

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.09.2022 12:11:11  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП



Б.Б.Педько

«28» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Основы физического материаловедения**

Направление подготовки

03.03.02 Физика

профиль

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

4 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Ляхова М.Б.

Тверь, 2022

## **I. Аннотация**

### **1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом**

Основы физического материаловедения

### **2. Цель и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является изучение основных вопросов физического материаловедения. Изучаются основные понятия кристаллографии, физики кристаллизации, физики реальных кристаллов. Рассматривается связь между физическими свойствами и структурой металлов и сплавов. Подробно изучаются основные типы диаграмм состояния. Студентами практически осваиваются различные экспериментальные методы исследования структуры металлов и сплавов.

Задачами освоения дисциплины являются формирование и развитие у обучающихся компетенций: способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2); готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3).

### **3. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Основы физического материаловедения» (Б1.В.ДВ.08.01) входит в вариативную часть учебного плана. Изучается на четвертом курсе в 7 семестре. Содержательно дисциплина связана с дисциплинами «Введение в физику конденсированных сред», «Физика конденсированного состояния вещества», «Физика реального кристалла», «Дифракционный структурный анализ». Для успешного освоения дисциплины необходимы знания основных законов общей и теоретической физики. Дисциплина является основой

общего физического практикума, производственной и преддипломной практик.

**4. Объем дисциплины:** 3 зачетных единицы, 108 академических часов, в том числе **контактная работа:** лекции 32 часа, лабораторные работы 48 часов; **самостоятельная работа:** 28 часов.

В учебном плане 2014 г.н. **объем дисциплины:** 4 зачетных единицы, **144** академических часа, в том числе **контактная работа:** лекции 28 часов, лабораторные работы 42 часа, **самостоятельная работа:** 74 часов.

**5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
<b>ПК-1</b> способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	<b>Владеть:</b> теоретическими основами методов исследования физических свойств и структуры материалов. <b>Уметь:</b> применять выводы физического материаловедения на практике. <b>Знать:</b> основные положения и выводы физического материаловедения.
<b>ПК-2</b> способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного	<b>Владеть:</b> основами современных методов исследования физических свойств и структуры материалов. <b>Уметь:</b> применять на практике экспериментальные методики исследования физических свойств и структуры материалов. <b>Знать:</b> основы экспериментальных методов исследования физических свойств и структуры материалов.

опыта	
<p><b>ПК-3</b>  готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований</p>	<p><b>Владеть:</b> экспериментальными методами исследования физических свойств и структуры материалов.  <b>Уметь:</b> применять основы физического материаловедения в физических экспериментах.  <b>Знать:</b> теоретические основы физического материаловедения.</p>

**6. Форма промежуточной аттестации – зачет (7 семестр)**

**7. Язык преподавания – русский**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Лабораторные работы	
<b>Лекции</b>				
<b>Введение.</b> Металловедение и его цели. Критерии металлического состояния вещества. Современная классификация металлов. Методы исследования структуры металлов.	2	2		
<b>Основы кристаллографии.</b> Кристаллическая структура и пространственная решетка. Операции и элементы симметрии кристаллических многогранников. Плоскость симметрии, ось симметрии, центр симметрии. Полярные направления. Инверсионные оси симметрии. Зеркально-поворотные оси симметрии. Кристаллографические категории и сингонии. Решетки Бравэ. Теоремы о сочетании точечных элементов симметрии. Точечные группы симметрии и их классификация. Лауэвские классы симметрии. Энантиоморфные фигуры. Кристаллографические индексы Миллера. Операции и элементы симметрии кристаллических структур. Трансляция. Плоскости скользящего отражения. Винтовые оси симметрии. Пространственные группы симметрии и системы их обозначений. Пространственные группы антисимметрии. Предельные группы симметрии. Основной принцип симметрии в кристаллофизике.	8	4		4
<b>Основы кристаллохимии.</b> Атомные и ионные	2	2		

<p>радиусы. Координационное число и координационный многогранник. Определение стехиометрической формулы вещества. Типы связи в структурах: металлическая, ионная, ковалентная и Ван-дер-Ваальса. Плотнейшие упаковки частиц в структурах. Политипия.</p>				
<p><b>Основы физики реальных кристаллов.</b> Идеальные и реальные кристаллы. Монокристаллы. Поликристаллы. Классификация дефектов реальных кристаллов. Точечные дефекты: вакансии, межузельные атомы, примесные атомы, комплексы точечных дефектов. Равновесная концентрация точечных дефектов в реальном кристалле. Линейные дефекты: дислокации, дисклинации, цепочки точечных дефектов. Характеристики дислокаций: линия и ядро, контур и вектор Бюргерса, энергия упругого поля. Механизмы образования, движения и взаимодействия дислокаций. Поверхностные дефекты: поверхности кристалла, двойниковые границы, дефекты упаковки, межзеренные границы. Малоугловые и большеугловые границы зерен, блочная структура кристалла. Объемные дефекты в реальных кристаллах.</p>	2	2		
<p><b>Процессы кристаллизации металлов.</b> Энергетические условия процесса кристаллизации. Теоретическая и фактическая температуры кристаллизации. Переохлаждение и перенагревание. Кривые охлаждения и нагревания. Механизм процесса кристаллизации. Простейшая схема кристаллизации. Кинетическая кривая кристаллизации. Кривые Таммана. Термодинамика процесса кристаллизации. Критический размер устойчивого зародыша. Реальные процессы кристаллизации металлов. Равновесная и неравновесная форма кристаллов. Типичное строение металлических слитков. Влияние условий охлаждения на структуру</p>	6	4		2

<p>металлических слитков. Методы получения монокристаллов, крупнозернистых поликристаллов, мелкокристаллических, аморфно-кристаллических и аморфных металлов. Уникальность свойств металлов в аморфном состоянии. Явление полиморфизма. Аллотропические формы. Аллотропия железа и олова.</p>				
<p><b>Сплавы. Строение сплавов.</b> Сплавы. Методы получения сплавов. Классификация сплавов. Свойства металлических сплавов. Механические смеси металлов. Типы химических соединений элементов. Закон валентности в соединениях металлов и неметаллов. Области гомогенности металлических соединений. Твердые растворы на основе одного их компонентов сплава. Растворы замещения и внедрения. Влияние легирования на свойства сплавов. Неограниченные и ограниченные твердые растворы замещения. Явление изоморфизма. Твердые растворы на основе химических соединений. Растворы вычитания. Дальтонида и бертоллиды. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения металлов (фазы Юм-Розери). Фазы Лавеса. Фазы внедрения.</p>	6	4		2
<p><b>Механические свойства металлов.</b> Металлы как конструкционные материалы. Упругая и пластическая деформации. Виды кривых деформации. Механические характеристики материалов: жесткость, модуль упругости, предел текучести, предел прочности, пластичность, вязкость. Дислокационная теория пластической деформации металлов. Способы упрочнения металлов. Явление сверхпластичности металлических сплавов. Явление наклепа. Структурные изменения в металлах при пластических деформациях. Возврат и рекристаллизация. Температура рекристаллизации. Горячая и холодная обработка</p>	6	4		2

<p>давлением. Ненаклепываемые металлы. Структурные изменения при первичной рекристаллизации. Механизмы роста зерен при вторичной рекристаллизации: зародышевый, миграционный, слияния зерен. Надежность и долговечность металлов. Механизмы хрупкого и вязкого разрушения. Типы сколов. Фрактография. Влияние температуры на механизм разрушения. Порог хладоломкости, температура полухрупкости, запас вязкости.</p>				
<p><b>Диаграммы состояния.</b> Фаза, компонент, степень свободы системы. Правило фаз Гиббса. Примеры нон-, моно- и бивариантных систем. Правило фаз Гиббса для металлов. Особенности температурных условий кристаллизации одно-, двух и трехкомпонентных металлических сплавов. Методы построения диаграмм состояния. Правило отрезков для диаграмм состояния бинарных сплавов. Диаграмма состояния 1 рода для механических смесей. Эвтектика. Эвтектическая реакция. Диаграмма состояния 2 рода для неограниченных твердых растворов. Равновесное состояние сплава. Диффузия в жидкой и твердой фазе. Диаграммы состояния 3 рода для ограниченных твердых растворов. Диаграмма с эвтектикой. Первичная и вторичная кристаллизация. Диаграмма с перитектикой. Перитектическая реакция. Особенности микроструктуры. Диаграммы состояния 4 рода для сплавов, компоненты которых образуют химические соединения. Устойчивые и неустойчивые химические соединения. Диаграммы с одним и несколькими устойчивыми химическими соединениями и твердыми растворами на их основе. Диаграмма с неустойчивым химическим соединением. Диаграммы состояния для сплавов, испытывающих полиморфные превращения. Эвтектоид и эвтектоидная реакция. Связь между</p>	14	8		6



<p>диаграммой состояния и свойствами бинарных сплавов. Кристаллизация сплавов в неравновесных условиях. Непрерывная кристаллизация жидкого раствора. Структура дендритной ликвации. Гомогенизация. Критические скорости охлаждения. Дисперсионно-твердеющие сплавы. Неравновесная кристаллизация твердого раствора. Когерентные и некогерентные фазы. Изменение структуры сплавов в процессе термических обработок. Диаграммы состояния сплавов с тремя компонентами. Концентрационный треугольник. Правило прямой линии. Вертикальные и горизонтальные разрезы диаграммы состояния. Особенности процессов кристаллизации в трехкомпонентной системе. Двойная и тройная эвтектики. Диаграмма состояния и микроструктура сплава, три компонента которого не растворимы в твердом состоянии и не образуют химических соединений.</p>				
<p><b>Термические обработки металлов и сплавов.</b> Технология металлов и термические обработки. Цель термической обработки. Характеристики режимов термической обработки: скорости нагрева и охлаждения, температура и длительность воздействия. Классификация видов термических обработок металлов и сплавов. Отжиги 1 и 2 рода, закалка, отпуск и старение. Специальные виды термических обработок металлов. Методы определения режимов термических обработок по диаграммам состояния сплавов.</p>	2	2		
<b>Лабораторные работы</b>				
<p><b>Работа №1.</b> Изучение методики приготовления шлифов и выявления их микроструктуры для металлографического анализа.</p>	10		8	2
<p><b>Работа №2.</b> Определение геометрических параметров порошковых материалов методами</p>	10		8	2

стереометрической металлографии.				
<b>Работа №3.</b> Построение кривой распределения по размерам шаровидных частиц карбонильного железа.	10		8	2
<b>Работа №4.</b> Определение параметров однофазной полиэдрической структуры.	10		8	2
<b>Работа №5.</b> Определение удельной поверхности раздела и количественного соотношения фаз в гетерогенных сплавах.	10		8	2
<b>Работа №6.</b> Определение плотности дислокаций и качественная оценка характера их распределения в монокристалле кремния.	10		8	2
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>28</b>

### **III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

- методические рекомендации по выполнению лабораторных работ;
- вопросы и задания для подготовки к модулям рейтингового контроля.

### **IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**Форма проведения промежуточного контроля:** студенты, освоившие программу курса «Основы физического материаловедения» могут получить зачет по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.). Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то зачет сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

**1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1 – способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Начальный владеть	1. Перечислите методы структурных исследований материалов. 2. Назовите основные режимы исследования структуры, применяемые в оптической микроскопии.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный уметь	1. По микрофотографиям микроструктуры опишите тип структуры. 2. Выберите однофазные микроструктуры из предлагаемых фотографий.	Полный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный знать	1. Перечислите задачи физического материаловедения. 2. Опишите классификацию видов структуры материалов.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный владеть	В неизвестном сплаве металлов <i>A</i> и <i>B</i> , присутствуют два типа зерен и два типа кристаллических решеток, соответствующие решеткам <i>A</i> и <i>B</i> . Назовите тип сплава.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный уметь	Нарисуйте равновесную диаграмму состояния сплава металлов <i>A</i> и <i>B</i> , которые неограниченно растворимы в жидком и твердом состояниях.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный знать	Расшифруйте диаграмму состояния бинарной системы. Перечислите химические соединения и укажите по каким реакциям они образуются. Опишите эвтектические реакции. Перечислите полиморфные превращения. Перечислите твердые растворы.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл

**2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2** – способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

<b>Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина</b>	<b>Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков</b>	<b>Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания</b>
Начальный владеть	1. Нарисуйте принципиальную схему металлографического микроскопа. 2. Какой режим используется в оптической микроскопии для исследования магнитной доменной структуры.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный уметь	1. Перечислите методы выявления микроструктуры материалов на поверхности шлифов. 2. Опишите методы полировки шлифов.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный знать	1. Назовите методы выявления магнитной доменной структуры. 2. Перечислите все группы переходных металлов.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный владеть	1. В чем заключается отличие биологического и металлографического микроскопов. 2. Перечислите все линзы оптических микроскопов.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный уметь	1. Опишите все этапы подготовки металлографических шлифов.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ

	2. Перечислите методы травления поверхности.	– 1 балл
Промежуточный знать	1. Что такое степень свободы системы? 2. Сформулируйте правило фаз Гиббса.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл

**3. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-3 – готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Начальный владеть	1. Назовите методы, используемые при построении диаграмм состояния. 2. Опишите процесс кристаллизации чистого металла.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный уметь	1. Какое место занимает железо в классификации металлов. 2. Какие металлы называются цветными.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Начальный знать	1. Назовите критерии металлического состояния вещества. 2. Опишите явление полиморфизма.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный владеть	Опишите тип сплава неизвестного сплава, в котором присутствуют: по данным химического анализа – металлы <i>A</i> и <i>B</i> , оптической микроскопии – два типа зерен, рентгеноструктурного анализа – два типа кристаллических решеток, соответствующие <i>A</i> и <i>B</i> .	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный уметь	Опишите процесс неравновесной кристаллизации сплава металлов <i>A</i> и <i>B</i> , которые неограниченно растворимы в жидком и твердом состояниях.	Правильный ответ – 2 балла Неполный ответ – 1 балл
Промежуточный	Опишите прилагаемую диаграмму	Правильный ответ

<b>знать</b>	состояния системы. Перечислите химические соединения и Укажите по каким реакциям они образуются. Опишите эвтектические реакции. Перечислите полиморфные превращения. Перечислите твердые растворы.	– 2 балла Неполный ответ – 1 балл
--------------	--	--------------------------------------

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

### **а) Основная литература:**

1. Федотов А. К. Физическое материаловедение: учебное пособие: в 3 ч. - Минск: Вышэйшая школа, 2015. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=460748>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Захаров А. Ю. Теоретические основы физического материаловедения. Статистическая термодинамика модельных систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2016. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72580>.

## **VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «ИНФРА-М» <http://www.znaniium.com>
2. ЭБС «Университетская библиотека ОН-ЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>

## VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### Вопросы для подготовки к письменным опросам рейтингового контроля.

#### Модуль №1. Основы кристаллографии

- Какими символами в кристаллографии обозначаются следующие элементы симметрии: поворотные оси симметрии; зеркальные плоскости симметрии; центр симметрии; инверсионные оси симметрии; зеркально-поворотные оси симметрии; винтовые оси симметрии; плоскости скользящего отражения?
- Напишите формулу симметрии следующих плоских фигур: квадрата; ромба; прямоугольника; равностороннего треугольника; равнобедренного треугольника; правильного шестиугольника; круга.
- Опишите систему координат всех кристаллографических сингоний.
- К каким сингониям относятся следующие точечные группы симметрии:  $L_33P$ ;  $L_33L_2$ ;  $L_4PC$ ;  $L_44L_25PC$ ;  $L_6PC$ ;  $L_66L_2$ ;  $3L_44L_36L_2$ ;  $3L_44L_36L_2$ ?
- Чему равны вектора трансляции следующих элементов симметрии: плоскостей скользящего отражения типа  $a$ ;  $b$ ;  $c$ ;  $n$ ;  $d$ ; винтовых осей  $2_1$ ;  $3_1$ ;  $3_2$ ;  $4_1$ ;  $4_2$ ;  $4_3$ ;  $6_1$ ;  $6_2$ ;  $6_3$ ;  $6_4$ ;  $6_5$ ?
- Сколько плоскостей симметрии может проходить через следующие оси симметрии:  $L_2$ ;  $L_3$ ;  $L_4$ ;  $L_6$ ?
- Сколько осей симметрии  $L_2$  может проходить перпендикулярно следующим осям симметрии:  $L_2$ ;  $L_3$ ;  $L_4$ ;  $L_6$ ?
- Возможно ли в кристаллических многогранниках существование двух пересекающихся осей  $L_2$ ;  $L_3$ ;  $L_4$ ;  $L_6$ ?
- Какие поворотные оси симметрии возможны в кристаллических многогранниках?
- Какие инверсионные оси симметрии возможны в кристаллических многогранниках?
- Чему равны элементарные углы осей симметрии  $L_1$ ;  $L_2$ ;  $L_3$ ;  $L_4$ ;  $L_6$ ?

- Какие углы между плоскостями возможны в кристаллических многогранниках?
- Какие из винтовых осей симметрии являются нейтральными?
- Какие типы решеток Бравэ существуют во всех сингониях.
- Назовите количество:
  - кристаллографических категорий;
  - кристаллографических сингоний;
  - точечных классов симметрии;
  - пространственных групп симметрии;
  - пространственных групп антисимметрии;
  - предельных точечных групп симметрии;
  - типов решеток Бравэ.

## **Модуль №2.**

### **Основы кристаллохимии**

1. Что такое эффективный радиус атома или иона и от чего он зависит?
2. Что такое координационное число?
3. Как строится координационный многогранник?
4. Как определить стехиометрическую формулу вещества?
5. Перечислите типы связей в кристаллических структурах.
6. Что такое коэффициент компактности структуры?
7. Перечислите плотнейшие упаковки частиц в структурах.
8. Каковы коэффициенты компактности ОЦК, ГЦК и ГПУ решеток?
9. Чем отличаются две плотнейшие упаковки частиц в структурах?
10. Что такое политипия?

### **Основы физики реальных кристаллов**

1. Чем отличаются идеальный и реальный кристаллы?
2. Что такое монокристалл? Каково строение поликристалла?
3. Перечислите типы точечных дефектов в кристаллах.
4. Перечислите типы линейных дефектов в кристаллах.
5. Перечислите типы поверхностных дефектов в кристаллах.



6. Перечислите типы объемных дефектов в кристаллах.
7. Напишите формулу для равновесной концентрации точечных дефектов в реальном кристалле.
8. Что такое вектор Бюргерса, какова его ориентация относительно линий дислокаций различных типов?
9. Чем отличаются малоугловые и большеугловые границы зерен?
10. Какую структуру кристалла называют «мозаичной» или «блочной»?

### **Процессы кристаллизации металлов**

1. Что такое теоретическая и фактическая температуры кристаллизации?
2. Что такое переохлаждение и перенагревание?
3. Что понимают под степенью переохлаждения?
4. Что такое кривые охлаждения и нагревания?
5. Назовите два элементарных процесса кристаллизации.
6. Какой зародыш кристаллизации называется устойчивым?
7. Какая форма кристаллов называется равновесной?
8. Перечислите неравновесные формы кристаллов.
9. Назовите типичные зоны в строении металлических слитков.
10. Что такое полиморфизм и аллотропия.

### **Сплавы. Строение сплавов**

1. Что такое сплав?
2. Перечислите методы получения сплавов.
3. Какие сплавы называются металлическими?
4. Чем отличаются устойчивые и неустойчивые химические соединения?
5. Что такое область гомогенности металлического соединения?
6. Какой металл в твердом растворе называется растворителем?
7. Чем отличаются ограниченные и неограниченные твердые растворы?
8. Что такое изоморфизм?
9. Чем отличаются упорядоченные и неупорядоченные твердые растворы?
10. Что такое растворы вычитания?

### **Диаграммы состояния**

1. Что такое диаграмма состояния термодинамической системы?
2. Что такое фаза?
3. Что понимают под компонентами системы?
4. Что такое степень свободы системы?
5. Сформулируйте правило фаз Гиббса.
6. Что такое эвтектика. Какая реакция называется эвтектической?
7. Чем отличаются процессы первичной и вторичной кристаллизации?
8. Какая реакция называется перитектической?
9. Какая реакция называется эвтектоидной?
10. Какие фазы называются когерентными?

### Практическое задание №1

1. В неизвестном сплаве присутствуют: по данным химического анализа – металлы  $A$  и  $B$ , оптической микроскопии – два типа зерен, рентгеноструктурного анализа – два типа кристаллических решеток, соответствующие решеткам  $A$  и  $B$ . Опишите тип сплава.
2. В неизвестном сплаве присутствуют: по данным химического анализа – металл  $A$  и  $B$ , оптической микроскопии – однородные зерна, рентгеноструктурного анализа – одна кристаллических решетка, не соответствующая решеткам  $A$  и  $B$ . Опишите тип сплава.
3. В неизвестном сплаве присутствуют: по данным химического анализа – металлы  $A$  и  $B$ , оптической микроскопии – однородные зерна, рентгеноструктурного анализа – одна кристаллическая решетка, соответствующая решетке  $A$ . Опишите тип сплава.

### Практическое задание №2

1. Металлы  $A$  и  $B$  неограниченно растворимы в жидком и нерастворимы в твердом состояниях.  $T_S^A > T_S^B$ . Эвтектика содержит 30 мас.%  $A$ . Нарисуйте равновесную диаграмму состояния сплава  $A$  и  $B$ .
2. Металлы  $A$  и  $B$  неограниченно растворимы в жидком и твердом состояниях.  $T_S^A < T_S^B$ . Нарисуйте равновесную диаграмму состояния

сплава  $A$  и  $B$ . Опишите процесс неравновесной кристаллизации такого типа.

3. Металлы  $A$  и  $B$  неограниченно растворимы в жидком и ограниченно растворимы в твердом состояниях, причем концентрация  $A(B)$  зависит, а  $B(A)$  не зависит от температуры.  $T_S^A < T_S^B$ . Эвтектика содержит 30 мас.%  $A$ . Нарисуйте равновесную диаграмму состояния сплава  $A$  и  $B$ .

### Практическое задание №3

Опишите прилагаемую диаграмму состояния системы R-Fe по схеме:

- Перечислите химические соединения.
- Укажите по каким реакциям они образуются.
- Опишите эвтектические реакции.
- Перечислите полиморфные превращения.
- Перечислите твердые растворы.
- Опишите микроструктуру сплавов указанных составов.

### Требования к рейтинг-контролю

В семестре проводится два контрольных модуля.

#### *I модуль*

Письменный опрос по теории (10 вопросов) – **20** баллов

по 2 балла – за правильный ответ на каждый вопрос

по 1 баллу – за неполный ответ

*II модуль* – **80** баллов

Посещение лекций – **20** баллов

по 1 баллу за лекцию

4 премиальных балла при посещении всех лекций

Лабораторные работы (6 работ) – **30** баллов

по 2 балла – за выполнение каждой работы

по 1 баллу – за оформление отчета по работе

по 2 балла – за правильные ответы на контрольные вопросы

по 1 баллу – за неполные ответы

Письменный опрос по теории (15 вопросов) – **30** баллов

по 2 балла – за правильный ответ на каждый вопрос

по 1 баллу – за неполный ответ

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

Преподавание учебной дисциплины «Основы физического материаловедения» строится на сочетании лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов.

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

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебно-научная лаборатория магнитных и электрических измерений № 40 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Вольтметр В7-78/1 2. Экран настенный ScreenMedia 153*203 3. Контроллер GPIB-USB-HS 778927-01 4. Сканер для вольтметра В7-78/1 5. Сканер для вольтметра В7-78/1 6. Двухфазный Lock-in усилитель SR 830 7. Двухфазный Lock-in усилитель SR 830 8. Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21.5" 9. Установка "Мишень" 10. Системный блок P4 1.6 512/ASUS P4B266/DDR2*512/80Gb ST380021A(2ШТ)+клавиатура+мышь 11. Переносной комплект мультимедийной техники	Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
Учебно-научная лаборатория	1. Печь TZF15/610 трубчатая трехзонная в комплекте с турбомолекулярным стендом	Google Chrome –

<p>оптической микроскопии № 38 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>CDK180+МЗТ  2. Монитор LG-TFT20 W2043 SE-PF  3. Проектор BenQ MP777  4. Фотомикроскоп-30  5. Пост. вакуумный  6. Пост. вакуумн. ВУП-4  1. Весы лабораторные ВЛ-120 с гирей калибровочной 100гЕ2  2. Весы лабораторные ВЛТЭ-500г с гирей калибровочной 500г F2  3. Коммутатор SMC - EZ 109 DT  4. Компьютер Core 6550 Vox/Asus P5KSE/2*1024DDRII/160/7200/DVDRW/Монитор Samsung 940N  5. Монитор 17" Samsung SuncMaster 173P  6. Монитор 17" Samsung SuncMaster 173P  7. Системный блок P IV 1.8G Vox/Asus P4B533/256Dimm DDR 2100/20Gb /7200/10/100/UHDC/FDD  8. Системный блок P IV 1.8G Vox/Asus P4B533/256Dimm DDR 2100/20Gb /7200/10/100/UHDC/FDD  9. Источник бесперебойного питания Back APC 500 MI  10. Источник бесперебойного питания Smart UPS 700 VA + Network  11. ИБП APC RS500  12. Компьютер Core 6550 Vox/Asus P5KSE/2*1024DDRII/160/7200/DVDRW/Монитор Samsung 940N  13. Системный блок P IV 1.8G Vox/Asus P4B533/256Dimm DDR 2100/20Gb /7200/10/100/UHDC/FDD  14. Видеокамера цифровая  15. Мультиметр APPA109N  16. Видеокамера цифровая  17. МФУ Epson Stylus Photo L210  18. Источник бесперебойного питания</p>	<p>бесплатно  Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.  MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017  Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>
--	--	--

**Помещения для самостоятельной работы:**

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для	1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-	Adobe Acrobat Reader DC -

<p>самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт  2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2)  Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь  3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D  4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО  5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО  6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3»  7. Комплект учебной мебели</p>	<p>бесплатно  Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009  Google Chrome - бесплатно  Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно  Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.  Lazarus 1.4.0 - бесплатно  Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно  Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011  MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012  Microsoft Express Studio 4 - бесплатно  MiKTeX 2.9 - бесплатно  MPICH 64-bit – бесплатно  MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно  Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017  MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>
--	---	--

## Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	Раздел IV	Реквизиты «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» и «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
2.	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г