

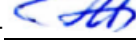
МИНОБРНАУКИ РОССИИ


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
теоретической физики  
протокол от «30» мая 2019 г. № 9

Согласовано:

Председатель УМК физико -   
технического института (Балапанов М.Х.)

Зав. кафедрой  (Вахитов Р.М)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина ТЕОРИЯ МАГНЕТИЗМА

*(наименование дисциплины)*

вариативная

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

**03.03.02 Физика**

*(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

**Физика конденсированного состояния вещества**

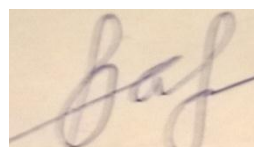
*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(указывается квалификация)*

Разработчик (составитель)  
д.ф.-м.н., доц. Гареева З.В.  
(должность, ученая степень, ученое звание)



/ Гареева З.В.  
(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель / составители: д.ф.-м.н., доц. Гареева З.В.

Заведующий кафедрой

 / Вахитов Р.М

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	10
<i>4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать современный теоретический уровень описания магнитных свойств конденсированных сред.	ОПК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	
	2. Знать теоретические основы современных экспериментальных методов исследования в области магнетизма конденсированных сред.	ОПК-3, ПК-1 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния	
	3. Знать основные уравнения теории магнетизма, классические и современные результаты по магнитным свойствам твердых тел.	ОПК-3, ПК-1 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния	
Умения	1. Уметь применять современные методы теоретического исследования магнетизма конденсированных сред для расчета магнитной восприимчивости и намагниченности систем магнитных моментов.	ОПК-3, ПК-1 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики,	

		необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния	
	2. Уметь анализировать квантовые процессы, квантовые переходы от одного состояния в другое, объяснять природу квантовых эффектов и явлений микромира.	ОПК-3, ПК-1 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния	
	3. Уметь оценивать вклад квантовых эффектов в соответствующие явления макромира.	ПК-1, ОПК-3 Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть понятийным и математическим аппаратом теории магнетизма.	ОПК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	
	2. Владеть навыками системного научного анализа проблем различного уровня сложности.	ОПК-3 ПК-1 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для	

		<p>решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния</p> <p>Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния</p>	
	<p>3. Владеть навыками поиска анализа и обработки информации из различных источников (книги, журналы, интернет-ресурсы)</p>	<p>ОПК-3 ПК-1</p> <p>готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала</p> <p>Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния</p>	

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория магнетизма» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 4 *курсе* в 8 семестре.

Данный курс предназначен для студентов направления 03.03.02 – Физика. Курс «Теория магнетизма» является одной из центральных дисциплин специализации студентов-физиков различных специальностей, в частности специальностей «Теоретическая физика», «Физика материаловедения». Она является основным курсом при рассмотрении широкого круга магнитных явлений и требует для своего изучения привлечения знаний студентов из различных разделов общей и теоретической физики, а также математики.

Задача изучения дисциплины «Теория магнетизма» заключается прежде всего в освоении понятий, теоретических и экспериментальных методов изучения магнитных явлений, а также современного математического аппарата, методов микромагнитного моделирования, применяемого при исследовании магнитных систем. Кроме того, она заключается в том чтобы развивать и совершенствовать у студентов навыки их практического пользования при описания магнитных явлений в конденсированных средах, выработать умение сознательно и безошибочно употреблять изучаемую терминологию, разбираться в основных уравнениях теории магнетизма и методах их анализа, тем самым поднимая уровень теоретического и практического владения излагаемыми вопросами, расширяя и укрепляя картину мировоззрения.

Для освоения данной дисциплины студенту необходимо освоить предварительно следующие дисциплины: общая физика: электричество, магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика; теоретическая физика: квантовая механика, электродинамика, статистическая физика; математика: математический анализ, линейная алгебра, векторный и тензорный анализ, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения, интегральные уравнения и вариационное исчисление, методы математической физики.

Дисциплина «Теория магнетизма» способствует овладению знаниями, умением и навыками, необходимыми для изучения дисциплин «Квантовая теория твердого тела», «Квантовая теория магнетизма», «Квантовая электродинамика», «Нелинейные волны», «Квантовая электроника», а также при проведении научно-исследовательской работы и в частности для выполнения выпускной квалификационной работы.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

ОК 1: – способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап	Знать математический аппарат для расчета основных свойств и характеристик магнитных материалов.	Имеет фрагментарные знания профессиональной лексики, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Фрагментарные знания профессиональной лексики, не всегда готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Достаточно уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.	Уверенно знает профессиональную лексику, быть готовым к участию в дискуссии на профессиональные темы; знать основы делового общения, принципы и методы организации деловой коммуникации на русском и иностранном языках.
Второй этап	Уметь проводить анализ научно- технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике; проводить математическое моделирование базе стандартных пакетов микромагнитного моделирования	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но не умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но испытывает небольшие трудности при выборе необходимых данных для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач



	;составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.				
Третий этап	Владеть навыками выполнения экспериментов по заданной методике и обработке результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет способностью работать с различными источниками информации; применять современные инструментальные средства для проведения информационно-поисковой работы, не способен внедрять данные для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

пк-1- Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в физике конденсированного состояния.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Знать Основные представления и понятия физики магнитных явлений. Знать Магнитные свойства материалов. Знать Методы измерения магнитных свойств материалов.	Не знает основных понятий, представлений и принципов, лежащих в основе теории магнетизма. Не знает всего математического аппарата, для описания магнитных явлений. Не имеет никаких представлений о магнитных свойствах материалов.	Знает основные понятия, представления и принципы, лежащие в основе теории магнетизма.. Знает и хорошо разбирается в математическом аппарате, для описания магнитных явлений. Имеет представления о магнитных свойствах материалов.
Второй этап	Уметь Разбираться в теоретических	Не умеет Разбираться в теоретических	Умеет Разбираться в теоретических представлениях и

	представлениях и особенностях проявления магнетизма в диэлектриках, полупроводниках и металлах.	представлениях и особенностях проявления магнетизма в диэлектриках, полупроводниках и металлах.	особенностях проявления магнетизма в диэлектриках, полупроводниках и металлах.
Третий этап	Владеть Теоретическими знаниями по физике магнетизма, в том числе об условиях реализации магнитного состояния вещества в природе и представления об основных физических понятиях Владеть навыками поиска, анализа и обработки информации из различных источников (книги, журналы, интернет-ресурсы)	Не владеет Теоретическими знаниями по физике магнетизма, в том числе об условиях реализации магнитного состояния вещества в природе и представления об основных физических понятиях	Владеет Теоретическими знаниями по физике магнетизма, в том числе об условиях реализации магнитного состояния вещества в природе и представления об основных физических понятиях

ПК-2- Способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Знать Магнетизм электронной оболочки и ядра атома. Магнитный момент атома; Знать Методы исследования структуры и свойств магнитных материалов	Не знает основных понятий теории магнетизма электронной оболочки и ядра атома. Не знает, что такое Магнитный момент атома.	знает основные понятия теории магнетизма электронной оболочки и ядра атома. знает, что такое Магнитный момент атома.
Второй этап	Уметь Интерпретировать экспериментальные результаты исследования свойств магнитных материалов современными методами	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но не умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но испытывает небольшие трудности при выборе необходимых данных для решения профессиональных задач Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть Навыками выбора методов исследования и получения магнитных материалов.	Не владеет навыками и методами решения задач теории магнетизма.	Владеет навыками и методами решения задач теории магнетизма.

ПК-2- Способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Знать принципы работы современных программных ресурсов для решения задач микромагнитного моделирования	Не знает основных принципов работы современных программных ресурсов для решения задач микромагнитного моделирования	знает основные принципы работы современных программных ресурсов для решения задач микромагнитного моделирования
Второй этап	Уметь Работать с информацией в области физики магнитных явлений из различных источников: отечественной и зарубежной периодической литературой, монографий и учебников, электронных ресурсов интернет	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но не умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, но испытывает небольшие трудности при выборе необходимых данных для решения профессиональных задач Уверенно проводит информационно-поисковую работу и выбор данных для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть Навыками выбора методов получения и исследования магнитных материалов с учетом их особенностей.	Не владеет навыками выбора методов получения и исследования магнитных материалов с учетом их особенностей..	Владеет навыками выбора методов получения и исследования магнитных материалов с учетом их особенностей.

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

- зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап  Знания	Знать физическую природу магнетизма, основные типы магнетиков; теоретические и экспериментальные методы изучения структуры, электрических и магнитных свойств твердых тел	ПК-1 ПК-2 ПК-3	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен
	Уметь проводить анализ научно- технической информации, отечественной и зарубежной литературы по заданной тематике; проводить математическое моделирование микромагнитных процессов; составлять и готовить отчеты, научные публикации, презентации.	ОК-1, ПК-1 ПК-2 ПК-3	
2-й этап  Умения	Уметь рассчитывать доменные структуры магнетиков Уметь произвести расчеты динамических характеристик ферромагнетиков и антиферромагнетиков	ПК-1	контрольные работы; тесты; решение задач; экзамен
3-й этап			

Владеть навыками	Владеть методами описания механизмов электромагнитных взаимодействий; методами расчета статических и динамических свойств магнетиков с учетом микромагнитных неоднородностей	ПК - 1	тесты; решение задач; экзамен
------------------	--	--------	-------------------------------

#### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Классификация магнитных материалов. Магнитные свойства диа – и парамагнетиков.
2. Магнитоупорядоченные кристаллы. Основные магнитные характеристики.
3. Кривая технического намагничивания. Процессы смещения доменных границ. Парапроцесс.
4. Магнитомягкие, магнитотвердые материалы.
5. Магнитный момент атома. Магнетон Бора. Гиромагнитное соотношение.
6. Основные виды энергии ферромагнетика. Причины разбиения ферромагнетика на домены.
7. Понятие доменной структуры: идея, определение, методы изучения.
8. Механизмы обменных взаимодействий в магнетиках.
9. Магнитостатическая энергия.
10. Магнитострикция. Эффект Вилари. Магнитоупругая энергия.
11. Расчет структуры 180-градусной Блоховской доменной стенки.
12. Расчет толщины и энергии доменной границы.
13. Неелевская доменная стенка.

14. Периодическая доменная структура. Применение качественной теории дифуравнений для исследования доменной структуры (метод фазового портрета).
15. Модель Широкова. Модель Кацера.
16. Сегнетоэлектрики. Кристаллографические структуры сегнетоэлектриков. Доменная структура сегнетоэлектриков.
17. Модели поляризации сегнетоэлектриков. Пироэлектрики. Пьезоэлектрический эффект.
18. Магнитоэлектрические материалы. Условия, необходимые для реализации магнитоэлектрического эффекта.
19. Виды магнитоэлектрического эффекта. Энергии магнитоэлектрических взаимодействий.
20. Мультиферроики. Основные физические параметры. Типы мультиферроиков.
21. Топологические магнитные структуры. Солитоны, бризеры, кинки. Понятие топологического заряда
22. Спин–переориентационные переходы в ферромагнетиках.
23. Динамика намагниченности.
24. Основные задачи магнитодинамики. Динамика магнитных доменных границ.
25. Спиновые волны. Магنونика.

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

**Критерии оценки (в баллах):**

**(30 баллов)**

Ответ на вопрос должен показать глубокие, прочные знания студента. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать современные данные науки. Студент должен устанавливать причинно-следственные связи, применять знания в новой ситуации. Студент должен продемонстрировать умение делать аргументированные выводы.

**(20 баллов)**

Ответ студента должен показать глубокие, прочные знания. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современной науки. Студенту необходимо устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В ответе допускаются отдельные несущественные неточности.

**(10 баллов)**

Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов. Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности.

**(0 баллов)**

Ответ на поставленные вопросы показывает незнание его содержания, основных понятий, терминов. Студент не умеет устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные источники. Ответ студента не соответствует вопросу, а также при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

Преподаватель может поощрить студентов за участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, за активную работу на аудиторных занятиях, за публикации статей, за работу со школьниками, выполнение заданий повышенной сложности в виде поощрительных баллов (до 10 баллов за семестр).

## Примерные темы рефератов

Магнетизм. История и современное состояние (понятие о магнетизме от древности до наших дней. Магнетизм и научно – технический прогресс).
Основные понятия физики магнитных явлений. История открытия магнитных эффектов. Магнитные параметры. Единицы измерения
Магнетизм атомов и ионов. Магнитный момент атома. Магнетон Бора. Магнетизм электронной системы. Гиромагнитное отношение.
Магнитные свойства диа – и парамагнетиков. Классическая и квантовая теория парамагнетизма. Диамагнетизм Ландау.
Магнитно-твердые материалы и области их применения. Магнитно-мягкие материалы и области их применения
Сверхпроводящие материалы. Диа- и парамагнетизм электронов проводимости. Магнитные свойства сверхпроводников.
Экспериментальные методы исследования магнитных структур. Магнитная нейтронография, Магнитная силовая микроскопия. Спектроскопия Мессбауэра, спектроскопия Рамана. Ядерный магнитный резонанс.
Экспериментальные методы исследования магнитных структур. Порошковый метод Биттнера. Оптические методы (эффект Фарадея, эффект Керра). Метод рентгеновского дихроизма.
Магнитооптические эффекты. Магнитооптические явления при прохождении света сквозь вещество. Эффект Фарадея, Кохта и Керра, магнитный круговой дихроизм. Магнитное линейное двупреломление и магнитный линейный дихроизм. Магнитооптические явления при отражении света от магнетиков.
Магнитные материалы и информационные технологии. Принципы работы вычислительной техники. Хранение информации. Магнитная запись информации.
Магнитные материалы и информационные технологии. Магнитные материалы для спинтроники. Квантовые вычисления
Устройства магнитной памяти нового поколения: MRAM, FRAM, VRAM.
Молекулы – магниты. Спиновые кластеры, мономолекулярные магниты (тороики).
Магнитные наночастицы. Переход анизотропного образца в однодоменное состояние при уменьшении размера. Однодоменные частицы, энергетические оценки размера однодоменности. Явление суперпарамагнетизма. Суперпарамагнитное поведение наночастиц.
Функциональные магнитные материалы. Магнитоэластомеры. Материалы с памятью формы. Материалы с магнитокалорическим эффектом (магнитные холодильники).
Метаматериалы – среды с необычными электромагнитными и оптическими свойствами. Линза Веселаго.

Магнитные материалы в медицине и биологии. Магниторецепция – чувствительность живых организмов к магнитному полю. Магнитная томография, СКВИДы.
Фотонные кристаллы. Основы фотоники и плазмоники.
Спиновые волны. Магنونика. Материалы для магноники: магنونные кристаллы, квазикристаллы, фрактальные структуры.
Спин-поляризованный электронный транспорт. Гигантское магнитосопротивление. Туннельное магнитосопротивление. Модель Стонера – Вольфарта.
Спинтроника. Материалы для спинтроники. Принципы работы спинтронных устройств (спиновый вентиль, спиновые фильтры, спиновые транзисторы).
Топологические магнитные структуры. Солитоны, бризеры, кинки. Понятие топологического заряда.
Магнитные вихри, скирмионы. Области применения. Наноосцилляторы.
Фрустрированные магнитные структуры. Спиновые стекла. Спиновый лед. Сперомагнетизм, аспреомагнетизм.
Низкоразмерные системы и наноструктуры. Квантовые ямы и сверхрешетки. Квантовые провода. Квантовые точки. Двумерный электронный газ
Топологические диэлектрики – материалы с необычными электронными свойствами
Сегнетоэлектрики. Кристаллографические структуры сегнетоэлектриков. Модели поляризации сегнетоэлектриков. Методы исследования сегнетокерамических материалов. Мультиферроики.
Магнитострикция. Эффект Виллари. Стрейнтроника.
Бозе-конденсаты. Проблема магнитного монополя.
Ферромагнитный резонанс. Области применения.
Динамика и трансформация вихрей в проводящих магнитах

### Контрольная работа

Вариант контрольной работы:

Примеры вопросов теоретической части

1. Написать основное уравнение магнитодинамики
2. Определить характер движения магнитных моментов в магнитном поле
3. Основные параметры порядка антиферромагнетиков
4. Привести пример фазового перехода в магнетиках
5. Нарисовать фазовый портрет одноосного ферромагнетика,
  - 5.1. отметить на фазовом портрете особые линии и точки,



траектории разного топологического типа

5.2. определить возможные виды микромагнитных структур одноосного магнетика (по фазовому портрету)

6. Записать магнитомеханическое (гиромагнитное отношение)
7. Атомы каких химических элементов проявляют магнитные свойства
8. Гиромагнитные явления, пример
9. Спиновые волны (определение)
10. Основные характеристики солитона.
11. Релаксационное слагаемое в уравнении Ландау – Лифшица (одна из формул)
12. Условие применимости уравнения Тила.

Примеры задач контрольной работы:

1. Записать уравнения Эйлера - Лагранжа для функционала

$$F = A \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^2 + K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^2 \theta \cos^2 \theta$$

$$F = A_1 \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^2 + A_2 \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^4 + K_1 \sin^2 \theta$$

$$F = A \left( \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^2 + \sin^2 \theta \left( \frac{d\varphi}{dy} \right)^2 \right) + K_1 \sin^2 \theta \cos^2 \varphi$$

$$F = A \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^2 + K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^4 \theta$$

$$F = A \left( \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^2 + \sin^2 \theta \left( \frac{d\varphi}{dy} \right)^2 \right) + K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^4 \theta$$

2. Рассчитать ширину магнитной доменной границы магнетика с параметрами
  - а)  $A=2 \cdot 10^{-6}$  erg/cm,  $K=4 \cdot 10^5$  erg/cm<sup>3</sup>
  - б)  $A=5 \cdot 10^{-7}$  erg/cm,  $K=1.5 \cdot 10^4$  erg/cm<sup>3</sup>
  - в)  $A=3 \cdot 10^{-5}$  erg/cm,  $K=6 \cdot 10^5$  erg/cm<sup>3</sup>
3. Найти ориентацию оси легкого намагничивания (ОЛН) для магнетиков с магнитной анизотропией вида

$$F_{an} = K \sin^2 \theta,$$

$$F_{an} = K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^4 \theta,$$

$$F_{an} = K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^2 \theta \cos^2 \theta$$

$$F_{an} = K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^4 \theta$$

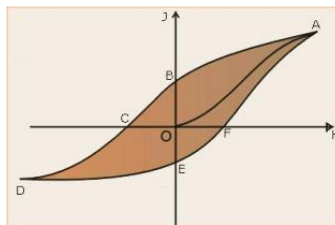
4. Записать уравнение Ландау – Лифшица для  $M_z$  ( $M_y$ ,  $M_x$ ) компоненты вектора намагниченности
5. Рассчитать период полосовой доменной структуры
6. Эллиптические функции Якоби, основное свойство эллиптических функций.

#### Критерии оценки (в баллах)

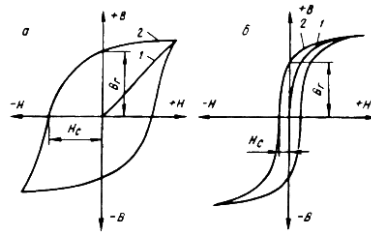
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	1 балл
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков	0,5 баллов
Нет правильного ответа	0 баллов

#### Тест

1. Определение намагниченности
2. Что показывает площадь петли гистерезиса?
3. Каким физическим величинам соответствуют буквы на рисунке
  - а) A/ B/
  - б) E/ C
  - в) F/ D



4. Определить тип материала (магнитомягкий, магнитотвердый)



5. Привести основную классификация магнетиков
6. Определить тип магнитного упорядочения ( $\chi < 0$ )
7. Описать один из механизмов электрической поляризации диэлектриков
8. Дать определение температуры Кюри для сегнетоэлектриков
9. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пьезоэлектрики – расставить термины в порядке убывания общности
10. Основные параметры порядка мультиферроиков
11. Виды магнитоэлектрических материалов
12. Записать соотношения температур магнитного и сегнетоэлектрического упорядочений для мультиферроиков I типа/ мультиферроиков II типа
13. Схематическое изображение сегнетоэлектриков/ антисегнетоэлектриков/ сегнетиэлектриков
14. Виды энергии обменного взаимодействия
15. Найти ориентацию оси легкого намагничивания (ОЛН) для магнетиков с магнитной анизотропией вида
  - а)  $F_{an} = K \sin^2 \theta$ ,
  - б)  $F_{an} = K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^4 \theta$ ,
  - в)  $F_{an} = K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^2 \theta \cos^2 \theta$
16. Рассчитать магнитостатическую энергию доменных границ Нееля, доменных границ Блоха
17. Понятие доменной структуры: идея, определение, методы изучения
18. Записать уравнения Эйлера - Лагранжа для функционала
  - а)  $F = A \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^2 + K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^2 \theta \cos^2 \theta$
  - б)  $F = A_1 \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^2 + A_2 \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^4 + K_1 \sin^2 \theta$
  - в)  $F = A \left( \left( \frac{d\theta}{dy} \right)^2 + \sin^2 \theta \left( \frac{d\varphi}{dy} \right)^2 \right) + K_1 \sin^2 \theta \cos^2 \varphi$
19. Рассчитать ширину магнитной доменной границы магнетика с параметрами
  - а)  $A = 2 \cdot 10^{-6} \text{ erg/cm}$ ,  $K = 4 \cdot 10^5 \text{ erg/cm}^3$
  - б)  $A = 5 \cdot 10^{-7} \text{ erg/cm}$ ,  $K = 1.5 \cdot 10^4 \text{ erg/cm}^3$
  - в)  $A = 3 \cdot 10^{-5} \text{ erg/cm}$ ,  $K = 6 \cdot 10^5 \text{ erg/cm}^3$

20. Найти энергию доменной границы Блоха, Нееля магнетика с параметрами п.19  
 21. Найти основное состояние одноосного магнетика.

### Участие в конференциях, публикация статей

#### 1. Публикация статей – 5 баллов

Критерии	Оценка (в баллах)	
Тип работы	Реферативная работа	0,1
	Работа носит исследовательский характер	0,3
	Работа является исследованием	0,6
Использование известных данных и научных фактов	Не использует никаких данных	0
	Автор использовал известные данные	0,4
	Использованы уникальные научные данные	0,6
Полнота цитируемой литературы, ссылка на ученых	Использован учебный материал	0,1
	Использованы специализированные издания	0,3
	Использованы интернет ресурсы	0,6
Актуальность работы	Изучение вопроса не является актуальным	0
	Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью	0,4
	Работа содержит научный характер	0,6
Степень новизны полученных результатов	Работа не содержит ничего нового	0
	В работе доказан уже установленный факт	0,4
	В работе получены новые данные	0,6

#### 2. Участие в конференции- 5 баллов

Творческий подход к отбору и структурированию материала	-	1 балл
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	1 балл
Выступление не является простым чтением с экрана	-	1 балл
В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах	-	1 балл
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций	-	1 балл

### 3. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

##### Основная литература

1. С.В. Тябликов. Методы квантовой теории магнетизма М.: Наука, 1975 г.
2. А.И.Ахизер, В.Г.Барьяхтар, С.В.Пелетминский. Спиновые волны М.: Наука, 1967 г.
3. Е.А. Туров. Физические свойства магнитоупорядоченных кристаллов М. 1963 г.
4. Г.С. Кринчик Физика магнитных явлений М. МГУ, 1985 г.
5. М.А. Шамсутдинов, И.Ю. Ломакина, В.Н. Назаров, А.Т. Харисов, Д.М. Шамсутдинов Ферро- и антиферромагнитодинамика. Нелинейные колебания, волны и солитоны.– Уфа: Гилем, 2007, 368 с.

##### Дополнительная литература

6. С.В. Вонсовский. Магнетизм М.: Наука. 1971 г.
7. А.А. Бердышев. Введение в квантовую теорию магнетизма Екатеринбург, УрГУ, 1992 г.
8. Ю.А. Изюмов, Р.П.Озеров. Магнитная нейтронография М.: Наука, 1968 г.
9. С. Текадзуми. Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества Мир. М. 1983.
10. С. Текадзуми. Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практические применения М.: Мир, 1987.
11. М.М. Фарзтдинов. Проблемы современной теории магнетизма Уфа, БашГУ, 1980 г.
12. М.М. Фарзтдинов. Теория магнитных явлений в кристаллах. Уфа, БашГУ, 1981 г.
12. Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред М.: Наука, 1982.
13. А.Хуберт. Теория доменных стенок в упорядоченных средах М.:Мир, 1977 г.
14. С.В.Вонсовский, Я.С.Шур. Ферромагнетизм М.: ГИТТЛ, 1948 г.
15. А.Малоземов, Дж.Слонзуски. Доменные стенки в материалах с цилиндрическими магнитными доменами М.: Мир, 1982 г.
16. А.Эшенфельдер. Физика и техника цилиндрических магнитных доменов М.: Мир, 1983 г.
17. Э.Бобек, Э.Делла Торре. Цилиндрические магнитные домены М.: Энергия, 1977 г.
18. О'Делл Т. Ферромагнетодинамика М.: Мир, 1983 г.
19. О'Делл Т. Магнитные домены высокой подвижности М.: Мир, 1978 г.
20. Ф.В.Лисовский. Физика цилиндрических магнитных доменов М.: Сов. радио, 1979 г.
21. К.П.Белов, А.К.Зведин, А.М.Кадошцева, Р.З.Левитин. Ориентационные переходы в редкоземельных магнетиках М.: Наука, Гл.ред. физ-мат. лит., 1979 г.
22. У.Ф.Браун. Микромагнетизм М.: Наука, 1979 г.
23. М.М.Фарзтдинов. Физика магнитных доменов в антиферромагнетиках и ферритах М.: Наука, 1981 г. с.156.
24. В.А.Зайкова, И.Е.Старцева, Б.Н.Филиппов. Доменная структура и магнитные свойства электротехнических сталей М.: Наука, 1992 г., 272 с.
25. Г.С.Кандаурова, Л.Г.Онопrienко. Доменная структура магнетиков. Основные вопросы микромагнетики Свердловск. УрГУ, 1986 г., 136 с.
26. Г.С.Кандаурова, Л.Г.Онопrienко. Основные вопросы теории доменной структуры Свердловск, УрГУ, 1977 г.
27. М.А. Шамсутдинов, В.Н. Назаров, И.Ю. Ломакина. Основы микромагнетизма и ферромагнитодинамики. – Уфа: РИО БашГУ, 2006. 104 с.
28. А.М. Косевич, Б.А. Иванов, А.С. Ковалев Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны. Киев: Наукова думка, 1983 г., 192с.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	<a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a>	Интернет-энциклопедия образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочники, а также статьи различной тематики. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам, отраслям знания.
2	Электронный ресурс МАРС ( <a href="http://mars.arbicon.ru">http://mars.arbicon.ru</a> ).	Электронная система доставки документов. Позволяет найти нужный документ и получить его по электронной почте.
3	<a href="http://e.lanbook.com">http:// e.lanbook.com</a>	Электронная библиотечная система издательства «Лань». Тематический пакет «Физика»
4	<a href="http://www.biblioclub.ru">http:// www.biblioclub.ru</a>	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online»; специализируется на учебных материалах для ВУЗов по научно-гуманитарной тематике, а так же содержит материалы по точным и естественным наукам

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 01	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Аудитория 323	Практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Теория магнетизма на 8 семестре  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: профессор кафедры теоретической физики, д.ф.-м.н., Гареева З.В.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Практические занятия:  
профессор кафедры теоретической физики, д.ф.-м.н., Гареева З.В.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	6/62
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	57
Аудиторные занятия	57 <u>8 семестр</u>
лекций	10 <u>8 семестр</u>
практических/ семинарских	
лабораторных	44 <u>8 семестр</u>
Самостоятельная работа студентов	1 <u>8 семестр</u>
ФКР	4 <u>8 семестр</u>
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	2 <u>8 семестр</u>

№№ п. п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские	Кол-во часов	Межпредм етные связи	Инновацион ные методы в обучении	Основная и дополнительная литература (с указанием номеров глав и параграфов),	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Кол-во часов	Формы контроля самостояте льной работы студентов
-------------	-------------------	---	-----------------	----------------------------	--	--	--	-----------------	---

Форма(ы) контроля:  
экзамен 8 семестр

**Лекционный и практический курс  
8 семестр**

**Лекционный курс**



		занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)				рекомендуемая студентам			(коллоквиу мы, контрольн ые работы, компьютер ные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>Модуль 1</b>								
	<b><u>I Физические основы описания магнитных неоднородностей.</u></b>								
1.	Введение. Магнитные неоднородности типа доменной структуры. Краткая история. Актуальность курса “Микромагнетизм”. Физические и прикладные основы. Перспектива применения технических устройств, основанных на использовании магнитных неоднородностей (доменов, доменных границ, нелинейных волн и т.д.).	ЛК	2			1. Введ.; 5. Введ.; 7. Введ; 21. Введ.;			
2.	Основные виды энергии ферромагнетика (феноменологический подход), эффективное магнитное поле в ферромагнетике. Структура доменной границы в одноосном ферромагнетике. Границы Блоха и Нееля. Поверхностная энергия доменных границ. Определение толщины доменной стенки по Лилли и Ландау-Лифшицу.	ЛК	2	Электродинамика. Механика сплошных сред. Квантовая теория магнетизма.		1. гл. 2 § 1-4; 2. гл. I § 1.1, 1.3. 5. гл. 2 § 1-3; 7. гл. 1 § 1.8, гл. 2 § 2.1-2.3; 21. гл. I § 1, 2, 3; гл. II § 1,2;	Повторить тему «Обменное взаимодействие» по разделу «Квантовая теория магнетизма».	1	
3.	Вариационный принцип для расчета характеристик доменной границы. Специальный случай. Метод решения для случая многих переменных.	ЛК	2	Электродинамика, теоретическая механика		1. гл. 3 § 3.1, 3.2, 3.3			

4.	Применения метода фазового портрета при исследовании доменной структуры. Периодическая доменная структура. Модели доменной структуры Широкова и Кацера.	ЛК	2	Диф. уравнения, специальные функции.		<b>1.</b> гл. 2 § 3.4, 4.2; <b>8.</b> гл. 1 § 1.5 гл. 5 § 5.1, 5.2; <b>16.</b> гл. 1.2; <b>17.</b> ЖЭТФ, 1945.	Написание реферата по теме 2,3	2	Проверка рефератов
----	---	----	---	--------------------------------------	--	--	--------------------------------	---	--------------------

№№ п. п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)	Кол-во часов	Межпредметные связи	Инновационные методы в обучении	Основная и дополнительная литература (с указанием номеров глав и параграфов), рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Кол-во часов	Формы контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>Модуль 2</b>								
5.	Учет констант анизотропии более высокого порядка в случае одноосных ферромагнетиков. Доменные границы в кубических ферромагнетиках. Влияние доменных границ на ориентационные фазовые переходы.	ЛК	2			<b>1.</b> § 4.1, 5.1-5.4; <b>7.</b> §2.4; <b>8.</b> § 1.5; <b>16.</b> § 1.2.			
6.	Влияние внешнего магнитного поля, перпендикулярного оси легкого намагничивания на структуру доменной границы.	ЛК	2			<b>1.</b> § 4.2; <b>16.</b> § 1.6			
7.	Влияние магнитострикции на структуру доменных границ и доменов в одноосных и кубических ферромагнетиках.	ЛК	2	Основы механики сплошных сред.		<b>1.</b> гл. 8 § 8.1-8.6, § 9.1			
8.	Теория полосовых доменов. замкнутая и открытая модели. Влияние внешнего магнитного поля, параллельного оси легкого намагничивания на характеристики полосовых доменов. цилиндрический магнитный домен. Однодоменные частицы.	ЛК	2	Электродинамика.		<b>12.</b> гл. 2 § 1-5; <b>13.</b> § 44; <b>18.</b> стр. 128-143.			
9.	Доменные границы в антиферромагнетиках и слабых	ЛК	2			<b>1.</b> гл. 4 § 1.2; <b>10.</b> Предисловие,			

	ферромагнетиках.					гл. 1 Введ., § 1-3, гл. 4 Введ., § 1-3, гл. 5 § 1-6.			
10.	Доменные границы в магнитоодноосных пленах. Горизонтальные блоховские линии. Вертикальные блоховские линии.	ЛК	2			<b>1.</b> гл. 13 § 1-4, гл. 14 § 6; <b>4.</b> гл. 1 § 22; <b>5.</b> гл. 4 § 8; <b>7.</b> § 2.5	Написание реферата по теме 8.	2	Проверка рефератов

№№ п. п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)	Кол-во часов	Межпредметные связи	Инновационные методы в обучении	Основная и дополнительная литература (с указанием номеров глав и параграфов), рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Кол-во часов	Формы контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<b>Модуль 3</b>								
	<b>II Динамика магнитных неоднородностей.</b>								
11.	Механизм движения доменной границы. Эффективная масса доменной стенки. Собственные частоты колебаний доменной границы.	ЛК	2	Теория колебаний.		2. 7.1; 3. 7.1-7.4; 4. 1.1; 5. 1.1-1.6; 5. гл. 5 §11.6; 7. § 3.1-3.5; 8. гл. I.	Написание реферата по теме 5.	1	Проверка рефератов
12.	Стационарное движение доменной границы в слабых магнитных полях. Скорость и подвижность доменной границы при малых скоростях движения. Некоторые экспериментальные данные по исследованию динамики доменных границ.	ЛК	2			7. § 4.1, 4.2, 4.7; 9. §2.13.	Написание реферата по теме 1.	1	Проверка рефератов
13.	Движение доменных границ в сильных магнитных полях. Уравнения, описывающие динамическое поведение 180-градусной доменной границы. Решение Уокера. Предельная скорость стационарного движения доменной границы.	ЛК	4	Диф. Уравнения		2. гл.I § 1.4, 1.5; 4. гл.1 § 3.1, 3.3; 7. гл.5 § 5.1-5.3; гл.6 § 6.1-6.3; 21. гл.II § 3,4.	Написание реферата по теме 6.	1	Проверка рефератов
14.	Метод канонических переменных.	ЛК	2	Теоретическая механика		5. гл. 5 § 10.			

15.	Структура и динамика зародышей перемагничивания. Нелинейные волны в ферромагнетиках. Солитонные решения уравнения Ландау-Лифшица.	ЛК	4		Презентация	2. гл. II § 2.1, 2.2, 2.3, 2.4-2.8.			
16.	Движение доменной границы в слабых ферромагнетиках.	ЛК	2		Презентация	15. УФН 1985, т. 146, вып. 3, с. 417-455.			

**Практические и семинарские занятия**

<b>№№ п. п.</b>	<b>Тема и содержание</b>	<b>Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)</b>	<b>Кол-во часов</b>	<b>Межпредметные связи</b>	<b>Инновационные методы в обучении</b>	<b>Основная и дополнительная литература (с указанием номеров глав и параграфов), рекомендуемая студентам</b>	<b>Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач</b>	<b>Кол-во часов</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1.	Атомный магнетизм.	СМ	2	Квантовая механика		4. гл. I; I0 § 3			
2.	Многообразие видов магнитного упорядочения в твердых телах.	СМ	2	Общая физика. Квантовая механика		II.			
3.	Кристаллические и магнитные структуры.	СМ	2	Общая физика. Термодинамика		Ю. гл. 4; 8. § 1			
4.	Прямой и косвенный обмен в ферромагнетиках-	СМ	2	Квантовая механика		6. § 2.9			
5.	s-d-обменная модель Вонсовского.	СМ	2	Квантовая механика		6. §2.10			
6.	Расчет спиновых волн в двухподрешеточной	СМ		Квантовая механика					
7.	Расчет спиновых волн в рамках феноменологической теории.	ПР	4	Квантовая механика					

**Рейтинг-план дисциплины**Теория магнетизма

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность Физикакурс 4, семестр 8 2018/2019 гг.Количество часов по учебному плану 62, в т.ч. аудиторная работа 57, самостоятельная работа 5.Преподаватель: Гареева З.В., д.ф.-м.н., доц.

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Кафедра теоретической физики

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
1. Работа на практических занятиях	3	5	0	15
2. Посещение занятий			-3(ЛК): -5(ПЗ)	0
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
1. Письменная контрольная работа			0	10
2. Тестирование				5
<b>Модуль 2.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
1. Работа на практических занятиях	3	5	0	15
2. Посещение занятий			-3(ЛК): -5(ПЗ)	0
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Письменная контрольная работа			0	15
2. Тестирование				5
<b>Модуль 3.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Работа на практических занятиях	4	5	0	20
2. Посещение занятий			-3(ЛК): -5(ПЗ)	0
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
1. Письменная контрольная работа			0	10
2. Тестирование				5
<b>Поощрительные баллы</b>				<b>10</b>

Зачет ставится при наборе не менее 60 баллов

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики

Протокол № от « » 201 г.

Зав. кафедрой Вахитов Р.М. / Вахитов /Преподаватель Вахитов / Вахитов Р.М.**Рейтинг-план дисциплины**Теория магнетизма

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность Физикакурс 4, семестр 8 2018/2019 гг.Количество часов по учебному плану 62, в т.ч. аудиторная работа 57, самостоятельная работа 5.Преподаватель: Гареева З.В., д.ф.-м.н., доц.

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Кафедра теоретической физики

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за	Баллы	



	задание	семестр	Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
1. Работа на практических занятиях	3	5	0	15
2. Посещение занятий			-3(ЛК): -5(ПЗ)	0
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
1. Письменная контрольная работа			0	10
2. Тестирование				5
<b>Модуль 2.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
1. Работа на практических занятиях	3	5	0	15
2. Посещение занятий			-3(ЛК): -5(ПЗ)	0
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Письменная контрольная работа			0	15
2. Тестирование				5
<b>Модуль 3.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Работа на практических занятиях	4	5	0	20
2. Посещение занятий			-3(ЛК): -5(ПЗ)	0
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
1. Письменная контрольная работа			0	10
2. Тестирование				5
<b>Поощрительные баллы</b>				<b>10</b>

Зачет ставится при наборе не менее 60 баллов

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики

Протокол № от « » 201 г.

Зав. кафедрой Вахитов Р.М. / Вахитов /

Преподаватель \_\_\_\_\_ / Гареева З.В..

Приложение №3

### Форма экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Теория магнетизма

Направление 03.03.02 физика

Профиль Физика конденсированного состояния вещества

1. Классификация магнитных материалов. Магнитные свойства диа – и парамагнетиков.
2. Периодическая доменная структура. Применение качественной теории дифуравнений для исследования доменной структуры (метод фазового портрета).

3. Сегнетоэлектрики. Кристаллографические структуры сегнетоэлектриков. Доменная структура сегнетоэлектриков.

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_  
(дата)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Вахитов Р.М.  
(подпись) (Ф.И.О.)