

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими процессами

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ**  
**КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.О.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр – 4</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр – 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр – 16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 семестр – 16 часов</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр – 78 часов</b>
<b>включая:</b> <b>РГР</b>	<b>2 семестр – 9 часов</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> <b>зачет с оценкой</b>	<b>2 семестр – 0,3 часа</b>
<b>Контроль:</b> <b>зачет с оценкой</b>	<b>2 семестр – 17,7 часов</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Профессор кафедры ФД, д.ф.-м.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

В.Г. Кульков

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой ФД

(название кафедры)



(подпись)

Н.Г. Ходырева

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

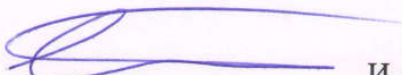
М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы управления технологическими процессами

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

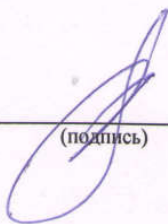
И.А. Болдырев

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой  
Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** изучение структуры и свойств различных материалов: чугунов, сталей, неорганических веществ и сплавов цветных металлов и способов их получения и обработки.

**Задачами дисциплины являются:**

- освоение теории и практики строения, свойств и обработки металлов и сплавов;
- приобретение навыков работы с лабораторным оборудованием;
- формирование устойчивых навыков владения основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и экологической безопасности, управлении, эксплуатации, обслуживании, доводке процессов и ремонте технологического оборудования	ПК-1.6. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.	<b>знать:</b> - физические основы материаловедения; - основы обработки материалов. <b>уметь:</b> - анализировать результаты наблюдений и экспериментов; - проводить основные эксперименты по анализу качества материалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Химия», «Физика».

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин: «Прикладная механика (включая ДПМ)», «Теоретическая механика», «Проектирование локальных энергосистем», при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная						СР	Контроль	
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА			
1	Строение и свойства материалов. Механические свойства металлов.	27	2	3	4	6	—	—	—	14	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 6-57. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.
2	Структура и свойства твердых фаз. Диаграммы двухкомпонентных систем.	39	2	3	6	6	—	—	—	24	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 58-71, 176-215. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.
3	Сталь и чугун. Основы термической обработки стали	25	2	3	4	4	—	—	—	14	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 72-133, 147-176. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.
4	Композиционные материалы и их применение в науке и технике.	13	2	3	0	0	—	—	—	10	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 215-279.
5	Технология конструкционных материалов.	22	2	4	2	0	—	—	—	16	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 298-315, 390-414. Подготовка к практическим занятиям.
6	Зачет с оценкой	18	2	—	—	—	—	—	0,3	—	17,7	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости согласно программе зачета
	Итого	144		16	16	16	—	—	0,3	78	17,7	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2 Краткое содержание разделов

#### 2 семестр

##### 1. Строение и свойства материалов. Механические свойства металлов.

Материалы и их свойства. Механические, тепловые и электрические свойства материалов. Особенности кристаллического строения вещества. Типы связей между частицами в твердых телах. Кристаллические фазы. Ближний и дальний порядок. Геометрия кристаллов. Элементарная ячейка. Типы кристаллических решеток. Нарушения и дефекты кристаллической решетки. Дефекты в кристаллах и их влияние на механические свойства материалов. Возникновение дефектов в твердых телах. Дефекты Френкеля и Шоттки. Плоскости кристаллических решеток. Механизм разрушения твердых тел. Теоретическая прочность материалов. Хрупкое разрушение. Хладноломкость металлов и сплавов. Упругая деформация в материалах. Модуль Юнга. Модуль сдвига. Твердость. Процессы упрочнения материалов. Разрушение твердых тел. Плоскости скола. Хрупкое разрушение. Упрочнение хрупких материалов. Пластическое разрушение. Переход от пластического разрушения к хрупкому. Усталостное разрушение. Предел выносливости. Ползучесть и длительная прочность. Радиационное разрушение. Коррозионное разрушение материалов. Межплоскостное расстояние. Структура металлов при охлаждении. Нарушения структуры, вызванные тепловым движением атомов. Тепловое расширение твердых тел. Дислокации. Вектор Бюргерса и энергия дислокации. Зарождение дислокаций. Граница зерен в твердых телах. Упругая и пластическая деформация металлов. Сверхпластичность. Наклёп. Ползучесть. Связь между прочностью и плотностью дислокаций.

##### 2. Структура и свойства твердых фаз. Диаграммы двухкомпонентных систем

Строение внешних оболочек атомов. Растворимость металлов и сплавов в твердом состоянии. Твердые растворы внедрения и замещения. Предел растворимости. Переходы «порядок – беспорядок». Структуры дальнего и ближнего порядков. Несмешиваемость. Диффузия и коэффициент диффузии. Однокомпонентные системы. Правило фаз Гиббса. Двухкомпонентные системы. Материальный баланс и правило рычага. Диаграмма состояния двухкомпонентных систем. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Эвтектические системы. Диаграммы состояния систем с образованием химических соединений. Перитектическое и монотектическое равновесие. Диаграмма состояния системы «железо-углерод» и её роль в материаловедении. Связь между свойствами сплавов и диаграммой состояния. Сингулярная точка. Кривые охлаждения. Образование зародышей и центров кристаллизации. Кристаллизация металлов. Критический радиус. Возникновение эмбриона. Переохлаждение и его роль в образовании зародышей и кристаллизации.

##### 3. Сталь и чугун. Основы термической обработки стали

Жаропрочные и жаростойкие стали. Легирование сталей. Классификация и маркировка сталей. Диаграммы состояния железа с легирующими элементами. Белые и серые чугуны. Использование сплавов черных металлов в теплоэнергетике. Жаропрочные и жаростойкие стали. Цветные металлы и сплавы. Области их применения. Алюминиевые, медные, магниевые и титановые сплавы. Упорядочение. Мартенситные (сдвиговые) превращения. Гомогенное и гетерогенное образование зародышей новой фазы. Изотермическое выделение новой фазы. Изотермическое превращение аустенита. Термическая обработка и диаграмма состояния. Процессы упрочнения материалов. Закалка. Отжиг. Старение. Отпуск. Возврат и полигонизация. Рекристаллизация. Термохимическая и термомеханическая обработка материалов. Холодная и горячая обработка стали. Ржавчина. Виды коррозионных разрушений. Межкристаллитная коррозия.

##### 4. Композиционные материалы и их применение в науке и технике

Основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нульмерными, одномерными и двумерными наполнителями. Композиционные материалы с алюминиевой и никелевой матрицей. Армирующие материалы и их свойства. Эвтектические и композиционные материалы. Композиционные материалы на неметаллической основе. Полимеры и их виды. Свойства полимерных материалов. Материалы с полимерной

матрицей. Обработка и соединение композиционных материалов. Нанокompозиты. Физические свойства нанокompозитов. Применение композиционных материалов.

#### 5. Технология конструкционных материалов

Литейное производство. Строение слитка. Литейные свойства сплавов. Ликвация и газы в литейных сплавах. Литье в песчаные формы. Специальные способы литья. Направленная кристаллизация. Обработка металлов давлением. Нагревательные устройства для обработки давлением. Листовая штамповка. Физико-химические основы образования сварного соединения. Термические виды сварки. Дуговая сварка. Плазменная сварка. Электронно-лучевая сварка. Сварка в вакууме. Лазерная сварка. Газовая сварка. Сварочное производство. Сварка пластмасс. Пайка металлов и сплавов. Флюсы и припои. Виды паяных соединений. Обработка металлов резанием. Инструментальные материалы. Металлорежущие станки и инструменты.

### **3.3. Темы практических занятий**

#### **2 семестр**

1. Коррозия сплавов черных и цветных металлов – 4 ч.
2. Механические свойства металлов – 3 ч.
3. Процесс кристаллизации – 3 ч.
4. Черные и цветные металлы и сплавы – 3 ч.
5. Термическая обработка металлов и сплавов – 3 ч.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

#### **2 семестр**

1. Изучение потерь от коррозии сплавов черных и цветных металлов – 3 ч.
2. Механические свойства материалов – 4 ч.
3. Изучение процесса кристаллизации растворов солей – 3 ч.
4. Цветные металлы и их сплавы. Сталь и чугун – 3 ч.
5. Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов – 3 ч

### **3.5. РГР**

**Тип РГР:** расчетное задание.

**Тематика расчетных заданий**

Анализ диаграммы состояния сплавов

### **3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
физические основы материаловедения	ПК-1.6	X		X	X		Тест «Металловедение»
основы обработки материалов	ПК-1.6			X		X	Тест «Технология конструкционных материалов»
<b>Уметь:</b>							
анализировать результаты наблюдений и экспериментов	ПК-1.6	X	X	X	X	X	Расчетное задание «Анализ диаграммы состояния сплавов» Контрольные работы «Коррозия сплавов черных и цветных металлов» «Механические свойства металлов» «Процесс кристаллизации» «Черные и цветные металлы и сплавы» «Термическая обработка металлов и сплавов»
проводить основные эксперименты по анализу качества материалов	ПК-1.6		X	X	X		Выполнение и отчеты лабораторных работ

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

**2 семестр**

1. Тест «Металловедение»
2. Тест «Технология конструкционных материалов»
3. Контрольная работа «Коррозия сплавов черных и цветных металлов»
4. Контрольная работа «Механические свойства металлов»
5. Контрольная работа «Процесс кристаллизации»
6. Контрольная работа «Черные и цветные металлы и сплавы»
7. Контрольная работа «Термическая обработка металлов и сплавов»
8. Отчет лабораторных работ
9. Выполнение и защита расчетного задания «Анализ диаграммы состояния сплавов»

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине:**

**2 семестр**

Зачет с оценкой.

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В приложение к диплому выносится оценка за 2 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Материаловедение и технология металлов: учебник для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. специальностям / Г. П. Фетисов [и др.]; под ред. Г. П. Фетисова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 862 с.

2. Электротехнические и конструкционные материалы: учеб. пособие для студентов образоват. учреждений сред. проф. образования / В. Н. Бородулин [и др.]; под ред. В. А. Филикова. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2009. – 280 с.

3. Гуляев, А. П. Металловедение: учебник для студентов втузов / А. П. Гуляев. – 5-е изд., перераб. – М.: Металлургия, 1977. – 647 с.

4. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов электротех. и электромех. специальностей вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2008. – 535 с.

5. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие / С. В. Сапунов. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 208 с. – ISBN 978-5-8114-1793-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/56171>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Материаловедение для транспортного машиностроения : учебное пособие / Э. Р. Галимов, Л. В. Тарасенко, М. В. Унчикова, А. Л. Абдуллин. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-1527-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/30195>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.



## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Windows / Операционные системы семейства Linux; Office / Российский пакет офисных программ.

## 5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/>  
Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных «Polpred.com Обзор СМИ» <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>  
ЭБС Издательства «Лань» <https://e.lanbook.com>  
ЭБС «Университетская библиотека Online» <https://biblioclub.ru/>  
Электронная библиотека НТБ МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>  
ЭБС «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель/проектор, персональный компьютер).

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории конструкционного и электротехнического материаловедения. Лабораторное оборудование: измерения твердости по методу Бриггса ТШ-2М, измерение твердости металлов и сплавов ИТ 5010, прибор для измерения твердости по методу Роквелла ИТ-2140 ТР, микроскоп бинокулярный МБС-10; микроскоп металлографический агрегатный ЕС МЕТАМ РВ-22 - 2 шт.; микроскоп МИМ-7; камерная высокотемпературная электропечь СНОЛ-1,6,2,5.1/12; Разрывная машина МР-20М, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, весы технические Т-5000, станок шлифовальный Metasineх; шкаф вытяжной, наборы образцов черных и цветных металлов и сплавов, штангенциркуль, пробирки, мензурки, предметные стекла, зажимы, образцы для разрывной машины, образцы для термической обработки.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Материаловедение, технологии конструкционных материалов

(название дисциплины)

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Металловедение»
- КМ-2 Тест «Технология конструкционных материалов»
- КМ-3 Контрольная работа «Коррозия сплавов черных и цветных металлов»
- КМ-4 Контрольная работа «Механические свойства металлов»
- КМ-5 Контрольная работа «Процесс кристаллизации»
- КМ-6 Контрольная работа «Черные и цветные металлы и сплавы»
- КМ-7 Контрольная работа «Термическая обработка металлов и сплавов»
- КМ-8 Выполнение и защита лабораторной работы «Изучение потерь от коррозии сплавов черных и цветных металлов»
- КМ-9 Выполнение и защита лабораторной работы «Механические свойства материалов»
- КМ-10 Выполнение и защита лабораторной работы «Изучение процесса кристаллизации растворов солей»
- КМ-11 Выполнение и защита лабораторной работы «Цветные металлы и их сплавы. Сталь и чугун»
- КМ-12 Выполнение и защита лабораторной работы «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»
- КМ-13 Выполнение и защита расчетного задания «Анализ диаграммы состояния сплавов»

**Вид промежуточной аттестации** – зачет с оценкой.

Трудоемкость дисциплины = 4 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13
1	Строение и свойства материалов. Механические свойства металлов.		+			+				+					
2	Структура и свойства твердых фаз. Диаграммы двухкомпонентных систем.		+				+				+		+		+
3	Сталь и чугун. Основы термической обработки стали			+	+			+				+		+	
4	Композиционные материалы и их применение в науке и технике.		+			+									
5	Технология конструкционных материалов.			+					+						
	Минимальный балл за КМ		3	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	9
	Максимальный балл за КМ		5	5	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	15

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими процессами**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б1.О.09 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

**Волжский 2023**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>Знать:</b>		
физические основы материаловедения	ПК-1.6	Тест «Металловедение»
основы обработки материалов	ПК-1.6	Тест «Технология конструкционных материалов»
<b>Уметь:</b>		
анализировать результаты наблюдений и экспериментов	ПК-1.6	Расчетное задание «Анализ диаграммы состояния сплавов» Контрольные работы «Коррозия сплавов черных и цветных металлов» «Механические свойства металлов» «Процесс кристаллизации» «Черные и цветные металлы и сплавы» «Термическая обработка металлов и сплавов»
проводить основные эксперименты по анализу качества материалов	ПК-1.6	Выполнение и отчеты лабораторных работ

### Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

#### Тест «Металловедение»

Тест состоит из 7 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста.

1. Цветные металлы подразделяются на:

- а) Легированные металлы, благородные металлы, легкоплавкие металлы
- б) Легкие металлы, благородные металлы, легкоплавкие металлы
- в) Легкие металлы, благородные металлы, нержавеющие металлы
- г) Легкие металлы, тяжелые металлы, легкоплавкие металлы

2. К точечным дефектам в кристалле относятся:

- а) Краевая дислокация, примесный атом внедрения; дивакансия; граница зерна
- б) Примесный атом замещения; вакансия, дивакансия; граница зерна
- в) Вакансия; примесный атом внедрения; дивакансия; дефект Френкеля
- г) Винтовая дислокация, вакансия; примесный атом внедрения; дивакансия

3. Движущей силой процесса кристаллизации является:

- а) Стремление системы к упорядочиванию
- б) Увеличение твердости образовавшегося состояния
- в) Уменьшение свободной энергии
- г) Изменение типа кристаллической решетки

4. К механическим свойствам металлов относятся:

- а) Твердость, предел прочности, ударная вязкость, предел текучести
- б) Температура плавления, предел прочности, ударная вязкость
- в) Размер зерна, предел текучести, гибкость, плотность дислокаций

г) Плотность дислокаций, твердость, предел прочности, ударная вязкость,

5. Правило фаз в металловедении имеет вид ( $C$  — число степеней свободы,  $K$  — число компонентов,  $\Phi$  — число фаз)

а)  $C = K + 2 - \Phi$

б)  $C = K + 1 - \Phi$

в)  $\Phi = C + 2 - K$

г)  $C = K + 1 - 2\Phi$

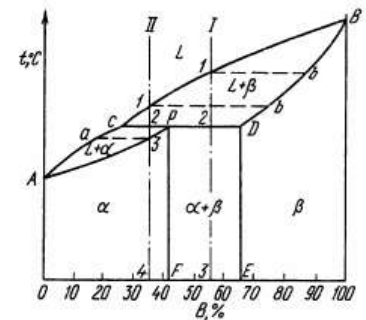
6. К какому классу относится диаграмма

а) образуют ограниченные твердые растворы и перитектику

б) образуют неограниченные твердые растворы

в) образуют ограниченные твердые растворы и эвтектику

г) образуют химические соединения



7. Какая фаза не существует в металловедении

а) Механическое соединение,

б) Упорядоченные твердые растворы

в) Химические соединения

г) Фазы внедрения

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если правильно выполнено 7 заданий.
- 4 балла, если правильно выполнено 6 задания;
- 3 балла, если правильно выполнено 4-5 заданий;

## Тест № 2 «Технология конструкционных материалов»

Тест состоит из 7 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста

1. Какие существуют виды термической обработки

а) Кристаллизация, отжиг I рода, отжиг II рода, закалка

б) Нагрев, отжиг, закалка, отпуск

в) Отжиг I рода, отжиг II рода, закалка, отпуск

г) Азотирование, плавление, закалка, отпуск

2. Какие существуют способы обработки металлов давлением

а) пайка, прокатка, штамповка, волочение

б) волочение, сверление, прессование

в) ковка, штамповка, сварка

г) ковка, прокатка, волочение, прессование

3. Какие существуют способы сварки

а) Газовая сварка, криогенная сварка, гидростатическая сварка

б) Электромагнитная сварка, вакуумная сварка, электрическая контактная сварка

в) Электрическая дуговая сварка, газовая сварка, электрическая контактная сварка

г) Электрическая дуговая сварка, химическая сварка, газовая сварка,

4. Какие существуют виды станков для обработки металла резанием

а) сверлильный, расточной, фрезерный

б) Гальванический, сверлильный, расточной

в) Фрезерный, строгальный, электрохимический

г) Токарный, сверлильный, лазерный

5. Выберите правильный вариант обозначения легирующего элемента в стали

- а) Х – хром, А – алюминий, Б – бор, В – ниобий
- б) Н – никель, С – кремний, Г – марганец, Ю – алюминий
- в) Н – ниобий, Р – бор, Н – никель, С – кремний,
- г) Т – титан, Ф – фосфор, Б – ниобий, С – кремний

6.  $\alpha$ -железо имеет решетку типа

- а) ГЦК
- б) ГПУ
- в) ОЦК
- г) тетрагональную

7. По происхождению полимеры разделяют на:

- а) Природные, синтетические, искусственные
- б) Неорганические, элементоорганические, синтетические
- в) термореактивные, реактивные, термопластичные
- г) Стеклообразные, высокоэластические, вязкотекучие

По результатам тестирования выставляется:

- 5 баллов, если правильно выполнено 7 заданий.
- 4 балла, если правильно выполнено 6 заданий;
- 3 балла, если правильно выполнено 4-5 заданий;

### **Контрольная работа «Коррозия сплавов черных и цветных металлов»**

Контрольная работа содержит 39 вопросов. Время выполнения 135 минут.

Пример варианта контрольной работы.

- 1. Что такое коррозия?
- 2. Что такое эрозия?
- 3. Что такое ржавление?
- 4. Какие существуют виды потерь от коррозии (дать пояснение)?
- 5. Что такое химическая коррозия?
- 6. Что такое электрохимическая коррозия?
- 7. Что такое газовая коррозия?
- 8. Что такое атмосферная коррозия?
- 9. Что такое жидкостная коррозия?
- 10. Что такое подземная коррозия?
- 11. Что такое биокоррозия?
- 12. Что такое структурная коррозия?
- 13. Что такое коррозия внешним током?
- 14. Что такое коррозия блуждающими токами?
- 15. Что такое контактная коррозия?
- 16. Что такое щелевая коррозия?
- 17. Что такое коррозия под напряжением?
- 18. Что такое коррозионная кавитация?
- 19. Что такое коррозия при трении?
- 20. Что такое фреттинг-коррозия?
- 21. Что такое сплошная (равномерная) коррозия?
- 22. Что такое местная (неравномерная) коррозия?
- 23. Что такое коррозия пятнами?
- 24. Что такое коррозионная язва?

25. Что такое питтинговая коррозия?
26. Что такое подповерхностная коррозия?
27. Что такое слоевая коррозия?
28. Что такое межкристаллитная коррозия?
29. Что такое транскристаллитная коррозия?
30. Что такое избирательная коррозия?
31. Что такое жаростойкость?
32. Какова основная реакция, протекающая при химической коррозии?
33. Каковы основные окислительные компоненты агрессивной среды?
34. Из каких этапов состоит процесс электрохимической коррозии (дать пояснение)?
35. Почему скорость коррозии со временем снижается?
36. Химия (электрохимия) коррозионных процессов.
37. Влияние различных факторов на протекание коррозии.
38. Виды защиты от коррозии, способы выполнения, механизмы осуществления защиты.
39. Методика проведения эксперимента.

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 65% заданий;
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

### **Контрольная работа «Механические свойства материалов»**

Контрольная работа содержит 25 вопросов. Время выполнения 135 минут.

Пример варианта контрольной работы.

1. Как ведет себя материал под действием нагрузки?
2. Какие существуют виды воздействия нагрузок на тела (по характеру приложения)?
3. Какие существуют виды воздействия нагрузок на тела (по изменению во времени)?
4. Что такое напряжение (как рассчитывается, в каких единицах измеряется)?
5. Что такое деформация?
6. Какие существуют виды деформации материалов?
7. Что такое относительное удлинение?
8. Где на диаграмме растяжения расположен участок упругой деформации (изобразить)?
9. Где на диаграмме растяжения расположен участок пластической деформации (изобразить)?
10. Где на диаграмме растяжения расположена точка разрушения материала (изобразить)?
11. Что такое прочность?
12. Что такое долговечность?
13. Что такое надежность?
14. Какие существуют виды испытаний материалов?
15. Изобразите форму стандартного образца для испытаний на растяжение (с указанием соотношения размеров).
16. Какие существуют методы определения твердости?
17. Какой индентор используется в методе определения твердости по Бринеллю?
18. Какой индентор используется в методе определения твердости по Виккерсу?
19. Какой индентор используется в методе определения твердости по Роквеллу?
20. Чем принципиально отличается метод Роквелла от других методов определения твердости?
21. Что такое микротвердость?
22. Виды напряжений, возникающие в материалах.
23. Механизмы деформирования материалов.

24. Определение точек на диаграмме растяжения.
25. Методика проведения эксперимента по измерению твердости.

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 65% заданий;
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

### **Контрольная работа «Процессы кристаллизации»**

Контрольная работа содержит 21 вопрос. Время выполнения 135 минут.

Пример варианта контрольной работы.

1. Что такое кристаллизация?
2. Как соотносятся энергия Гиббса и температура для разных состояний вещества?
3. Что такое степень переохлаждения?
4. Как можно изменять величину переохлаждения?
5. Как выглядят кривые охлаждения металла при разных скоростях охлаждения?
6. Как происходит процесс кристаллизации?
7. Почему кристаллиты в металле имеют неправильную форму?
8. Что такое зародыш?
9. Как изменяется число центров кристаллизации для разной температуры?
10. Как изменяется скорость роста зародышей для разной температуры?
11. Когда происходит самопроизвольное и вынужденное образование зародышей?
12. Что такое модифицирование?
13. Что такое дендриты, как они устроены?
14. Какие зоны можно выделить в металлическом слитке (нарисовать и назвать зоны)?
15. Какие существуют типы структур материалов (изобразить структуру)?
16. Какие существуют методы анализа структур?
17. Какие методы анализа можно использовать для двухфазной структуры?
18. Термодинамика фазовых переходов, особенности кристаллизации.
19. Затвердевание слитков металлов и сплавов.
20. Типы структур материалов.
21. Методы количественного анализа структур.

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 65% заданий;
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

### **Контрольная работа «Черные и цветные металлы и сплавы»**

Контрольная работа содержит 30 вопросов. Время выполнения 135 минут.

Пример варианта контрольной работы.

1. Какими свойствами обладает алюминий, как он маркируется?
2. Приведите классификацию алюминиевых сплавов (с маркировкой).
3. Какими свойствами обладает медь, как она маркируется?
4. Приведите классификацию сплавов меди (с маркировкой).
5. Приведите классификацию сплавов титана (с маркировкой).
6. Что такое антифрикционные сплавы?



7. Что такое правило Шарпи (дать объяснение)?
8. Приведите классификацию антифрикционных сплавов (с маркировкой).
9. Что такое сталь?
10. Приведите классификацию сталей (без маркировок).
11. Что такое углеродистая сталь?
12. Поясните основные принципы маркировки углеродистых сталей.
13. Что такое легирование и легированная сталь?
14. Поясните основные принципы маркировки легированных сталей.
15. Что такое чугун?
16. Что такое графит?
17. Что такое цементит?
18. Приведите классификацию чугунов (без маркировки).
19. Что такое серый чугун?
20. Что такое белый чугун?
21. Что такое высокопрочный чугун?
22. Что такое ковкий чугун?
23. Каковы основные принципы маркировки чугунов?
24. Что позволяет выявить оптический микроструктурный анализ?
25. Как подготавливают образцы для микроструктурного анализа?
26. Классификация, маркировка и применение сплавов алюминия.
27. Классификация, маркировка и применение сплавов меди.
28. Классификация, маркировка, структура и применение сталей.
29. Классификация, маркировка, структура и применение чугунов.
30. Основы микроструктурного анализа.

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 65% заданий;
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

### **Контрольная работа «Термическая обработка металлов и сплавов»**

Контрольная работа содержит 21 вопрос. Время выполнения 135 минут.

Пример варианта контрольной работы.

1. Что такое термическая обработка?
2. Почему можно проводить термическую обработку?
3. Что такое критические точки?
4. Покажите на диаграмме состояния критическую точку A1.
5. Покажите на диаграмме состояния критическую точку A3.
6. Покажите на диаграмме состояния критическую точку Aст.
7. Для чего к названиям критических точек добавляют индексы с и г?
8. В чем особенность критической точки A2?
9. Приведите классификацию видов термической обработки.
10. Что такое закалка?
11. Для чего проводят закалку?
12. Что такое отпуск?
13. Для чего проводят отпуск?
14. Какие среды используют для закалки и отпуска?
15. Какие существуют виды отжига?
16. Что такое старение?
17. Какие существуют типы старения?

18. Виды термической обработки: закалка, отпуск. Выбор температур, скорости обработки.
19. работы.
20. Виды и цели применения отжига.
21. Изменение структуры материала при термообработке.

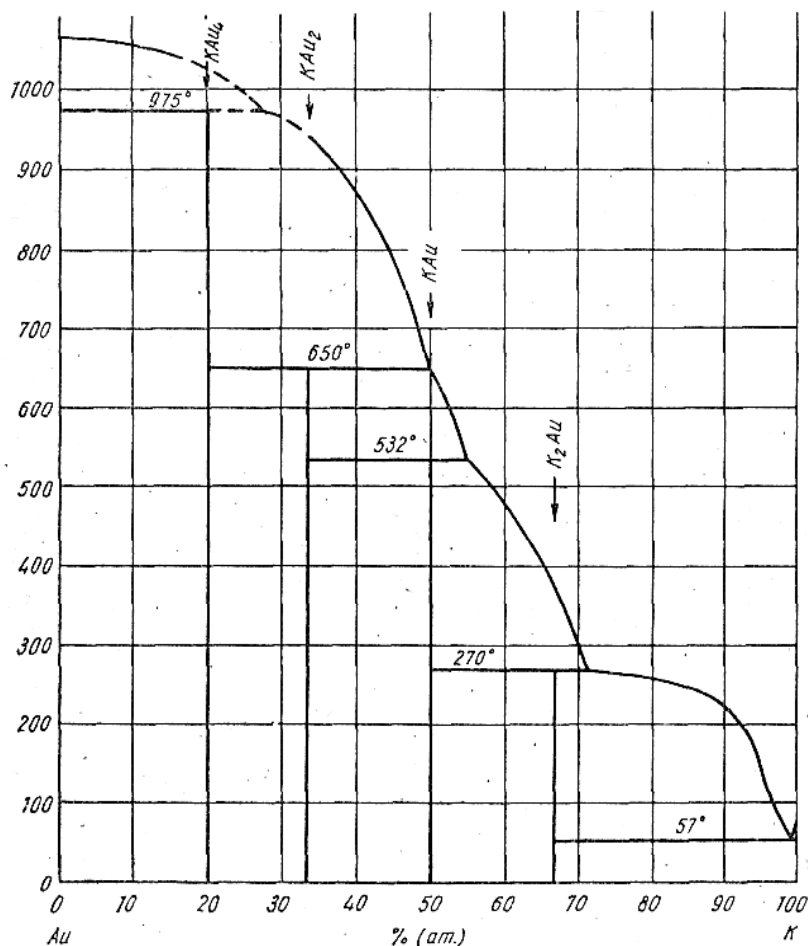
По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 65% заданий;
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

### Расчетное задание «Анализ диаграммы состояния сплавов»

Пример расчетного задания.

### ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ЗОЛОТО - КАЛИЙ



1. Показать линию ликвидуса и линию солидуса
2. Охарактеризовать фазы системы
3. Определить тип невариантных превращений
4. Для сплавов
  - I - 30% K
  - II - 50% K
  - III - 90% K

построить кривые охлаждения и определить характер фазовых и структурных превращений

5. В сплаве III при температуре 100°С определить фазовый состав, химический состав каждой фазы и их количественное соотношение

За выполнение расчетного задания выставляется:

- 15 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 11-13 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий;
- 9 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

### **Выполнение и защита лабораторных работ**

#### **Работа 1. «Изучение потерь от коррозии сплавов черных и цветных металлов»**

Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды потерь от коррозии
2. Дать понятие, что означает термины химическая коррозия, электрохимическая коррозия.
3. Дать понятие, что означает термины газовая коррозия, атмосферная коррозия, жидкостная коррозия.
4. Описать межкристаллитную коррозию.
5. Описать транскристаллитную коррозию.
6. Дать понятие жаростойкости.
7. Описать вредные последствия коррозии.

#### **Работа 2. «Механические свойства материалов»**

1. Контрольные вопросы

2. Описать диаграмму растяжения и ее характерные точки.
3. Описать методику измерения твердости по Бринеллю.
4. Формула закона Гука через механическое напряжение.
5. Описать дислокационный механизм пластической деформации.

#### **Работа 3. «Изучение процесса кристаллизации растворов солей»**

Контрольные вопросы

1. Как изменяется число центров кристаллизации для разной температуры?
2. Как изменяется скорость роста зародышей для разной температуры?
3. Что такое модифицирование?
4. Термодинамика фазовых переходов, особенности кристаллизации.
5. Описать механизм кристаллизации из расплава.

#### **Работа 4. «Цветные металлы и их сплавы. Сталь и чугун»**

Контрольные вопросы

1. Практическое применение алюминия в электроэнергетике.
2. Практическое применение меди в электроэнергетике.
3. Какие сплавы алюминия существуют.
4. Какие сплавы меди существуют.
5. Как используются сплавы алюминия и меди в энергетике.

#### **Работа 5. «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»**

Контрольные вопросы

1. Для чего необходима термическая обработка.
2. Способы закалки стали.
3. Что происходит со сталью во время отпуска.
4. Какими методами исследуется микроструктура стали.

По результатам защиты каждой лабораторной работы выставляется:

- 7 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, даны правильные ответы на контрольные вопросы;
- 5-6 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, но при ответах на контрольные вопросы были допущены ошибки, или были погрешности при выполнении и оформлении лабораторной работы, но на контрольные вопросы были даны правильные ответы;
- 4 балла, если лабораторная работа была выполнена с погрешностями и при ответах на контрольные вопросы были допущены ошибки.