) заместитель директора по образовательной деятельности Недопекин О.В. (Директорат Института физики, Институт физики), Oleg.Nedopekin@kpfu.ru ; проректор по образовательной деятельности Таюрский Д.А. (Ректорат, КФУ), Dmitry.Tayurskii@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- современный теоретический уровень описания магнитных свойств конденсированных сред;
- теоретические основы современных экспериментальных методов исследования в области магнетизма конденсированных сред;
- основные классические и современные экспериментальные результаты по магнитным свойствам твердых тел.

Должен уметь:

применять современные методы теоретического исследования магнетизма конденсированных сред для расчетов магнитной восприимчивости и намагниченности систем магнитных моментов.

Должен владеть:

- навыками системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- навыками работы с основными теоретическими методами в области магнетизма конденсированных сред и современной научной литературой.

Должен демонстрировать способность и готовность:

к применению полученных знаний для описания реальных физических систем

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Теоретическая и математическая физика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 82 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Магнитные моменты.	3	2	2	0	12
3.	Тема 3. Магнитные свойства систем невзаимодействующих локализованных моментов.	3	2	2	0	12
4.	Тема 4. Магнитные свойства систем слабо взаимодействующих локализованных моментов.	3	2	2	0	14
5.	Тема 5. Магнетизм систем сильновзаимодействующих моментов.	3	4	3	0	20
6.	Тема 6. Магнитные свойства систем с магнитными примесями.	3	2	2	0	12
7.	Тема 7. Спиновые стекла.	3	2	1	0	12
	Итого		14	12	0	82

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Магнитные моменты.

Понятие о магнитном моменте. Орбитальный и спиновый магнитный моменты. Диэлектрики: модель локализованных магнитных моментов. Металлы: модель делокализованных магнитных моментов, коллективизированные электроны. Взаимодействие магнитных моментов с внешними полями. Намагниченность. Восприимчивость. Взаимодействие магнитных моментов между собой. Диполь-дипольное взаимодействие. Обменное взаимодействие Гейзенберга. Суперобмен.

Тема 3. Магнитные свойства систем невзаимодействующих локализованных моментов.

Диамагнитная восприимчивость. Парамагнитная восприимчивость Ланжевена и Ван Флека. Температурная зависимость магнитной восприимчивости. Закон Кюри.

Тема 4. Магнитные свойства систем слабо взаимодействующих локализованных моментов.

Локализованные магнитные моменты. Теория молекулярного поля. Ферромагнетизм. Температура Кюри. Антиферромагнетизм. Температура Нееля. Гелимагнетики. Ферримагнетики. Магнитные свойства вблизи температуры перехода в упорядоченное состояние. Модель Изинга и модель Гейзенберга в приближении молекулярного поля. Представление о критических явлениях. Критические индексы. Модель спиновых волн. Приближение Холстейна-Примакова для модели Гейзенберга. Намагниченность гейзенберговского ферромагнетика при низких температурах. Влияние спин-волновых взаимодействий. Параметрическое возбуждение магнонов. Антиферромагнитные магноны.

Нелинейные эффекты в антиферромагнетизме и ферримагнетизме. Понятие о магнитостатических модах. Делокализованные магнитные моменты. Теория ферми-жидкости.

Ферромагнетики с коллективизированными электронами в рамках теории ферми-жидкости.

Метод молекулярного поля для систем коллективизированных электронов. Модель Стонера. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм коллективизированных электронов. Волны спиновой плотности. Модель Хаббарда.

Тема 5. Магнетизм систем сильновзаимодействующих моментов.

Локализованные магнитные моменты. Теория молекулярного поля. Ферромагнетизм. Температура Кюри. Антиферромагнетизм. Температура Нееля. Гелимагнетики. Ферромагнетики. Магнитные свойства вблизи температуры перехода в упорядоченное состояние. Модель Изинга и модель Гейзенберга в приближении молекулярного поля. Представление о критических явлениях. Критические индексы. Модель спиновых волн. Приближение Холстейна-Примакова для модели Гейзенберга. Намагниченность гейзенберговского ферромагнетика при низких температурах. Влияние спин-волновых взаимодействий. Делокализованные магнитные моменты. Теория ферми-жидкости. Ферромагнетики с коллективизированными электронами в рамках теории ферми-жидкости. Метод молекулярного поля для систем коллективизированных электронов. Модель Стонера.

Ферромагнетизм и антиферромагнетизм коллективизированных электронов. Волны спиновой плотности. Модель Хаббарда. Параметрическое возбуждение магнонов. Антиферромагнитные магноны. Нелинейные эффекты в антиферромагнетизме и ферромагнетизме. Понятие о магнитостатических модах.

Тема 6. Магнитные свойства систем с магнитными примесями.

Магнитные примеси в магнитных диэлектриках. Локализованные магноны. Резонансные состояния. Магнитные примеси в немагнитных металлах. Модель Андерсона. Эффект Кондо.

Взаимодействие РККИ. Локальные магнитные моменты в металлах. Диэлектрики Мотта. Переход металл-диэлектрик. s-d или s-f обменная модель.

Тема 7. Спиновые стекла.

Случайный обмен. Модель Эдвардса-Андерсона. Замораживание спинов. Долговременная релаксация восприимчивости. Эффекты старения. Модель реплик.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удалении электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Письменное домашнее задание	ПК-3, ПК-1, ОК-1, ОПК-6	1. Магнитные моменты. 3. Магнитные свойства систем невзаимодействующих локализованных моментов. 4. Магнитные свойства систем слабо взаимодействующих локализованных моментов.
	<i>Экзамен</i>	ОК-1, ОПК-6, ПК-1, ПК-3	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					
Текущий контроль					
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебного-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 3

Текущий контроль

1. Письменное домашнее задание

Темы 1, 3, 4

Письменная работа предполагает подготовку одного задания из предложенных ниже:

1. Обобщенная магнитная восприимчивость, Флуктуационно-диссипационные теоремы, вывод соотношений Крамерса-Кронига, соотношений Онсагера.
2. 3d-электрон в кубическом кристаллическом поле.
3. Ион Se^{3+} в кристаллическом поле симметрии D_2 .
4. Диамагнетизм Ландау. Расчет уровней Ландау.
5. Расчет спиновой корреляционной функции для системы локализованных магнитных моментов вблизи критической температуры.
6. Спин-волновая теория, учет диполь-дипольного взаимодействия.
7. Метод вторичного квантования для газа свободных электронов. Расчеты в рамках модели Стонера.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

- 1 Обобщенная восприимчивость.
- 2 Соотношения Крамерса-Кронинга.
- 3 Флуктуационно-диссипационная теорема.
- 4 Соотношение Онсагера.
- 5 3d-электрон в кубическом кристаллическом поле. Ион Se^{3+} в кристаллическом поле симметрии D_2 .
- 6 Восприимчивость Ланжевена и Ван Флека.
- 7 Закон Кюри.
- 8 Расчеты в рамках модели Андерсона.
- 9 Диамагнетизм Ландау.
- 10 Критические параметры.

- 11 Расчет спиновой корреляционной функции для системы локализованных магнитных моментов вблизи критической температуры.
- 12 Метод вторичного квантования для газа свободных электронов. Расчеты в рамках модели Стонера.
- 13 Преобразование Холстейна-Примакова. Теплоемкость магненов.
- 14 Спин-волновая теория - учет диполь-дипольного взаимодействия.
- 15 Модель реплик.
- 16 Расчеты в рамках модели Андерсона.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	50
		Всего:	50
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Абрикосов, А.А. Основы теории металлов [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2010. ? 600 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2093>. ? Загл. с экрана.
2. Борисёнок, С.В. Квантовая статистическая механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.В. Борисёнок, А.С. Кондратьев. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2011. ? 136 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2672>. ? Загл. с экрана.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2011. ? 384 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/708>. ? Загл. с экрана.
4. Матухин, В.Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2010. ? 224 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/262>. ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Аминов, Л.К. Динамика и кинетика электронных и спиновых возбуждений в парамагнитных кристаллах / Л. К. Аминов, Б. З. Малкин. ? Казань: Изд-во Казанского госуд. ун-та, 2008?217 с. http://kpfu.ru/docs/F1917339624/DynamicsSpinParamagnets_Aminov_Malkin.pdf
2. Боровик, Е.С. Лекции по магнетизму [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.С. Боровик, В.В. Еременко, А.С. Мильнер. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2005. ? 512 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2118>. ? Загл. с экрана.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Joint Quantum Institute - <http://jqj.umd.edu/>

Институт теоретической физики им Л.Д. Ландау. Сектор квантовой мезоскопии - <http://qmeso.itp.ac.ru/>

Магнитопласты и магнитные системы - <http://www.valtar.ru/index.htm>

Наука и жизнь - <http://www.nkj.ru/>

Физическая энциклопедия - <http://www.femto.com.ua/index1.html>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Можно выделить несколько видов самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины. Разбор и усвоение лекционного материала. После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом:

- Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект.
- Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются).
- Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.
- При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами, например, отсканированные или сфотографированные листочки с рукописными комментариями, пометками, выкладками и т.п.

Самостоятельное изучение части материала. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.

Подготовка к контрольным работам. То, как студент научился самостоятельно решать задачи, преподаватель проверяет посредством проведения контрольных работ, на которых от студента требуется решить несколько задач из числа тех, которые решались в аудитории, и тех, которые были заданы в качестве домашней работы. Таким образом, для успешной подготовки к контрольным работам необходимо научиться самостоятельно воспроизводить решения разобранных на занятиях задач и задач домашних заданий в соответствии с рекомендациями для подготовки домашнего задания, приведенными выше.

Подготовка к экзамену. Рекомендации по изучению соответствующих материалов приведены выше. При подготовке следует иметь в виду, что во время экзамена:

- нужно уметь сформулировать определения изученных величин, понятий и т.д.;
- нужно уметь сформулировать изученные законы, теоремы, утверждения, постулаты и т.д.;
- по каждому вопросу нужно уметь словами раскрыть суть того, что излагается;

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Квантовая теория магнетизма" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Квантовая теория магнетизма" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Теоретическая и математическая физика .