

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено на заседании кафедры  
протокол № 5 от «4» март 2020 г.

Согласовано

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

(Вахитов Р.М.)

Председатель УМК  
факультета \_\_\_\_\_

(Балапанов М.Х.)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина Специальный физический практикум

(наименование дисциплины)

Базовая часть

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

**Программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Физика конденсированного состояния вещества

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Магистр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

к.ф.-м.н., доц. Юмагузин А.Р.

(должность, ученая степень, ученое звание)

Юмагузин А.Р.

/ Юмагузин А.Р.

Для приема: 2020 г.

Составитель / составители: \_\_\_\_\_к.ф.-м.н., доц. Юмагузин А.Р.\_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теоретической физики протокол № 5 от 04.03.2020 г.

Заведующий кафедрой

 / Вахитов Р.М. /

### Список документов и материалов

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

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

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<p>1. Знать</p> <p>а) основные законы физики, основные правила коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния,</p> <p>б) основные компетенции для руководства коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия,</p> <p>в) основные компетенции для адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности</p>	<p>ОПК-1 – готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК- 2 готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия,</p> <p>ОПК- 4 способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности</p>	
	<p>2. Знать</p> <p>а) границы применимости изученных законов и методов физики, знать основные конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p>б) Знать основную последовательность действий по планированию и организации физических исследований, научных семинаров и конференции</p> <p>в) Знать основную последовательность действий составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей</p>	<p>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</p> <p>ПК- 4 - способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции,</p> <p>ПК- 5 - способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей</p>	
Умения	<p>1. Уметь</p> <p>а) применять изученные правила коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения типовых задач по всем разделам курса, сво-</p>	<p>ОПК-1 – готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности</p>	

	<p>бодно используя при этом необходимый математический аппарат</p> <p>б) применять полученные компетенции по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия</p> <p>в) адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности</p>	<p>ОПК- 2 готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия,</p>	
		<p>ОПК- 4 способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности</p>	
	<p>2. Уметь</p> <p>а) 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</p> <p>б) самостоятельно планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции</p> <p>в) самостоятельно составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи</p>	<p>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</p>	
		<p>ПК- 4 - способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции,</p>	
		<p>ПК- 5 - способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей</p>	
<p>Владения (навыки /опыт деятельности)</p>	<p>1. Владеть</p> <p>а) навыками коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния</p> <p>б) компетенциями по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия</p> <p>в) компетенциями по адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности</p>	<p>ОПК-1 – готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности</p>	
		<p>ОПК- 2 готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия,</p>	
		<p>ОПК- 4 способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности</p>	
	<p>2. Владеть</p> <p>а) информацией о конкретных задачах научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры-</p>	<p>ПК- 1 способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной</p>	

	ры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта б) информацией о планировании и организации физических исследований, научных семинаров и конференции в) навыками составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи	аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	
		ПК- 4 - способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции,	
		ПК- 5 - способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Специальный физический спецпрактикум» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 1 и 2 курсе магистратуры в 1, 2 и 3 семестре.

Цели изучения дисциплины: Целью изучения дисциплины является изучение основных законов физики, расширенного математического аппарата теоретической физики, а также реакции различных сред, состоящих из систем свободных и связанных зарядов, спинов на воздействие электрических и магнитных полей, основных экспериментальных и теоретических закономерностей, а также формирование у студентов знаний и умений, позволяющих моделировать физические явления и проводить численные расчеты соответствующих физических величин.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин программы бакалавриата:

Цикл	Дисциплина
Б1.Б.8	Модуль «Физика»
Б1.Б.10	Модуль физика
Б1.В.ОД.5	Линейные и нелинейные уравнения физики

## 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:

ОПК-1 – готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Знать основные правила коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния	Имеет фрагментарные знания об основных правилах коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния	Знает основные правила коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния
Второй этап	Уметь применять изученные правила коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения типовых задач по всем разделам курса, свободно используя при этом необходимый математический аппарат	Умеет фрагментарно применять изученные правила коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения типовых задач по всем разделам курса, свободно используя при этом необходимый математический аппарат	Уверенно применяет изученные правила коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения типовых задач по всем разделам курса, свободно используя при этом необходимый математический аппарат
Третий этап	Владеть навыками коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния	Не владеет навыками коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния	Владеет навыками коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния

ОПК- 2 готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основные компетенции для руководства коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	не знает основные компетенции для руководства коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	знает основные компетенции для руководства коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
Второй этап (уровень)	Уметь применять полученные компетенции по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	не умеет применять полученные компетенции по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	умеет применять полученные компетенции по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
Третий этап (уровень)	Владеть компетенциями по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Не владеет компетенциями по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	владеет компетенциями по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

ОПК- 4 способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основные компетенции для адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	не знает основные компетенции для адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	знает основные компетенции для адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
Второй этап (уровень)	Уметь адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	не умеет адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	умеет адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
Третий этап (уровень)	Владеть компетенциями по адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	Не владеет компетенциями по адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	владеет компетенциями по адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности

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

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основные конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	не знает основные конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	знает основные конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
Второй этап (уровень)	Уметь 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	не умеет 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	умеет 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
Третий этап (уровень)	Владеть информацией о конкретных задачах научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	Не владеет информацией о конкретных задачах научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	владеет информацией о конкретных задачах научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

ПК- 4 - способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основную последовательность действий по планированию и организации физических исследований, научных семинаров и конференции	не знает основную последовательность действий по планированию и организации физических исследований, научных семинаров и конференции	знает основную последовательность действий по планированию и организации физических исследований, научных семинаров и конференции
Второй этап (уровень)	Уметь самостоятельно планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции	не умеет самостоятельно планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции	умеет самостоятельно планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции
Третий этап (уровень)	Владеть информацией о планировании и организации физических исследований, научных семинаров и конференции	Не владеет информацией о планировании и организации физических исследований, научных семинаров и конференции	владеет информацией о планировании и организации физических исследований, научных семинаров и конференции

ПК- 5 - способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основную последовательность действий составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	не знает основную последовательность действий составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	знает основную последовательность действий составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
Второй этап (уровень)	Уметь самостоятельно составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи	не умеет самостоятельно составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи	умеет самостоятельно составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи
Третий этап (уровень)	Владеть навыками составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи	Не владеет навыками составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи	владеет навыками составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины).

Шкалы оценивания:

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	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
1-й этап  Знания	1. Знать а) основные законы физики, основные правила коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния, б) основные компетенции для руководства коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия, в) основные компетенции для адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	ОПК-1	Приём домашних работ.
		ОПК-2	Приём домашних работ.
		ОПК-4	Приём домашних работ.
	2. Знать а) границы применимости изученных законов и методов физики, знать основные конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта б) Знать основную последовательность действий по планированию и организации физических исследований, научных семинаров и конференции в) Знать основную последовательность действий составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	ПК-1	Приём домашних работ.
		ПК-4	Приём домашних работ.
		ПК-5	Контрольная работа
2-й этап  Умения	1. Уметь а) применять изученные правила коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения типовых задач по всем разделам курса, свободно используя при этом необходимый математический аппарат б) применять полученные компетенции по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия в) адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	ОПК-1	Приём домашних работ.
		ОПК-2	Приём домашних работ.
		ОПК-4	Приём домашних работ.
	2. Уметь а) 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 б) самостоятельно планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и	ПК-1	Приём домашних работ.
		ПК-4	Приём домашних работ.
		ПК-5	Контрольная работа

	конференции в) самостоятельно составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи		
3-й этап  Владеть навыками	1. Владеть а) навыками коммуникации в устной и письменной форме на русском и иностранном языках для решения задач физики конденсированного состояния б) компетенциями по руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, профессиональные и культурные различия в) компетенциями по адаптации к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	ОПК-1	Приём домашних работ.
		ОПК-2	Контрольная работа
		ОПК - 4	Приём домашних работ.
	2. Владеть а) информацией о конкретных задачах научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта б) информацией о планировании и организации физических исследований, научных семинаров и конференции в) навыками составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи	ПК-1	Приём домашних работ.
		ПК – 4	Приём домашних работ
		ПК - 5	Приём домашних работ

## Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу

### 1 семестр

1. Модели сред. Материальные уравнения для сред. Уравнения Максвелла для сплошных сред.
2. Электростатика. Условие электростатичности. Уравнения и граничные условия для электростатики проводников.
3. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор поляризации и его физический смысл. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость.
4. Уравнения и граничные условия электростатики диэлектриков.
5. Необходимое условие существования пьезоэлектрических свойств у образца вещества. Какие вещества могут проявлять пьезоэлектрические свойства.
6. В чем состоят свойства пьезоэлектриков. Как определяется диэлектрическая проницаемость пьезоэлектриков.
7. Какова кристаллическая структура пьезоэлектриков.
8. Термодинамические свойства пьезоэлектриков.
9. Поведение пьезоэлектриков при механическом воздействии.
10. Сегнетоэлектрики. Структура сегнетоэлектриков в отличие от пьезоэлектриков.
11. Электрические неоднородности в сегнетоэлектриках. Строение кристалла сегнетоэлектриков.
12. Термодинамические свойства сегнетоэлектриков. Фазовый переход второго рода в сегнетоэлектриках.
13. Поведение сегнетоэлектриков при механическом воздействии.

### 2 семестр

1. Связь между классами сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков.
2. Метамагнетики. Общая характеристика ферро-, антиферро- и ферримагнетиков.
3. Определение магнитной проницаемости и магнитной восприимчивости для ферромагнетиков и ферримагнетиков.
4. Зависимость индукции магнитного поля от напряженности для ферромагнетиков. Гистерезис. Остаточная намагниченность и коэрцитивная сила.
5. Термодинамические свойства ферромагнетиков. Температура Кюри.
6. Кристаллическая структура ферромагнетиков. Магнитные классы. Намагниченность насыщения.
7. Магнитные неоднородности в ферромагнетике. Фазовые переходы.
8. Зависимость индукции магнитного поля от напряженности для антиферромагнетиков. Антиферромагнитные кристаллы.
9. Термодинамические свойства антиферромагнетиков. Температура Нееля.
10. Зависимость индукции магнитного поля от напряженности для ферримагнетиков. Кристаллическая структура ферримагнетиков.
11. Термодинамические свойства ферримагнетиков. Температура Морина.
12. Учет нелинейных слагаемых в среднем токе. Зависимость диэлектрической проницаемости от поля.
13. Связь нелинейности с частотой изменения электромагнитного поля. Дисперсия диэлектрической проницаемости.
14. Удвоение частот при прохождении электромагнитной волны через границу раздела сред.
15. Двойное лучепреломление в кристаллах. Появление кратных частот.
16. Явление самофокусировки в кристаллах с диэлектрической проницаемостью, зависящей от поля.
17. Условие каналирования. Распределение плотности потока энергии электромагнитного поля по сечению пучка.
18. Границы применимости классического рассмотрения в нелинейной оптике. Оптические квантовые генераторы.
19. Скин-эффект. Комплексная диэлектрическая проницаемость

### 3 семестр

1. Уравнение движения для полевых операторов в гейзенберговском представлении.
2. Двухвременные температурные, опережающие и запаздывающие функции Грина. Уравнения движения.
3. Энергетическое представление для функции Грина и уравнения движения для них.
4. Спектральные представления для корреляционных функций.
5. Спектральная интенсивность через функции Грина.
6. Функции Грина и физические характеристики систем.

7. Вывод распределения Бозе-Эйнштейна в методе функции Грина.
8. Вывод распределения Ферми-Дирака в методе функции Грина.
9. Идеальный Бозе-газ. Бозе-Эйнштейновская конденсация.
10. Энтропия идеального Бозе – газа.
11. Идеальный Ферми – газ при нулевой температуре.
12. Импульс и энергия Ферми.
13. Основные положения теории сверхтекучести Ландау. Качественное объяснения явления сверхтекучести по Боголюбову.
14. Неидеальный Бозе-газ. Основные положения теории Боголюбову.

**Типовые задачи, предлагаемы на семинарских занятиях и контрольных  
по курсу «Специальный физический практикум»  
для зачета за 2018-2019 уч. год**

1. В анизотропной диэлектрической среде в самом общем случае найти линейную связь между индукцией и напряженностью электрического поля
2. Найти длину затухания волны в одноосном кристалле с комплексными  $\epsilon_{||}$ ,  $\epsilon_{\perp}$  при условии малости коэффицента затухания.
3. Вывести свойства тензоров диэлектрической проницаемости и проводимости
4. Вывести свойства тензоров магнитной проницаемости

Критерии оценки (в баллах) за одну домашнюю работу

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	<i>5 баллов</i>
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков	<i>3 балла</i>
Нет правильного ответа	<i>0 баллов</i>

Критерии оценки одной задачи из двух контрольной работы №1 или №2 (в баллах):

- **10** баллов выставляется студенту, если задача решена абсолютно правильно, без недочетов и ошибок;
  - **8** баллов выставляется студенту, если задача решена правильно, но в ней есть один недочет или незначительная ошибка (в математических преобразованиях);
  - **6** баллов выставляется студенту, если есть попытка решить задачу, присутствуют все необходимые законы (формулы), но имеется грубая ошибка в законе, или решение задачи не доведено до конца;
  - **4** балла выставляется студенту, если присутствуют все необходимые законы (формулы), чтобы решить задачу, но само решение на начато, или имеются две грубые ошибки в законах;
  - **2** балла выставляется студенту, если записан правильно хотя бы один необходимый закон для решения задачи;
  - **0** баллов выставляется студенту, если отсутствует решение задачи;
- Набранные баллы по двум задачам контрольной работы затем суммируются.

**Контрольная работа:**

В конце каждого семестра проводится одна контрольная работа, охватывающая весь пройденный материал. Контрольная работа включает 3 задачи различной степени сложности.

**Структура контрольной работы №1**

Контрольная работа №1 по Специальному физическому практикуму состоит из 5 вариантов по 3 задачи в каждом из них. Студент выполняет любой один вариант из 5 по указанию преподавателя. На выполнение варианта отводится 1 час времени.

### Пример варианта №1 контрольной работы №1

#### Пример контрольной работы:

1. Предполагая, что ядро  $Fe^{57}$  как целое находится в основном состоянии изотропной 3-мерной гармонической ямы ( $\hbar\Omega_x = \hbar\Omega_y = \hbar\Omega_z = 10^{-15}$  эрг.), оценить величину температурного сдвига при резонансном поглощении гамма квантов ядрами  $Fe^{57}$ .
2. Найти корреляционную функцию спинов в соседних узлах простой кубической решетки ферромагнетика.
3. Предполагая, что ядро  $Fe^{57}$  как целое находится в основном состоянии одномерной гармонической ямы ( $\hbar\Omega_0 = 2 \cdot 10^{-15}$  эрг) оценить величину температурного сдвига при резонансном поглощении гамма квантов ядрами  $Fe^{57}$ .

### Пример варианта №1 контрольной работы №2

1. Найти зависимость магнитной восприимчивости от температуры для Изинговского ферромагнетика с полуцелым спином
2. Найти зависимость магнитной восприимчивости от температуры для Гейзенберговского ферромагнетика с полуцелым спином
3. Найти зависимость намагниченности от температуры для Гейзенберговского антиферромагнетика с полуцелым спином

**Поощрительные баллы** выставляются за дополнительные выходы к доске на практических занятиях

#### Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

## Домашние работы Структура домашней работы №1

Домашняя работа №1 по «Специальному физическому практикуму» состоит из 5 вариантов по 2 задачи в каждом из них. Студент выполняет любой один вариант из 5 по указанию преподавателя. На выполнение варианта отводится 1 час времени.

### Вариант №1 домашней работы №1

#### Вариант 1

1. Определить коммутационные соотношения компонент операторов спина.
2. Определить статистическую сумму одномерной цепочки изинговских спинов

### Структура домашней работы №2

Домашняя работа №2 по «Специальному физическому практикуму» состоит из 5 вариантов по 2 задачи в каждом из них. Студент выполняет любой один вариант из 5 по указанию преподавателя. На выполнение варианта отводится 1 час времени.

### Примеры варианта №1 домашней работы №2

#### Вариант 1

1. Определить теплоемкость Гейзенберговского ферромагнетика с помощью теории среднего поля.
2. Определить намагниченность Гейзенберговского ферромагнетика с помощью теории среднего поля

**Поощрительные баллы** выставляются за дополнительные выходы к доске на практических занятиях

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):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают

заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### а) основная литература:

1. А.У. Абдуллин, И.Р. Кызыргулов, И.Ф. Шарафуллин, М.Х. Харрасов. Введение в физику конденсированного состояния: учебное пособие. Изд. 2-е – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015, 122 с. [В библ. БашГУ имеется 79 экз.]
2. Брандт, Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 632 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2673>.
3. Топтыгин И.Н. Современная электродинамика / И. Н. Топтыгин. - Ижевск: Регулярная и хаотич. динамика. Ч.2: Теория электромагнитных явлений в веществе: учеб. пособие. - 2005. - 848 с. [В библ. БашГУ имеется 85 экз.]
4. Батыгин, В. В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин. - Москва : Лань, 2010. - 480 с. –Режим доступа: ЭБС «Издательство Лань». – Неогранич. Доступ. ISBN 978-5-8114-0921-1 (45)
5. С.А. Ниязгулов. Электродинамика вакуума: конспект лекций. Ч. 1.— Уфа: РИО БашГУ, 2006.— 80 с. <https://e.lanbook.com/book/200>

#### б) дополнительная литература:

6. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.6 Гидродинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2001. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2232>

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС издательства Лань <https://e.lanbook.com/>
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <https://openedu.ru/>
4. Мир математических уравнений <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/pde.htm>

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения

<i><b>1</b></i>	<i><b>2</b></i>	<i><b>3</b></i>
<i>Аудитория(219а)</i>	<i>лабораторные занятия</i>	<i>Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска</i>

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Специальный физический спецпрактикум на 1-2 курсе магистратуры семестр 1, 2 и 3  
 (наименование дисциплины)

очная  
 форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	38,6
Лекций	
практических/ семинарских	
Лабораторных	38
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,6
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	114,4
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма(ы) контроля:

Зачет 1,2 и 3 семестры

## 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Модуль 1: Основные положения</b>			10	21,8			
1.	Конденсированное состояние как ансамбль взаимодействующих частиц. Элементарные частицы в квантовой механике. Структурные единицы вещества			3	7	[2]: гл. 1 [2]: § 1.1–2.10	[2]: § 1.2- 2.10	Приём домашних работ. Контрольная работа
2.	Роль структурных единиц в формировании свойств конденсированных сред. Ядра. Электронная оболочка атомов. Статистика ансамблей структурных единиц. Силы взаимодействия			4	7,8	[2]: гл. 1	[2]: § 14, 15	Приём домашних работ. Контрольная работа
3.	Структура электронных оболочек атомов. Законы радиоактивности. Ядерные превращения. Деление ядер			3	7	[3]: гл. 3-4	[4]: § 24-30	Приём домашних работ.
	<b>Модуль 2: Спин и электромагнитные моменты ядер</b>			10	30			
4.	Спин и электромагнитные моменты ядер. Ядерная спектроскопия. Эффект Мессбауэра. Спин-спиновое взаимодействие.			3	10	[5]: гл. 3	[5]: § 32, 34	Приём домашних работ. Контрольная работа

	Некоторые применения эффекта Мессбауэра.							
5.	Испускание гамма-квантов свободными ядрами. Испускание гамма-квантов связанными ядрами. Взаимодействие ядерных излучений с веществом. Каскадные ливни. Основы теории рассеяния нейтронов. Электродинамика ядерных частиц в кристаллах. Уравнения макроскопической электродинамики.			3	10	[5]: § гл. 4-6	[3]: § 51	Приём домашних работ. Контрольная работа
6.	Излучение Вавилова-Черенкова. Структурное излучение Вавилова-Черенкова. Ядерный магнитный резонанс. Магнитные спиновые уровни. ЯМР спектроскопия. Применение ядерного магнитного резонанса.			4	10	[3]: гл. 2-4	[3]: § 12-15	Приём домашних работ. Контрольная работа
	<b>Всего часов:</b>	0	0	20	51,8			

## 2 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2					7	8	9
	<b>Модуль 1: Электрические среды</b>	0	0	5	17,8			
1.	Модели сред. Материальные уравнения для сред. Уравнения Максвелла для сплошных сред. Электростатика. Условие электростатичности. Уравнения и граничные условия для электростатики проводников.			2	6	[1]: гл. 3 [2]: § 1–7	[3]: § 1- 16	Приём домашних работ. Контрольная работа
2.	Электрическое поле в диэлектриках. Термодинамические свойства пирозлектриков. Поведение пирозлектриков при механическом воздействии. Сегнетоэлектрики. Структура сегнетоэлектриков в отличие от пирозлектриков.			2	6	[1]: гл. 4	[2]: § 18, 19	Приём домашних работ. Контрольная работа
3.	Термодинамические свойства сегнетоэлектриков. Фазовый переход второго рода в сегнетоэлектриках. Поведение сегнетоэлектриков при механическом воздействии			1	5,8	[2]: гл. 1-4	[1]: § 24-30	Приём домашних работ.

	<b>Модуль 2: Магнитные и другие среды</b>	0	0	5	17			
4.	Метамагнетики. Общая характеристика ферро-, антиферро- и ферримагнетиков.			2	5	[1]: гл. 5 [3]: гл. 2	[4]: § 23, 24	Приём домашних работ. Контрольная работа
5.	Зависимость индукции магнитного поля от напряженности для ферромагнетиков. Гистерезис. Остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Термодинамические свойства ферромагнетиков.			2	6	[1]: § гл. 4-6	[3]: § 51	Приём домашних работ. Контрольная работа
6.	Дисперсия диэлектрической проницаемости. Удвоение частот при прохождении электромагнитной волны через границу раздела сред. Границы применимости классического рассмотрения в нелинейной оптике. Оптические квантовые генераторы.			1	5	[2]: гл. 19-21	[5]: § 61	Приём домашних работ. Контрольная работа
	<b>Всего часов:</b>	0	0	10	34,8			

### 3 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Модуль 1: Основные положения</b>			4	13,8			
1.	Уравнение движения для полевых операторов в гейзенберговском представлении. Двухвременные температурные, опережающие и запаздывающие функции Грина. Уравнения движения.			2	7,8	[2]: л. 29	[2]: л. 29	Приём домашних работ. Контрольная работа
2.	Спектральные представления для корреляционных функций. Спектральная интенсивность через функции Грина. Функции Грина и физические характеристики систем. Вывод распределения Бозе-Эйнштейна в методе функции Грина.			2	6	[1]: § 1–10	[1]: § 1–10	Приём домашних работ. Контрольная работа
	<b>Модуль 2: Квантовые распределения</b>			4	14			
4.	Вывод распределения Ферми-Дирака в методе функции Грина. Идеальный Бозе-газ. Бозе-Эйнштейновская конденсация. Энтропия идеального Бозе – газа.			2	7	[1]: гл. 18	[4]: § 52, 54	Приём домашних работ. Контрольная работа

5.	Идеальный Ферми – газ при нулевой температуре. Импульс и энергия Ферми. Основные положения теории сверхтекучести Ландау. Качественное объяснение явления сверхтекучести по Боголюбову. Неидеальный Бозе-газ. Основные положения теории Боголюбову.			2	7	[1]: § гл. 14-16	[3]: § 1-6	Приём домашних работ. Контрольная работа
<b>Всего часов:</b>		0	0	8	27,8			

