

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

Handwritten signature of E.I. Prakhin in black ink.

Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Прахин

УТВЕРЖДАЮ

Handwritten signature of V.V. Maksarov in black ink.

Декан механико-
машиностроительного факультета
профессор В.В. Максаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УПРАВЛЕНИЕ ФАЗОВЫМИ ПРЕВРАЩЕНИЯМИ В СПЛАВАХ

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	22.06.01 Технологии материалов
Направленность (профиль):	Материаловедение (машиностроение)
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д.т.н., профессор А.П. Петкова

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Управление фазовыми превращениями в сплавах» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.06.01 Технологии материалов (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 888 от 30 июля 2014;
- на основании учебного плана направленности (профиля) «Материаловедение (машиностроение)» по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов.

Составитель



д.т.н., проф. А.П. Петкова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий от «23» мая 2019 г., протокол № 10

Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой
материаловедения и технологии
художественных изделий



д.т.н., проф. Е.И. Пряхин

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины — дать аспирантам соответствующие знания, касающиеся кристаллических и аморфных материалов, их структуры и свойств, знания основ кристаллохимии и кристаллофизики. Знания являются необходимыми при теоретической и практической подготовке будущих специалистов в области материаловедения, которая является необходимой для оптимального выбора материалов и технологий их обработки для производства изделий машиностроения различного назначения.

Задачей изучения дисциплины «Управление фазовыми превращениями в сталях» является овладение знаниями:

- закономерностей, связывающих химический состав, структуру (строение) и свойства материалов;
- закономерностей изменения свойств материалов в процессе изготовления и эксплуатации изделий;
- методов целенаправленного изменения механических и декоративных свойств материалов;
- строения, свойств и областей применения основных видов промышленных кристаллических и поликристаллических материалов, используемых для производства художественных изделий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ

Дисциплина «Управление фазовыми превращениями в сплавах» относится к вариативной части профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 22.06.01 «Технологии материалов» и изучается в 7 семестре

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Управление фазовыми превращениями в сплавах» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность ориентироваться в приоритетных направлениях развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий	ПК-2	Знать приоритетные направления развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.
		Уметь ориентироваться в приоритетных направлениях развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.		Владеть способностью ориентироваться в приоритетных направлениях развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.
Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий	ПК-3	Знать теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий
		Уметь проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий
		Владеть способностью проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий
Способность разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования	ПК-4	Знать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования
		Уметь разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования
		Владеть способностью разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётных единиц, 72 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
Аудиторная работа, в том числе:	6	6
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа	66	66
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачёт (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак. час.	72
	зач. ед.	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, расчетно-графическая работа, самостоятельная работа.

4.2.1 Разделы дисциплин и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа аспиранта, в том числе курсовая работа (проект)
Строение металлов и сплавов	40	2	2	-	36
Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах	32	2	0	-	30
Итого:	72	4	2	-	66

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Строение металлов и сплавов	Кристаллографические индексы узлов, узловых рядов и узловых плоскостей. Элементы симметрии кристаллических многогранников. Классы симметрии, сингонии и категории кристаллов. Системы трансляций (решетки Браве). Условия выбора и характеристики элементарных ячеек. Пространственные группы симметрии кристаллов. Правильные системы точек.	2
2	Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах	Координационные числа и координационные многогранники. Плотнупакованные слои и многослойные плотнейшие упаковки. Расположение, число и размеры пустот в гранецентрированной кубической (ГЦК), гексагональной плотноупакованной (ГП) и объемноцентрированной кубической (ОЦК) решетках. Основные структурные типы металлических элементов. Структурные типы алмаза и графита. Изоморфизм и полиморфизм. Симметрия и анизотропия физических свойств кристаллов.	2
Итого:			4

4.2.3. Практические занятия:

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1.	Влияние дефектов кристаллического строения на свойства	2
Итого:			2

4.2.4. Лабораторные работы:
Не предусмотрены учебным планом

4.2.5. Курсовые работы
Не предусмотрены учебным планом

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Строение металлов и сплавов

1. Строение кристаллических материалов.
2. Основные характеристики кристаллического состояния вещества.
3. Кристаллографические индексы узлов, узловых рядов и узловых плоскостей.
4. Элементы симметрии кристаллических многогранников.
5. Классы симметрии, сингонии и категории кристаллов.
6. Системы трансляций (решетки Браве).
7. Координационные числа и координационные многогранники.
8. Расположение, число и размеры пустот в гранцентрированной кубической (ГЦК), гексагональной плотноупакованной (ГП) и объемноцентрированной кубической (ОЦК) решетках.
9. Изоморфизм и полиморфизм.
10. Симметрия и анизотропия физических свойств кристаллов.

Раздел 2. Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах

1. Идеальный кристалл и дефекты строения реальных кристаллических материалов.

2. Энергия образования и равновесная концентрация вакансий и межузельных атомов. Миграция точечных дефектов.
3. Теоретическая и реальная прочность кристаллов.
4. Понятие дислокации. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Движение дислокаций.
5. Контур и вектор Бюргерса дислокаций. Плотность дислокаций.
6. Дислокации и дефекты упаковки в типичных металлических структурах.
7. Плотнейшие упаковки и дефекты упаковки.
8. Вершинные дислокации и дислокации Ломер – Коттрелла.
9. Дисклинации.
10. Источник Франка-Рида. Источник Бардина-Херринга.

6.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Кристаллическое состояние твердого тела характеризуется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. трехмерно упорядоченным расположением материальных частиц. 2. хаотическим расположением материальных частиц. 3. одномерно упорядоченным расположением материальных частиц. 4. двумерно упорядоченным расположением материальных частиц.
2.	Кристаллическое состояние твердого тела:	<ol style="list-style-type: none"> 1. более устойчиво, чем аморфное. 2. менее устойчиво, чем аморфное. 3. имеет такую же устойчивость, как аморфное. 4. может быть менее или более устойчивым, чем аморфное в зависимости от температуры окружающей среды.
3.	Упорядоченной закономерностью и симметрией внутреннего строения обладают...	<ol style="list-style-type: none"> 1. кристаллы. 2. аморфные тела. 3. жидкости. 4. газы.
4.	Кристаллическая решетка – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. вспомогательный геометрический образ, вводимый для анализа строения кристалла. 2. форма кристалла. 3. геометрическая форма с одномерно упорядоченным расположением материальных частиц. 4. геометрическая форма с двумерно упорядоченным расположением материальных частиц.
5.	Вспомогательный объемный геометрический образ, вводимый для анализа строения кристалла – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. кристаллическая решетка. 2. плоская сетка. 3. параллелепипед повторяемости. 4. узел.
6.	Узлом пространственной решетки может являться:	<ol style="list-style-type: none"> 1. любая отдельная материальная частица. 2. только атом. 3. исключительно молекулы. 4. только ионы.
7.	Период идентичности – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. кратчайшее расстояние между тождественными частицами атомного ряда. 2. расстояние между частицами

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<p>кристаллической решетки, лежащими в одной атомной плоскости.</p> <p>3. расстояние между любыми частицами атомного ряда</p> <p>4. расстояние между любыми тождественными частицами кристаллической решетки.</p>
8.	Равновесная концентрация межузельных атомов при заданной температуре T:	<p>1. меньше концентрации вакансий.</p> <p>2. больше концентрации вакансий.</p> <p>3. равна концентрации вакансий.</p> <p>4. больше, меньше или равна концентрации вакансий в зависимости от типа кристаллической решетки материала.</p>
9.	Равновесная концентрация вакансий при заданной температуре T:	<p>1. больше концентрации межузельных атомов.</p> <p>2. меньше концентрации межузельных атомов.</p> <p>3. равна концентрации межузельных атомов.</p> <p>4. больше, меньше или равна концентрации межузельных атомов в зависимости от типа кристаллической решетки материала.</p>
10.	Энергия образования межузельных атомов в одном и том же кристаллическом материале:	<p>1. больше энергии образования вакансий.</p> <p>2. меньше энергии образования вакансий.</p> <p>3. равна энергии образования вакансий атомов.</p> <p>4. больше, меньше или равна энергии образования вакансий в зависимости от типа кристаллической решетки материала.</p>
11.	По механизму Шоттки образуются:	<p>1. тепловые вакансии.</p> <p>2. вакансии и межузельные атомы одновременно.</p> <p>3. межузельные атомы.</p> <p>4. дислокационные стенки.</p>
12.	Механизм Френкеля – это механизм:	<p>1. одновременного образования вакансий и межузельных атомов.</p> <p>2. образования тепловых вакансий.</p> <p>3. образования межузельных атомов.</p> <p>4. аннигиляции вакансий.</p>
13.	Краевая дислокация – это дислокация, у которой вектор сдвига:	<p>1. перпендикулярен линии дислокации.</p> <p>2. параллелен линии дислокации.</p> <p>3. образует с линией дислокации произвольный угол (кроме 0 градусов и 90 градусов).</p> <p>4. образует с линией дислокации произвольный угол (в том числе 0 градусов и 90 градусов).</p>
14.	Краевая дислокация может перемещаться в кристаллах:	<p>1. скольжением.</p> <p>2. поперечным скольжением.</p> <p>3. двойным поперечным переползанием.</p> <p>4. множественным поперечным</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		скольжением.
15.	Сплавом называется вещество, полученное путем...	<ol style="list-style-type: none"> 1. сплавлением нескольких компонентов (элементов). 2. присоединением друг к другу нескольких компонентов (элементов). 3. совмещением нескольких компонентов (элементов). 4. сложением нескольких компонентов (элементов).
16.	Сплавы получают путем... отдельных компонентов (элементов).	<ol style="list-style-type: none"> 1. сплавления. 2. соединения. 3. сварки. 4. склейки.
17.	Твердые растворы замещения – это фазы, в которых...	<ol style="list-style-type: none"> 1. отдельные атомы основы сплава замещены на атомы легирующего элемента. 2. отдельные атомы легирующего элемента внедрены между атомами основы сплава. 3. атомы легирующего элемента перемещены между атомами основы сплава. 4. в основе сплава находятся другие элементы.
18.	Твердые растворы внедрения – это фазы, в которых:	<ol style="list-style-type: none"> 1. атомы легирующих элементов внедрены в межузельные пространства (между атомами основы сплава). 2. атомы располагаются хаотически в основе сплава. 3. атомы основы сплава замещены атомами легирующих элементов. 4. атомы основы сплава заменены на атомы легирующего элемента.
19.	Что представляют собой эвтектики?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Механические смеси. 2. Твердые растворы. 3. Фазы внедрения. 4. Фазы замещения.
20.	Чем отличается эвтектика от эвтектоида?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тем, что в одном случае процесс образования механической смеси идет из жидкого состояния, а в другом – из твердого. 2. Агрегатным состоянием. 3. Температурой образования. 4. Количеством атомов.

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Химическое соединение не может :	<ol style="list-style-type: none"> 1. иметь переменный состав. 2. иметь постоянный состав. 3. кристаллизоваться при постоянной температуре. 4. иметь отличные свойства от

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		образующих его компонентов.
2.	Степень переохлаждения – это ...	1. разность между температурой плавления и реальной температурой кристаллизации. 2. разность между свободными энергией жидкой и твердой фаз. 3. разность между скоростями зарождения и роста кристаллов. 4. температура, при которой происходит затвердевание расплава.
3.	Центральная зона слитка состоит из ...	1. крупных равноосных кристаллов. 2. крупных столбчатых кристаллов. 3. мелких столбчатых кристаллов. 4. усадочной раковины.
4.	Поверхность слитка состоит из ...	1. мелких равноосных кристаллов. 2. крупных столбчатых кристаллов. 3. крупных равноосных кристаллов. 4. мелких столбчатых кристаллов.
5.	Температура рекристаллизации металла (сплава) зависит от ...	1. температуры его плавления. 2. температуры деформирования. 3. температуры кристаллизации. 4. температуры протекания процесса возврата.
6.	Для полной ликвидации наклепа в металле обычно применяют ...	1. рекристаллизационный отжиг. 2. закалку. 3. отпуск. 4. нормализацию.
7.	Наклеп (нагартовка) – это ...	1. упрочнение металла в результате холодной пластической деформации. 2. холодная пластическая деформация. 3. горячая пластическая деформация. 4. упругая деформация.
8.	Укажите линию солидус:	1. AECF. 2. ACD. 3. PSK. 4. ECF.
9.	Что такое ледебурит?	1. Механическая смесь аустенита и цементита, образующаяся из жидкости. 2. Механическая смесь феррита и цементита. 3. Механическая смесь аустенита и углерода. 4. Механическая смесь перлита и феррита.
10.	В каком виде находится углерод в белом чугуна при нормальной температуре?	1. В виде цементита. 2. В виде феррита. 3. В виде графита. 4. В виде ледебурита.
11.	Содержание углерода в доэвтектоидной стали...	1. 0,02...0,8%. 2. 0,8...2,14%. 3. 2,14...4,3%. 4. 4,3...6,67%.
12.	У чугунов основой сплава является...	1. железо. 2. углерод. 3. марганец. 4. кремний.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
13.	Какой из перечисленных материалов обладает наибольшей пластичностью?	1. Техническое железо. 2. Эвтектоидная сталь. 3. Доэвтектоидная сталь. 4. Заэвтектоидная сталь
14.	Что такое аустенит?	1. Твердый раствор углерода в гамма-железе. 2. Твердый раствор углерода в альфа-железе. 3. Гамма-железо. 4. Механическая смесь углерода и железа.
15.	Содержание углерода в стали У10 составляет...%.	1. 1,0. 2. 0,01. 3. 0,1. 4. 10.
16.	При комнатной температуре железо имеет ... решетку.	1. объемноцентрированную кубическую (ОЦК). 2. простую кубическую (ПК). 3. тетрагональную. 4. гранецентрированную кубическую (ГЦК).
17.	Что такое феррит?	1. Твердый раствор углерода в альфа-железе. 2. Альфа-железо. 3. Твердый раствор углерода в гамма-железе. 4. Гамма-железо.
18.	Основой состава сталей является...	1. железо. 2. хром. 3. никель. 4. углерод.
19.	Содержание углерода в перлите составляет... %.	1. 0,8. 2. 2,14. 3. 4,3. 4. 6,67
20.	Где углерода больше?	1. В чугунах заэвтектоидном. 2. В стали доэвтектоидной. 3. В стали заэвтектоидной. 4. В чугунах доэвтектоидном.

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Свойство некоторых веществ существовать в нескольких кристаллических фазах, отличающихся по симметрии структуры и свойствам называется:	1. изоморфизм. 2. полиморфизм. 3. политипия. 4. поляризация.
2.	Полиморфное превращение представляет собой процесс...	1. перестройки кристаллического строения металлов в твердом состоянии. 2. перестройки кристаллического строения металлов в жидком состоянии. 3. перестройки кристаллического строения

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		металлов в аморфном состоянии. 4. перестройки кристаллического строения металлов и в твердом, и в жидком и в газообразном состоянии.
3.	Железо имеет следующие полиморфные типы кристаллических решеток:	1. ОЦК и ГЦК. 2. ОЦК и ГПУ. 3. ОЦК и ромбическую. 4. ГЦК и ромбическую.
4.	Железо, имеющее при разных температурах два типа решетки – ОЦК и ГЦК, является...	1. полиморфным металлом. 2. технологичным металлом. 3. простым металлом. 4. сложным металлом.
5.	Углерод вводится в сталь для...	1. увеличения ее прочности. 2. увеличения ее вязкости. 3. увеличения ее пластичности. 4. увеличения ее хрупкости.
6.	Что называется цементитом?	1. Химическое соединение углерода и железа (Fe_3C). 2. Углерод. 3. Раствор углерода в железе. 4. Механическая смесь атомов углерода и железа.
7.	Какая из перечисленных структурных составляющих является самой твердой?	1. Цементит. 2. Перлит. 3. Феррит. 4. Ледебурит.
8.	Центральная зона слитка состоит из ...	1. крупных равноосных кристаллов. 2. крупных столбчатых кристаллов. 3. мелких столбчатых кристаллов. 4. усадочной раковины.
9.	Поверхность слитка состоит из ...	1. мелких равноосных кристаллов. 2. крупных столбчатых кристаллов. 3. крупных равноосных кристаллов. 4. мелких столбчатых кристаллов.
10.	Температура рекристаллизации металла (сплава) зависит от ...	1. температуры его плавления. 2. температуры деформирования. 3. температуры кристаллизации. 4. температуры протекания процесса возврата.
11.	Для полной ликвидации наклепа в металле обычно применяют ...	1. рекристаллизационный отжиг. 2. закалку. 3. отпуск. 4. нормализацию.
12.	Наклеп (нагартовка) – это ...	1. упрочнение металла в результате холодной пластической деформации. 2. холодная пластическая деформация. 3. горячая пластическая деформация. 4. упругая деформация.
13.	Состав и количество фаз в двухфазных областях диаграмм равновесия определяют по правилу	1. отрезков. 2. фаз. 3. Гиббса. 4. Курнакова.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	<p>Диаграммы состояния двухкомпонентных систем строят в координатах:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. температура – концентрация. 2. время – концентрация. 3. скорость охлаждения – концентрация. 4. температура – время.
15.	<p>Интерметаллиды – это...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. химические соединения двух металлов. 2. твердые растворы замещения. 3. механические смеси элементов. 4. химическое соединение металла и неметалла.
16.	<p>Основой сплава называется элемент...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. содержание которого является самым большим. 2. являющийся самым тяжелым из всех компонентов сплава.. 3. являющийся самым легким из всех компонентов сплава. 4. имеющий самую высокую стоимость.
17.	<p>Твердые растворы замещения – это фазы, в которых...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. отдельные атомы основы сплава замещены на атомы легирующего элемента. 2. отдельные атомы легирующего элемента внедрены между атомами основы сплава. 3. атомы легирующего элемента перемещены между атомами основы сплава. 4. в основе сплава находятся другие элементы.
18.	<p>Твердые растворы внедрения – это фазы, в которых:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. атомы легирующих элементов внедрены в межузельные пространства (между атомами основы сплава). 2. атомы располагаются хаотически в основе сплава. 3. атомы основы сплава замещены атомами легирующих элементов. 4. атомы основы сплава заменены на атомы легирующего элемента.
19.	<p>Что представляют собой эвтектики?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Механические смеси. 2. Твердые растворы. 3. Фазы внедрения. 4. Фазы замещения.
20.	<p>Чем отличается эвтектика от эвтектоида?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тем, что в одном случае процесс образования механической смеси идет из жидкого состояния, а в другом – из твердого. 2. Агрегатным состоянием. 3. Температурой образования. 4. Количеством атомов.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)

Примерная шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, лабораторных работ и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Аспирант не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Аспирант поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Аспирант хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Аспирант в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пириайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206546> (дата обращения: 14.12.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Солнцев Ю. П. Материаловедение специальных отраслей машиностроения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. П. Солнцев, В. Ю. Пириайнен, С. А. Вологжанина ; под ред. Ю. П. Солнцева. - СПб. : Химиздат, 2022. - 782. <http://www.iprbookshop.ru/49796.html> — ЭБС «IPRbooks»/.

3. Золоторевский, В.С. Механические свойства металлов: Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1983. - 352с. http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=34%2E2%D1%8F73%2F%D0%97%2D812%2D957855<.>

7.1.2. Дополнительная литература

1. В. И. Большаков, Г. Д. Сухомлин, Д. В. Лаухин. Атлас структур металлов и сплавов. - Днепропетровск: ГВУЗ «ПГАСА», 2010. - 174 с.

2. Прочность материалов и конструкций / Под редакцией В.Т. Трощенко. – Киев: Академперіодика, 2005 г. – 1088 с.

3. С.В. Петин. Эксплуатационная прочность и надежность конструкций [Текст]. – СПб: СПбПУ, 2012, Ч.1 – 49 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. *Третьяков В. И. Лабораторный практикум по курсу «Методология выбора материалов и технологий в машиностроении» : учебное пособие / В. И. Третьяков, А. Ю. Ампилогов. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 34 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52235> .*

2. Гуляев В. П. Специальный раздел механики. Деформации и разрушение стальных изделий: учебное пособие / В. П. Гуляев. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-2672-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/95138/>.

3. Эксплуатационная надежность металлических конструкций и сооружений производственных зданий в экстремальных условиях Севера . — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 436 с. — ISBN 978-5-9221-1370-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59627>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных занятий

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп МетаМ РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокуляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

Аудитории для проведения лабораторных работ и практических занятий

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп МетаМ РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп

металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожаный - 23 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

13 посадочных мест. Мебель: стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт.

Компьютерная техника:

АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

- Центр новых информационных технологий и средств обучения:
- персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»);
- монитор – 4 шт.;
- сетевой накопитель – 1 шт.;
- источник бесперебойного питания – 2 шт.;
- телевизор плазменный Panasonic – 1 шт.;
- точка Wi-Fi – 1 шт.;
- паяльная станция – 2 шт.;
- дрель – 5 шт.;
- перфоратор – 3 шт.;
- набор инструмента – 4 шт.;
- тестер компьютерной сети – 3 шт.;
- баллон со сжатым газом – 1 шт.;
- паста теплопроводная – 1 шт.;
- пылесос – 1 шт.;
- радиостанция – 2 шт.;
- стол – 4 шт.;
- тумба на колесиках – 1 шт.;
- подставка на колесиках – 1 шт.;
- шкаф – 5 шт.;
- кресло – 2 шт.;
- лестница Alve - 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

- 1. Microsoft Windows 7 Professional (договор бессрочный ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции»)
- 2. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)
- 3. CorelDRAW Graphics Suite X5 (договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения», обслуживание до 2025 года)
- 4. Autodesk, product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1
- 5. Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО)
- 6. Quantum GIS (свободно распространяемое ПО)
- 7. Python (свободно распространяемое ПО)
- 8. R (свободно распространяемое ПО)
- 9. Rstudio (свободно распространяемое ПО)
- 10. SMath Studio (свободно распространяемое ПО)
- 11. GNU Octave (свободно распространяемое ПО)

- 12. Scilab (свободно распространяемое ПО)
- 13. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)
- 14. 7-zip (свободно распространяемое ПО)
- 15. Foxit Reader (свободно распространяемое ПО)
- 16. SeaMonkey (свободно распространяемое ПО)
- 17. Chromium (свободно распространяемое ПО)
- 18. Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО)
- 19. doPDF (свободно распространяемое ПО)

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины «Управление фазовыми превращениями в сплавах» рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры Материаловедения и технологии художественных изделий

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	8	«28» мая 2020	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д033(44)-04/20 от 28.04.2020