

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический институт

Актуализировано:
на заседании кафедры общей физики
протокол №8 от «16» июня 2017 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой  / Балапанов М.Х.

 / Балапанов М.Х.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина **ФИЗИКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**
(наименование дисциплины)

Б1.В.1.ДВ.04.01, дисциплина по выбору

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

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 «Физика»,

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Физика конденсированного состояния вещества
(наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Бакалавр

(квалификация)

Разработчик (составитель)

д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.

(должность, ученая степень, ученое звание)



/ Альмухаметов Р.Ф.

(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2016 г.
Уфа 2017 г.

Составитель: д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.

Рабочая программа актуализирована на заседании кафедры общей физики: протокол №8 от «16» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой

 / Балапанов М.Х./

Рабочая программа утверждена с изменениями (актуализирован список литературы, билеты к экзамену) на заседании кафедры общей физики: протокол № 6 от «6» июня 2018 г.

Заведующий кафедрой

 / Балапанов М.Х./

Список документов и материалов

I.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (<i>с ориентацией на карты компетенций</i>)	3
2.	Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3.	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4	Фонд оценочных средств по дисциплине	5
	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	5
	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	8
	4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	9
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	15
	5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
	5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	15
6	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16

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:

ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

ПК-3 готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. основные типы твердых тел, типы связей между атомами, кристаллическая структура, основные типы структурных дефектов, строение металлов и сплавов, их классификация;	ОПК-3, ПК-1	
	2. диаграммы состояний, их типы, методы построений;	ОПК-3, ПК-1	
	3. формирование тепловых, электрических, магнитных и других свойств металлов и сплавов, влияние на них структуры, обработки, внешних и внутренних факторов;	ОПК-3, ПК-1	
	4. основные экспериментальные методы изучения структуры и характеристик металлов и сплавов;	ПК-3;	
Умения	1. читать и понимать научно-техническую литературу по физике металлов и сплавов, по материаловедению в предстоящей области профессиональной деятельности;	ОПК-3, ПК-1	
	2. делать простые расчеты основных характеристик металлов и сплавов;	ОПК-3, ПК-1	
	3. проводить измерения основных характеристик металлов и сплавов;	ПК-3	
	4. объяснить основные свойства металлов и сплавов исходя из их структуры, химического состава, влияния на них обработки и внешних факторов;	ОПК-3, ПК-1	
	5. обоснованно выбрать состав материала и условия его обработки для получения необходимых качеств изделий в профессиональной деятельности;	ОПК-3, ПК-1	
	6. определять направление технического прогресса и высокоэффективных технологий в области новых материалов.	ОПК-3, ПК-1	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;	ПК-3	
	2. навыки проведения измерений и расчетов основных характеристик металлов и сплавов.	ПК-3	
	3. навыки работы с научной и технической литературой.	ОПК-3, ПК-1	

2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Физика металлов и сплавов» входит в раздел «Б.1.В1.ДВ04.01. Дисциплины по выбору» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7_ семестре.

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

Атомная физика; Физика атомного ядра и элементарных частиц; Химия; Квантовая теория; Кристаллография; Физика реальных кристаллов; Физика конденсированного состояния.

Освоение данного раздела необходимо для дальнейшего изучения дисциплины дифракционный структурный анализ, для изучения магистерских курсов и при написании бакалаврской и магистерской ВКР.

Цель дисциплины состоит в формировании комплекса базовых знаний и представлений о строении металлов и сплавов, об их структуре, о связи физических свойств металлов и сплавов с их структурой и химическим составом, о методах обработки с целью получения необходимых свойств. Цель предусматривает подготовку студентов к чтению научной и технической литературы, к проведению научно-исследовательской работы, к чтению лекционных курсов, к работе в заводских лабораториях и ОКБ. Кроме этого целью данного курса является ознакомление студентов с основными методами измерений физических свойств металлов и сплавов и приобретение ими навыков работы в этой области.

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

ОПК-3: способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК-1 способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)	
Первый этап (уровень)	Знать: 1) основные типы твердых тел, типы связей между атомами, кристаллическая структура, основные типы структурных дефектов, строение металлов и сплавов, их классификация; 2) диаграммы состояний, их типы, методы построений; 3) формирование тепловых, электрических,	Имеет частичные знания об 1) основных типах твердых тел, типах связей между атомами, кристаллическая структура, основных типах структурных дефектов, строении металлов и сплавов, их классификации; 2) диаграммах состояний, их типах, методах	В целом знает об 1) основных типах твердых тел, типах связей между атомами, кристаллическая структура, основных типах структурных дефектов, строении металлов и сплавов, их классификации; 2) диаграммах состояний, их	Знает об 1) основных типах твердых тел, типах связей между атомами, кристаллическая структура, основных типах структурных дефектов, строении металлов и сплавов, их классификации; 2) диаграммах состояний, их типах, методах построения;	Знает об 1) основных типах твердых тел, типах связей между атомами, кристаллическая структура, основных типах структурных дефектов, строении металлов и сплавов, их классификации; 2) диаграммах состояний, их	собеседование допуск к лабораторной работе защита лабораторной работы

	магнитных и других свойств металлов и сплавов, влияние на них структуры, обработки, внешних и внутренних факторов;	построения; 3) формировании тепловых, электрических, магнитных и других свойств металлов и сплавов, влияние на них структуры, обработки, внешних и внутренних факторов;	типах, методах построения; 3) формировании тепловых, электрических, магнитных и других свойств металлов и сплавов, влияние на них структуры, обработки, внешних и внутренних факторов, но допускает значительные ошибки.	3) формировании тепловых, электрических, магнитных и других свойств металлов и сплавов, влияние на них структуры, обработки, внешних и внутренних факторов; ; но допускает незначительные ошибки.	типах, методах построения; 3) формировании тепловых, электрических, магнитных и других свойств металлов и сплавов, влияние на них структуры, обработки, внешних и внутренних факторов;	
Второй этап (уровень)	Уметь: 1) читать и понимать научно-техническую литературу по физике металлов и сплавов, по материаловедению в предстоящей области профессиональной деятельности; 2) делать простые расчеты основных характеристик металлов и сплавов; 3) объяснить основные свойства металлов и сплавов исходя из их структуры, химического состава, влияния на них обработки и внешних факторов; 4) обоснованно выбрать состав материала и условия его обработки для получения необходимых качеств изделий в профессиональной деятельности; 5) определять направление технического прогресса и высокоэффективных технологий в области новых материалов.	Не умеет 1) читать и понимать научно-техническую литературу по физике металлов и сплавов, по материаловедению в предстоящей области профессиональной деятельности; 2) делать простые расчеты основных характеристик металлов и сплавов; 3) объяснить основные свойства металлов и сплавов исходя из их структуры, химического состава, влияния на них обработки и внешних факторов; 4) обоснованно выбрать состав материала и условия его обработки для получения необходимых качеств изделий в профессиональной деятельности; 5) определять направление технического прогресса и высокоэффективных технологий в области новых материалов	Умеет частично 1) читать и понимать научно-техническую литературу по физике металлов и сплавов, по материаловедению в предстоящей области профессиональной деятельности; 2) делать простые расчеты основных характеристик металлов и сплавов; 3) объяснить основные свойства металлов и сплавов исходя из их структуры, химического состава, влияния на них обработки и внешних факторов; 4) обоснованно выбрать состав материала и условия его обработки для получения необходимых качеств изделий в профессиональной деятельности; 5) определять направление технического прогресса и высокоэффективных технологий в области новых материалов.	Умеет 1) читать и понимать научно-техническую литературу по физике металлов и сплавов, по материаловедению в предстоящей области профессиональной деятельности; 2) делать простые расчеты основных характеристик металлов и сплавов; 3) объяснить основные свойства металлов и сплавов исходя из их структуры, химического состава, влияния на них обработки и внешних факторов; 4) обоснованно выбрать состав материала и условия его обработки для получения необходимых качеств изделий в профессиональной деятельности; 5) определять направление технического прогресса и высокоэффективных технологий в области новых материалов, но допускает незначительные ошибки	Умеет достоверно 1) читать и понимать научно-техническую литературу по физике металлов и сплавов, по материаловедению в предстоящей области профессиональной деятельности; 2) делать простые расчеты основных характеристик металлов и сплавов; 3) объяснить основные свойства металлов и сплавов исходя из их структуры, химического состава, влияния на них обработки и внешних факторов; 4) обоснованно выбрать состав материала и условия его обработки для получения необходимых качеств изделий в профессиональной деятельности; 5) определять направление технического прогресса и высокоэффективных технологий в области новых материалов.	собеседование допуск к лабораторной работе защита лабораторной работы
Третий этап (уровень)	Владеть: 1) навыки работы с научной и технической	Не владеет навыками 1) работы с научной и	Владеет навыками 1) работы с научной и	Владеет навыками 1) работы с научной и технической	Владеет в полной мере навыками 1) работы с	экзамен

	литературой.	технической литературой.	технической литературой, но допускает значительные ошибки	литературой, но допускает незначительные ошибки	научной и технической литературой.	
--	--------------	--------------------------	---	---	------------------------------------	--

ПК-3 готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)	
Первый этап (уровень)	Знать: основные экспериментальные методы изучения структуры и характеристик металлов и сплавов;	Имеет частичные знания об основных экспериментальных методах изучения структуры и характеристик металлов и сплавов;	В целом знает основные экспериментальные методы изучения структуры и характеристик металлов и сплавов, но допускает значительные ошибки	Знает об основных экспериментальные методы изучения структуры и характеристик металлов и сплавов незначительные погрешности.	Знает в полной мере основные экспериментальные методы изучения структуры и характеристик металлов и сплавов	собеседование допуск к лабораторной работе защита лабораторной работы собеседование
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить измерения основных характеристик металлов и сплавов;	Не умеет проводить измерения основных характеристик металлов и сплавов;	Умеет проводить измерения основных характеристик металлов и сплавов, но допускает значительные погрешности.	Умеет проводить измерения основных характеристик металлов и сплавов, но допускает незначительные погрешности.	Достоверно умеет проводить измерения основных характеристик металлов и сплавов;	собеседование допуск к лабораторной работе защита лабораторной работы
Третий этап (уровень)	Владеть: 1. . навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории 2. навыки проведения измерений и расчетов основных характеристик металлов и сплавов	Не владеет 1. . навыками работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории 2. навыками проведения измерений и расчетов основных характеристик металлов и сплавов	Владеет . 1. . навыками работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории 2. навыками проведения измерений и расчетов основных характеристик металлов и сплавов, но допускает значительные ошибки.	Владеет . 1. . навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории 2. навыки проведения измерений и расчетов основных характеристик металлов и сплавов но допускает незначительные ошибки.	Владеет 1. . навыками работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории 2. навыками проведения измерений и расчетов основных характеристик металлов и сплавов	экзамен

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	1) основные типы твердых тел, типы связей между атомами, кристаллическая структура, основные типы структурных дефектов, строение металлов и сплавов, их классификация; 2) диаграммы состояний, их типы, методы построений; 3) формирование тепловых, электрических, магнитных и других свойств металлов и сплавов, влияние на них структуры, обработки, внешних и внутренних факторов;	ОПК-3, ПК-1	собеседование допуск к лабораторной работе защита лабораторной работы собеседование
	основные экспериментальные методы изучения структуры и характеристик металлов и сплавов;	ПК-3	
2-й этап Умения	1) читать и понимать научно-техническую литературу по физике металлов и сплавов, по материаловедению в предстоящей области профессиональной деятельности; 2) делать простые расчеты основных характеристик металлов и сплавов; 3) объяснить основные свойства металлов и сплавов исходя из их структуры, химического состава, влияния на них обработки и внешних факторов; 4) обоснованно выбрать состав материала и условия его обработки для получения необходимых качеств изделий в профессиональной деятельности; 5) определять направление технического прогресса и высокоэффективных технологий в области новых материалов.	ОПК-3, ПК-1	собеседование допуск к лабораторной работе защита лабораторной работы
	проводить измерения основных характеристик металлов и сплавов;	ПК-3	
3-й этап Владеть навыками	1) навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; 2) навыки проведения измерений и расчетов основных характеристик металлов и сплавов.	ПК-3	Контрольная работа, реферат
	навыки работы с научной и технической литературой	ОПК-3, ПК-1	

Перечень вопросов по защите лабораторных работ и собеседованию.

Металлы в периодической таблице элементов. Строение электронных оболочек металлов. Классификация металлов. Зонная структура металлов

Кристаллическое строение металлов и сплавов. Дефекты кристаллического строения. Экспериментальные методы изучения кристаллической структуры металлов и сплавов.

Строение реальных металлических кристаллов. Поликристаллическая структура. Текстура. Влияние микроструктуры на физические свойства. Металлографические методы изучения микроструктуры металлов и сплавов.

Кристаллизация. Механизм кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Критический размер. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Форма и размер кристаллов. Применение монокристаллов на практике. Методы выращивания монокристаллов

Строение сплавов. Механическая смесь. Твердые растворы замещения и внедрения. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения. Химическое соединение.

Термодинамика металлов и сплавов. Условие равновесия фаз. Химический потенциал. Геометрическая иллюстрация условия равновесия. Правило фаз.

Диаграмма состояния для сплавов с неограниченной растворимостью компонент в твердом и жидком состояниях. Диаграмма состояния для сплавов, образующих механические смеси в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с ограниченной растворимостью компонент в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с превращениями в твердом состоянии. Диаграмма состояния систем с промежуточной фазой. Диаграмма состав-свойство.

Диаграмма состояния тройных систем. Концентрационный треугольник. Изотермическое сечение. Правило отрезков. Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Метод дифференциально-термического анализа. Метод термического анализа. Метод отжига и закалки. Построение диаграмм состояния методом изучения физических свойств. Построение диаграмм состояния методом рентгеновского фазового анализа. Пример построения диаграммы состояния для системы свинец –сурьма термическим методом.

Теплоемкость металлов. Классическая теория теплоемкости Закон Дюлонга и Пти, Квантовая теория теплоемкости твердого тела по Эйнштейну. Теория теплоемкости Дебая. Характеристическая температура.

Вклад в теплоемкость свободных электронов. Методы измерения теплоемкости.

Тепловое расширение металлов и методы его измерений. Теплопроводность металлов. Вклад электронов проводимости металлов в теплопроводность. Методы измерения теплопроводности.

Электропроводность металлов. Классическая теория электропроводности металлов. Трудности классической теории электропроводности. Понятие о квантовой теории электропроводности металлов. Механизмы рассеяния электронов. Влияние дефектов кристаллического строения, наклепа, посторонних примесей на электрическое сопротивление металлов. Зависимость электросопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.

Свойства контактов металлов. Свойства контакта металл-полупроводник и полупроводник-полупроводник. Термоэлектрические свойства металлов: термо-э.д.с., эффект Пельтье, эффект Томсона. Гальваномагнитные и термомагнитные явления.

Магнитные свойства металлов и сплавов. Классификация металлов по магнитным свойствам. Ферромагнетизм в металлах. Доменная структура. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Магнитострикция и магнитоупругий эффект. Методы исследований магнитных свойств металлов

Темы рефератов.

1. Современные методики и оборудование для исследования распределения зерен металлов по размерам с помощью металлографического микроскопа.
2. Современные металлографические методики определения относительного содержания фаз в сплавах.
3. Выращивание монокристаллов металлов и сплавов методом Стокбаргера - Бриджмена.

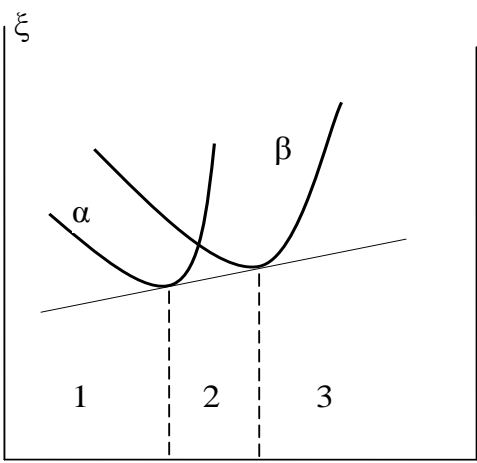
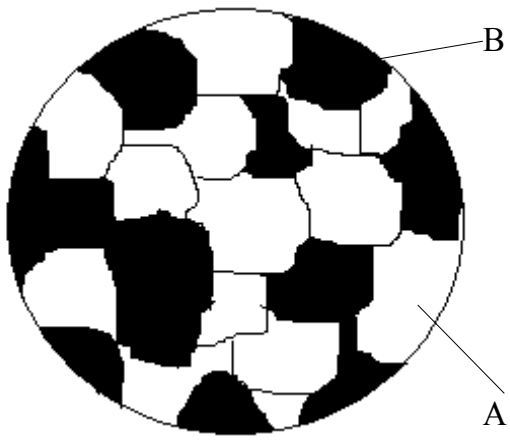
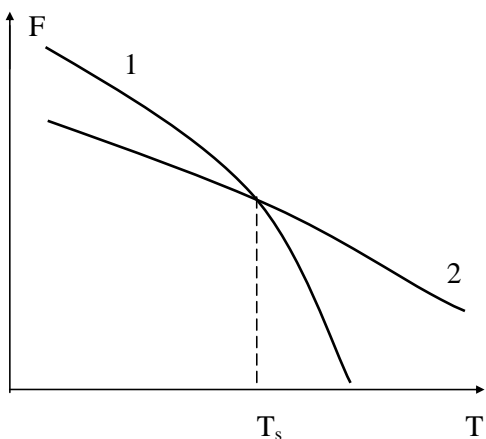
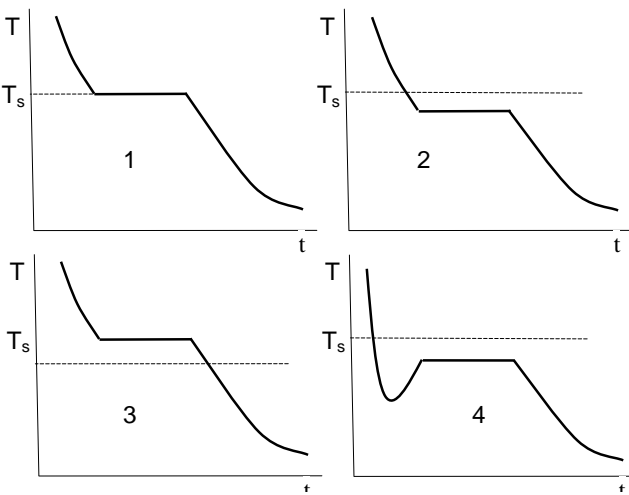
4. Методика выращивания монокристаллов металлов и сплавов методом Чохральского.
5. Получение и применение сплавов с памятью формы.
6. Очистка кристаллов от примесей методом зонной плавки
7. Современные методы исследования химического состава сплавов
8. Контактные явления в металлах и сплавах
9. Аморфные металлы – получение и свойства
10. Методы получения сверхтвердых сплавов
11. Сверхпластичность металлов: физика явления и практическое применение.
12. Высокотемпературная сверхпроводимость сплавов: физика явления и практическое применение
13. Современные методы повышения антикоррозионных свойств сплавов
14. Сплавы для магнитных холодильников
15. Влияние размеров кристаллитов на температуру плавления и теплоемкость металлов

Критерии оценивания рефератов

№ п.п.	Оцениваемый показатель	Балл
1.	Соответствие содержания реферата заданной теме	1
2.	Хорошо раскрыта физическая суть явления (метода)	1
3.	Использованы научные монографии	1
4.	Информативность (формулы, рисунки, фото и т.п.)	1
5.	Использованы статьи из научных журналов	1
6.	Привлечена литература на иностранных языках	1
7.	Более 70 % литературы выпущено в последние 10 лет	1
8.	Сделан анализ приведенной информации	1
9.	Сделано заключение	1
10.	Оформление по нормам ГОСТ для научной документации	1

Оценка реферата получается суммированием по всем десяти показателям в таблице. Максимальная оценка – 10 баллов.

Примеры тестовых заданий

<p style="text-align: center;">Укажите двухфазные области</p>  <p style="text-align: center;">А В</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1 2. 2 3. 3 4. все области двухфазны 5. нет двухфазных областей 	 <p style="text-align: center;">На рисунке приведена микроструктура</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. твердого раствора 2. механической смеси 3. аморфного соединения
<p>На рисунке приведена зависимость свободной энергии F от температуры.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Кривая 1- соотв. жидкости, 2-кристаллу 2. Кривая 1- соотв. кристаллу, 2-жидкости 3. Эти кривые никакого отношения к жидкости и кристаллу не имеет. 	<p>Ниже приведены кривые охлаждения. Какие из них соответствуют экспериментально наблюдаемым кривым?</p> <p>1)1,2 2)1,4 3)2,3 4)3,4 5)2,4</p> 
<p>Атомы в металлах удерживаются в положениях равновесия за счет:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сил взаимодействия ионов. 2. Сил, которые появляются при коллективизации электронов. 3. Сил ядерного происхождения. 4. За счет Ван-дер-Ваальсовых сил 	<p>Поликристалл представляет собой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Образование, состоящее из одного кристалла. 2. Образование из хаотически расположенных атомов. 3. Образование, состоящее из большого количества хаотически ориентированных монокристаллов. 4. Образование, состоящее из большого количества монокристаллов ориентированных в одном определенном направлении.

Критерии оценки при тестировании:

0 баллов выставляется студенту, если студент ответил неправильно на вопрос

1 балл выставляется студенту, если студент ответил правильно на вопрос

Тест состоит из 25 вопросов. Итоговый балл приводится в 10-ти балльную систему

Вопросы для проведения экзамена.

Металлы в периодической таблице элементов. Строение электронных оболочек металлов. Классификация металлов. Зонная структура металлов

Кристаллическое строение металлов и сплавов. Дефекты кристаллического строения. Экспериментальные методы изучения кристаллической структуры металлов и сплавов.

Строение реальных металлических кристаллов. Поликристаллическая структура. Текстура. Влияние микроструктуры на физические свойства. Металлографические методы изучения микроструктуры металлов и сплавов.

Кристаллизация. Механизм кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Критический размер. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Форма и размер кристаллов. Применение монокристаллов на практике. Методы выращивания монокристаллов

Строение сплавов. Механическая смесь. Твердые растворы замещения и внедрения. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения. Химическое соединение.

Термодинамика металлов и сплавов. Условие равновесия фаз. Химический потенциал. Геометрическая иллюстрация условия равновесия. Правило фаз.

Диаграмма состояния для сплавов с неограниченной растворимостью компонент в твердом и жидком состояниях. Диаграмма состояния для сплавов, образующих механические смеси в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с ограниченной растворимостью компонент в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с превращениями в твердом состоянии. Диаграмма состояния систем с промежуточной фазой. Диаграмма состав-свойство.

Диаграмма состояния тройных систем. Концентрационный треугольник. Изотермическое сечение. Правило отрезков. Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Метод дифференциально-термического анализа. Метод термического анализа. Метод отжига и закалки. Построение диаграмм состояния методом изучения физических свойств. Построение диаграмм состояния методом рентгеновского фазового анализа. Пример построения диаграммы состояния для системы свинец –сурьма термическим методом.

Теплоемкость металлов. Классическая теория теплоемкости Закон Дюлонга и Пти, Квантовая теория теплоемкости твердого тела по Эйнштейну. Теория теплоемкости Дебая. Характеристическая температура.

Вклад в теплоемкость свободных электронов. Методы измерения теплоемкости.

Тепловое расширение металлов и методы его измерений. Теплопроводность металлов. Вклад электронов проводимости металлов в теплопроводность. Методы измерения теплопроводности.

Электропроводность металлов. Классическая теория электропроводности металлов. Трудности классической теории электропроводности. Понятие о квантовой теории электропроводности металлов. Механизмы рассеяния электронов. Влияние дефектов кристаллического строения, наклепа, посторонних примесей на электрическое сопротивление металлов. Зависимость электросопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.

Свойства контактов металлов. Свойства контакта металл-полупроводник и полупроводник-полупроводник. Термоэлектрические свойства металлов: термо-э.д.с., эффект Пельтье, эффект Томсона. Гальваномагнитные и термомагнитные явления.

Магнитные свойства металлов и сплавов. Классификация металлов по магнитным свойствам. Ферромагнетизм в металлах. Доменная структура. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Магнитострикция и магнитоупругий эффект. Методы исследований магнитных свойств металлов

Пример экзаменационного билета по дисциплине

«Физика металлов и сплавов»:

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
Физико-технический институт
Кафедра общей физики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Электрические и магнитные измерения.

«Дифракционный структурный анализ»

Направление 03.03.02 «ФИЗИКА»

Профиль «Физика конденсированного состояния вещества»

1. Кристаллическое строение металлов и сплавов. Экспериментальные методы изучения кристаллической структуры.
2. Магнитные свойства металлов и сплавов.

Заведующий кафедрой _____



(подпись)

/ Балапанов М.Х./

(Ф.И.О.)

Критерии оценки для экзамена (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание основных законов, терминологии, экспериментальных фактов, 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 или в описании деталей экспериментов. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие ошибки или недочеты. При выполнении практической части работы могут быть 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 экспериментальных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос, в изложении

физической сути явлений. 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.

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 по собеседованию, допуску к лабораторным работам и к защите отчетов

5 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;

4 балла 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;

3 балла 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;

0 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.

4.3 Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Альмухаметов Р.Ф. Физика металлов и сплавов. Уфа, РИЦ БГУ, 2013. -260 с.
2. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. СПб.: «Лань». 2011 г. 288 с. (5+5 1977 г. экз) https://e.lanbook.com/book/2023#book_name
3. **Киттель, Чарлз.** Элементарная физика твердого тела / Ч. Киттель ; пер. с англ. А. А. Гусева .— М. : Наука, 1965 .— 366 с (8 экз)
4. **Павлов, П. В.** Физика твердого тела : уч. пособие для вузов по спец."Физика" / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов .— М. : Высшая школа, 1985, 2000 г. — 384с. (8 +7экз)
5. Физика твердого тела : лабораторный практикум / под ред. А. Ф. Хохлова .— 2-е изд., испр. — М. : Высшая школа, . Т. 2: Физические свойства твердых тел .— 2001 .— 484 с (30 экз)
6. Матухин, Вадим Леонидович. Физика твердого тела : учеб. пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков .— СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010 .— 224 с. (41 экз). <https://e.lanbook.com/reader/book/262/#4>.
7. Изучение магнитных свойств ферромагнетиков [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению лабораторной работы №15 по электричеству / БашГУ; сост. Р. Ф. Альмухаметов; Л. А. Габдрахманова .— Уфа, 2013 .— 28 с. — Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/corp/AlmuhametovGabrahrmanovaIzuchMagSvoystvFerro mag.pdf>>.
8. Изучение магнитных свойств ферромагнетиков на вибрационном магнитометре. Изучение кривой намагничивания ферромагнетиков баллистическим методом [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ №8 и №9 / Башкирский государственный университет; сост. Р.Ф. Альмухаметов .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2017 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/local/Almuhametov_sost_Lab_8-9_mu_2017.pdf>

Дополнительная литература:

1. И.К. Верещагин , С.М.Кокин и др. «Физика твердого тела», М.: Высшая школа, 2001 г. (23 экз)
2. **Бушманов, Б.Н.** Физика твёрдого тела : учеб. пособие студ. для втузов .— М. : Вышш. шк., 1971 .— 224с. (14 экз)
3. Уэрт, Ч. Физика твердого тела / Ч. Уэрт, Р. Томсон ; под ред. С. В. Тябликова; пер.с англ. А. С. Пахомова; Б. Д. Сумма .— 2-е изд. — М. : Мир, 1969 .— 558 с. (12 экз).
4. **Василевский А. С., А. С.** Физика твердого тела : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по технич. напр. подг. и спец. / А. С. Василевский А. С. — М. : Дрофа, 2010 .— 206 с. (5 экз)
5. **Вейсс, Р.** Физика твердого тела / Р. Вейсс .— М. : Атомиздат, 1968 .— 456 с (4 экз)

Методические указания к выполнению лабораторных работ:

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №1. «Изучение работы металлографического микроскопа. Исследование распределения зерен металлов по размерам».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №2. «Определение относительного содержания фаз сплавов методом количественной металлографии».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №3. «Изучение фазовых превращения в металлах и сплавах дилатометрическим методом».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №4. «Изучение температурной зависимости электрического сопротивления металлов и сплавов».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №5. «Выращивание монокристаллов металлов и сплавов».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №6. «Построение диаграммы фазового равновесия двухкомпонентных сплавов термическим методом».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №7. «Изучение магнитных свойств ферромагнетиков на вибрационном магнитометре».

Альмухаметов Р.Ф. Методические указания к выполнению лабораторной работы №8 «Изучение кривой намагничивания ферромагнетиков баллистическим методом».

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

1. Учебные пособия, физический практикум, демонстрации. Кафедра общей физики физфака МГУ им. М.В. Ломоносова: <http://genphys.phys.msu.ru>
2. Учебно-методические материалы и лабораторные практикумы. Кафедра общей физики Новосибирского государственного университета: <http://phys.nsu.ru/ok01/>
3. Физикам - преподавателям и студентам: <http://teachmen.csu.ru>
4. Учебные материалы по физике - механика, термодинамика, электродинамика, электростатика, оптика, квантовая физика: http://www.omsknet.ru/acad/fr_elect.htm
5. Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>
6. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
7. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>
8. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
9. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

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
Учебная аудитория лекционного типа № 318 (физ.мат. корпус)	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
учебная аудитория 309 для проведения занятий лабораторного типа «Лаборатория физики металлов и сплавов»	Лабораторные занятия	<p>Лабораторная работа №1. «Изучение работы металлографического микроскопа. Исследование распределения зерен металлов по размерам» в составе: Микроскоп металлографический МИМ-7; Комплект исследуемых образцов;</p> <p>Лабораторная работа №2 «Определение относительного содержания фаз сплавов методом количественной металлографии» в составе: Микроскоп металлографический МИМ-7; Комплект исследуемых образцов;</p> <p>Лабораторная работа №3 в составе «Изучение фазовых превращения в металлах и сплавах дилатометрическим методом» в составе: Дилатометр на основе прибора ИВК; Лабораторный автотрансформатор; Источник питания; Вольтметр цифровой В7-21 Набор исследуемых образцов.</p> <p>Лабораторная работа №4 в составе «Изучение температурной зависимости электрического сопротивления металлов и сплавов». Учебный стенд с набором необходимых металлов и сплавов: Мультиметр М8906; Источник питания ВСА-5К; Термопара; Измеритель цифровой Е7-12</p> <p>Лабораторная работа №5 в составе «Выращивание монокристаллов металлов и сплавов» в составе: Стенд для выращивания монокристаллов; Тахометр цифр ТЦ-3М Источник постоянного тока Набор необходимых образцов, ампул; Вольтметр В7-21;</p>

		<p>Источник питания печи.</p> <p>Лабораторная работа №6 в составе «Построение диаграммы фазового равновесия двухкомпонентных сплавов термическим методом» в составе: Электрическая печь; Лабораторный автотрансформатор; Вольтметр В7-21; Термопара хромель-алюмель; Амперметр; Набор необходимых сплавов.</p> <p>Лабораторная работа №7 в составе «Изучение температурной зависимости электрического сопротивления полупроводников» в составе: Стен лабораторный учебный с полупроводниковым образцом; Мультиметр М8906; Источник питания ВСА-5К; Термопара; Измеритель цифровой Е7-12</p> <p>Лабораторная работа №7 в составе «Изучение магнитных свойств ферромагнетиков на вибрационном магнитометре». Вибрационная головка; Электромагнит ЭМ1; Вольтметр В3-7; Универсальный источник питания УИП1; Генератор Ф578 Вольтметр селективный ТТ1301; Миллиамперметр Д566 Прибор 43101;</p> <p>Лабораторная работа №8 в составе «Изучение кривой намагничивания ферромагнетиков баллистическим методом». источник питания MASTECH NY 3005 D-2; Соленоид; Магазин сопротивлений; Набор исследуемых ферромагнетиков; Баллистический гальванометр; Амперметр.</p> <p>Техника: Персональный компьютер в составе Intel (256мб, 80гб) Монитор Flatron L1918 Персональный компьютер Intel Pentium (1gb ОЗУ, 80гб) Монитор Acer AL1716 Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Принтер Kyocera FS -1040 Набор исследуемых образцов</p>
<p><i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</i> аудитории № 322 или № 324 или № 318 (физмат)</p>	<p>Практические занятия</p>	<p>Доска, мел, сборники задач, калькулятор</p>

корпус)		
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.

Приложение № 1

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины **Физика металлов и сплавов** на 7 семестр

(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	91.7
лекций	18
практических/ семинарских	36
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	1.7
СР	53.5
Контроль (подготовка к экзамену/зачету)	34.8

Форма(ы) контроля:

экзамен ___7___ семестр

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

№ 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, компьютерны е тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Модуль 1. Металлы в периодической таблице элементов. Строение электронных оболочек металлов. Классификация металлов. Зонная структура металлов		2		5	[2]: §1.1-1.10	[3] : §4,6,7	Устный опрос
2.	Кристаллическое строение металлов и сплавов. Дефекты кристаллического строения. Экспериментальные методы изучения кристаллической структуры металлов и сплавов		2		5	[2]: §1.11-1.12 [3] : §2,7-10 [5] : §1.2, 1.3, 1.4.1	[3] : §8,9,12	Устный опрос Проверка отчетов
3.	Строение реальных металлических кристаллов. Поликристаллическая структура. Текстура. Влияние микроструктуры на физические свойства. Металлографические методы изучения микроструктуры металлов и сплавов.	2	2	8	5	[2]: §1.13,1.14	Составление отчета по ЛР	Устный опрос Проверка отчетов
4.	Кристаллизация. Механизм кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Критический размер. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Форма и размер кристаллов. Применение монокристаллов на практике. Методы выращивания монокристаллов		4		10	[2]: §1.15--1.18		Устный опрос

5	Строение сплавов. Механическая смесь. Твердые растворы замещения и внедрения. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения. Химическое соединение	2	4		10	[2]: §2.1-2.6		Устный опрос Тестирование
6	Модуль 2 Термодинамика металлов и сплавов. Условие равновесия фаз. Химический потенциал. Геометрическая иллюстрация условия равновесия. Правило фаз.	2	2		10	[2]: §3.1-3.3		Устный опрос
7	Диаграмма состояния для сплавов с неограниченной растворимостью компонент в твердом и жидком состояниях. Диаграмма состояния для сплавов, образующих механические смеси в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с ограниченной растворимостью компонент в твердом состоянии и полностью растворимых в жидком состоянии. Диаграмма состояния для систем с превращениями в твердом состоянии. Диаграмма состояния систем с промежуточной фазой. Диаграмма состав-свойство.	2	4	6	10	[2]: §4.1-4.13	Составление отчета по ЛР	Устный опрос Проверка отчетов

8	<p>Диаграмма состояния тройных систем. Концентрационный треугольник. Изотермическое сечение. Правило отрезков. Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Метод дифференциально-термического анализа. Метод термического анализа. Метод отжига и закалки. Построение диаграмм состояния методом изучения физических свойств. Построение диаграмм состояния методом рентгеновского фазового анализа. Пример построения диаграммы состояния для системы свинец –сурьма термическим методом.</p>	2	4		10	[2]: §4.10,4.11		Устный опрос Тестирование
9	<p>Модуль 3 Теплоемкость металлов. Классическая теория теплоемкости Закон Дюлонга и Пти, Квантовая теория теплоемкости твердого тела по Эйнштейну. Теория теплоемкости Дебая. Характеристическая температура. Вклад в теплоемкость свободных электронов. Методы измерения теплоемкости.</p>		4		5	[1]: §6.1-6.15 [2]: §5.1-5.13	[3]: §30-34	Устный опрос
10	<p>Тепловое расширение металлов и методы его измерений. Теплопроводность металлов. Вклад электронов проводимости металлов в теплопроводность. Методы измерения теплопроводности</p>		2	4	5	[1]: §6.6-6.15 [2]: §5.4-5.8	[3]: §35,36	Устный опрос Проверка отчетов

11	Электропроводность металлов. Классическая теория электропроводности металлов. Трудности классической теории электропроводности. Понятие о квантовой теории электропроводности металлов. Механизмы рассеяния электронов. Влияние дефектов кристаллического строения, наклепа, посторонних примесей на электрическое сопротивление металлов. Зависимость электросопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.	2	2	8	5	[1]: §8.1-8.2 [2]: §6.1-6.3	[3]: §47-55,62	Устный опрос Проверка отчетов
12	Свойства контактов металлов. Свойства контакта металл-полупроводник и полупроводник-полупроводник. Термоэлектрические свойства металлов: термо-э.д.с., эффект Пельтье, эффект Томсона. Гальваномагнитные и термомагнитные явления.	2	2		5	[2]: §6.4-6.12	[3]: §73-77	Устный опрос Проверка отчетов
13	Магнитные свойства металлов и сплавов. Классификация металлов по магнитным свойствам. Ферромагнетизм в металлах. Доменная структура. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Магнитострикция и магнитоупругий эффект. Методы исследований магнитных свойств металлов.	4	2	10	5	[1]: §10.1-10.11 [2]: §7.1-7.15	[3]: §63-71	Устный опрос Проверка отчетов Тестирование
	ИТОГО	18	36	36	88.3			
	ФКР				1.7			
	ВСЕГО с ФКР				180			

Рейтинг-план дисциплины

« Физика металлов и сплавов »

направление 03.03.02 «Физика».

профиль «Физика конденсированного состояния вещества»

курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.	0-5	2	0	10
Рубежный контроль				
Защита отчетов, тестирование	0-10	1	0	10
Всего баллов за модуль			0	20
Модуль 2				
Текущий контроль				
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.	0-5	2	0	10
Рубежный контроль				
Защита отчетов, тестирование	0-10	1	0	10
Всего баллов за модуль			0	20
Модуль 3				
Текущий контроль				
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.	0-5	2	0	10
Отчеты по лабораторным работам	0-5	2	0	10
Рубежный контроль				
Защита реферата	0-10	1	0	10
Всего баллов за модуль				30
Итоговой контроль (экзамен)				30
Всего баллов				100
ИТОГО за семестр по видам контроля:	Текущий контроль - 40 баллов Рубежный контроль - 30 баллов.			