

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
теоретической физики
протокол №4 от «12» января 2022 г.
Зав. кафедрой Ванис / Вахитов Р.М.

Согласовано:
Председатель УМК физико - технического
института
Аб / (Балапанов М.Х.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б1.В.01 обязательная

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)
03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки

Цифровые технологии в физике функциональных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения
Очная

Разработчик (составитель)
профессор, д.ф.-м.н., профессор

Ванис / Вахитов Р.М.

Для приема: 2022г.
Уфа 2022г.

Составитель / составители: д.ф.-м.н., профессор Вахитов Р.М

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики
протокол от «12» января 2022 г. №5

Заведующий кафедрой  Вахитов Р.М.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и 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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
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, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

При изучении дисциплины «Избранные главы по специальности ФКС. Фазовые переходы и критические явления» должен формироваться следующие компетенции.

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
Системное и критическое мышление	ПК-3. Способностью применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способностью самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива	ИД-1ПК-3. Знает пути решения исследовательских и проектных работ и внедряет их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива;	Знать основные понятия, представления модели уровни описания, а также классификацию фазовых переходов
		ИД-2ПК-3. Умеет применять на практике навыки в организации исследовательских и проектных работ, самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива;	Находить диаграмму устойчивых состояний различных фаз и выявлять характер критических точек и линии фазовых переходов
		ИД-3ПК-3. Владеет способностью применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способностью самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива.	Владеть навыками и приемами анализа термодинамического состояния некоторых простейших систем.
	ПК-1. Способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств	ИД-1ПК-1. Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Знать основные физические процессы, протекающие в физических системах при фазовых переходах и критических явлениях

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы по специальности ФКС. Фазовые переходы и критические явления» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 1 г.о. в 2 семестре.

Основной целью дисциплины «Избранные главы по специальности ФКС. Фазовые переходы и критические явления» является ознакомление с физическими процессами, имеющими место при фазовых переходах прерывного и непрерывного типа, с основными этапами теоретических и экспериментальных исследований, с основными концепциями, понятиями и явлениями в этой области. Физика фазовых переходов относится и меж-

дисциплинарным наукам. Её понятия, представления, а главное математический аппарат являются универсальными и могут использоваться в любой другой области физики.

Задачами дисциплины является изучение основных понятий, образов, представлений, применяемых при изучении курса, освоение математического аппарата и методов анализа конкретных термодинамических систем, приобретение определенных навыков и опыта использования термодинамических положений для решения конкретных задач.

Для освоения данной дисциплины студенту необходимо предварительно освоить следующее дисциплины: термодинамика и статическая физика, дифференциальные уравнения, асимптотические методы, теория групп.

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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции:

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
	«Не зачтено»	«Зачтено»
<p>ИД-1ПК-1. Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств; ИД-2ПК-1. Умеет самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств; ИД-3ПК-1. Владеет способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств.</p>	<p>Не имеет фрагментарные знания основных понятий, представления модели уровни описания, а также классификацию фазовых переходов. Не знает математический аппарат, необходимый описания и анализа физики и фазовых переходов</p>	<p>Знает основные понятия, представления модели уровни описания, а также классификацию фазовых переходов. Знает математический аппарат, необходимый описания и анализа физики и фазовых переходов</p>
	<p>Не умеет пользоваться при анализе термодинамических систем методом термодинамических потенциалов. Также не умеет находить диаграмму устойчивых состояний различных фаз и выявлять характер критических точек и линии фазовых переходов Не умеет исследовать простейшие термодинамические системы и находить критические индексы характерных параметров (теплоёмкость, восприимчивость)</p>	<p>Умеет пользоваться при анализе термодинамических систем методом термодинамических потенциалов. Также умеет находить диаграмму устойчивых состояний различных фаз и выявлять характер критических точек и линии фазовых переходов Умеет исследовать простейшие термодинамические системы и находить критические индексы характерных параметров (теплоёмкость, восприимчивость)</p>
	<p>Не владеет методикой построения диаграммы устойчивых состояний магнитных фаз для некоторых простейших термодинамических систем (газ, Ван-дер-Ваальса, изотропный магнетик и т. д.) Не владеет навыками и приемами анализа термодинамического состояния некоторых простейших систем</p>	<p>Владеет методикой построения диаграммы устойчивых состояний магнитных фаз для некоторых простейших термодинамических систем (газ, Ван-дер-Ваальса, изотропный магнетик и т. д.) Владеет навыками и приемами анализа термодинамического состояния некоторых простейших систем</p>
	ИД-1ПК-3.	Не имеет фрагментарные знания

<p>Знает пути решения исследовательских и проектных работ и внедряет их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива; ИД-2ПК-3.</p> <p>Умеет применять на практике навыки в организации исследовательских и проектных работ, самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива; ИД-3ПК-3.</p> <p>Владеет способностью применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способностью самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива.</p>	<p>основных понятий, представления модели уровня описания, а также классификацию фазовых переходов. Не знает математический аппарат, необходимый описания и анализа физики и фазовых переходов</p>	<p>ставления модели уровня описания, а также классификацию фазовых переходов. Знает математический аппарат, необходимый описания и анализа физики и фазовых переходов</p>
	<p>Не умеет пользоваться при анализе термодинамических систем методом термодинамических потенциалов. Также не умеет находить диаграмму устойчивых состояний различных фаз и выявлять характер критических точек и линии фазовых переходов</p> <p>Не умеет исследовать простейшие термодинамические системы и находить критические индексы характерных параметров (теплоёмкость, восприимчивость)</p>	<p>Умеет пользоваться при анализе термодинамических систем методом термодинамических потенциалов. Также умеет находить диаграмму устойчивых состояний различных фаз и выявлять характер критических точек и линии фазовых переходов</p> <p>Умеет исследовать простейшие термодинамические системы и находить критические индексы характерных параметров (теплоёмкость, восприимчивость)</p>
	<p>Не владеет методикой построения диаграммы устойчивых состояний магнитных фаз для некоторых простейших термодинамических систем (газ, Ван-дер-Ваальса, изотропный магнетик и т. д.) Не владеет навыками и приемами анализа термодинамического состояния некоторых простейших систем</p>	<p>Владеет методикой построения диаграммы устойчивых состояний магнитных фаз для некоторых простейших термодинамических систем (газ, Ван-дер-Ваальса, изотропный магнетик и т. д.) Владеет навыками и приемами анализа термодинамического состояния некоторых простейших систем</p>

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Контролируемые действия по проверке знаний, умений и владений (Оценочные средства)
ИД-1ПК-1. Знает математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Знать основные понятия, представления модели уровня описания, а также классификацию фазовых переходов	Домашняя работа, решение задач, реферат
ИД-2ПК-1. Умеет самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств;	Находить диаграмму устойчивых состояний различных фаз и выявлять характер критических точек и линии фазовых переходов	Домашняя работа, решение задач, реферат
ИД-3ПК-1. Владеет способностью самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количе-	Владеть методикой построения диаграммы устойчивых состояний магнитных фаз для некоторых простейших термодинамических систем (газ, Ван-дер-Ваальса, изотропный магнетик и т. д.)	Домашняя работа, решение задач, реферат

ственного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств.		
ИД-1ПК-3. Знает пути решения исследовательских и проектных работ и внедряет их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива;	Знать математический аппарат, необходимый описания и анализа физики и фазовых переходов	Домашняя работа, решение задач, реферат
ИД-2ПК-3. Умеет применять на практике навыки в организации исследовательских и проектных работ, самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива;	Исследовать простейшие термодинамические системы и находить критические индексы характерных параметров (теплоёмкость, восприимчивость)	Домашняя работа, решение задач, реферат
ИД-3ПК-3. Владеет способностью применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способностью самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива.	Владеть навыками и приемами анализа термодинамического состояния некоторых простейших систем.	Домашняя работа, решение задач, реферат

Вопросы к итоговому контролю по теоретическому материалу по дисциплине «Избранные главы физики функциональных материалов»

Вопросы к зачету:

1. Основные понятия физики фазовых переходов. Классификация фазовых переходов.
2. Метод термодинамических потенциалов. Системы с переменным числом частиц, магнитные системы.
3. Условия термодинамического равновесия в системе. Равновесие фаз.
4. Фазовые переходы I рода. Метастабильные состояния. Уравнения Клайперона.
5. Непрерывные фазовые переходы. Уравнения Эренфеста. Фазовые переходы \square -типа.
6. Термодинамическая устойчивость фаз. Термодинамические неравенства.
7. Особенности поведения термодинамической системы вблизи критической точки на примере системы «пар-жидкость».
8. Критические индексы. Соотношения между критическими индексами.
9. Теория Ландау фазовых переходов II рода и недостатки теории. Критические индексы для ферромагнетика. Критика теории Ландау.
10. Гипотеза подобия (скейлинг). Обобщение теории Ландау. Однородные функции.
11. Корреляционная функция. Связь парной корреляционной функции с термодинамическими величинами.
12. Гипотеза универсальности. Метод масштабных преобразований Кадонова. Модель Изинга.
13. Особенности двухчастотной корреляционной функции при масштабном преобразовании.
14. Непрерывные преобразования и уравнения ренормализационной группы.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. Статическая физика ч.1. М. Наука, 1995.- 606 с. (в наличие 7 экз.)
2. Стенли Г. Фазовые переходы и критические явления. М.: Мир, 1973.- 419 с. (в наличие 2).

Дополнительная литература:

1. Базаров И.П. Молекулярная физика /МГУ-М: Высш. шк.,1991.-376 с. (в наличие 15)
2. Квасников И.А. Молекулярная физика/МГУ- М.: Едиториал УРСС, 1998. - 232 с. (в нал. 315)
3. Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика. Т.1. М.: Мир, 1978.- 405 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 224	Лекции	Доска, мел.
учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитории № 224 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Современные проблемы физики функциональных материалов» 1 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	32,7
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	39,3
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма (ы) контроля:

Зачет 2 семестр

2 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабора- торные работы, самостоя- тельная работа и трудоем- кость (в часах)				Основная и дополни- тельная литература, рекомендуемая сту- дентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего кон- троля успеваемости (коллоквиумы, кон- трольные работы, ком- пьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Фазы, фазовые переходы и их классификация. Термодинамические потенциалы. Системы с переменным числом части, магнетики. Условия термодинамического равновесия в системе.	4			6	[1]: Глава 2, § 9-16,24 [3]: глава 1, § 1-5; глава 5, § 24; глава 6, § 27;	[4]: § 13 п.5	Приём домашних работ. Проверка реферата
2.	Равновесия фаз. Фазовые переходы I рода. Метастабильные состояния. Уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Непрерывные фазовые переходы. Уравнения Эренфеста. Параметр порядка. Фазовые переходы \square -типа	3			5	[1]: Глава 8; § 8,182 [3]: глава 9, § 52,53; глава 12, § 59,60; [4]: § 13 п.5;	[1]: гл. 8, § 82 зад.1, гл. 8, § 83 зад.1,2	Приём домашних работ. Проверка реферата
3.	Термодинамическая устойчивость. Термодинамические неравенств. Особенности поведения термодинамической системы вблизи критической точки. Критические индексы. Соотношения между критическими индексами	3			7	[1]: Глава 2, § 21, гла- ва 14, § 148, [2]: глава 1, § 2, глава 3,4 [3]: глава 12, § 63; [4]: § 13 п.6; [4]: глава 10 § 10 п.3;	Получить практические ин- дексы: а) для газа Ван-дер-Ваальса б) для магнетика вблизи точки Кюри в) для молекулярного поля Вейса	Приём домашних работ. Проверка реферата
4.	Теория Ландау фазовых переходов II рода и недостатки теории.	3			5	[1]: Глава 14, § 142- 144, [2]: глава 10	Определить особенности теп- лоемкости c_v вблизи $\square\square$ - пере- хода при $\square \rightarrow 0$, $c_p \sim \square \ln \square$	Приём домашних работ. Проверка реферата
5.	Гипотеза подобия (скейлинг). Обобщение теории Ландау Уидомом. Однородные функции. Приведенные уравнения состояния	3			6,8	[2]: Глава 11, § 1-2, [4]: § 13, п.6 [5]: глава 10, п.10.4	[2]: Глава 11, п.3	Приём домашних работ. Проверка реферата
6.	Корреляционная функция и её свойства	2,2			5	[1]: Глава 7, § 1-9; [2]: глава 7, § 1-3	[2]: Глава 7, п.7.2	Приём домашних работ. Проверка реферата
7.	Гипотеза универсальности. Метод масштабных преобразований Каданова. Модель Изинга.	3			5	[2]: Глава 12, § 1-3; [5]: глава 10, п.5	Рассчитать первые члены низ- котемпературного и высоко- температурного разложения теплоемкости изинговского ферромагнетика в отсутствие	Реферат

							магнитного поля	
8.	Непрерывные преобразования и уравнения ре- нормализационной группы. Представление Ка- данова-Вильсона	3			7	[5]: Глава 10, § 10 п.6- 7;	[5]: Глава 10, п. 10.8	Реферат
	Всего часов:	24,2			47,8			