

**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: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Экономика и инвестиции в электроэнергетике

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

<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)



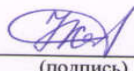
(подпись)

В.Г. Кульков

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой ФД

(название кафедры)



(подпись)

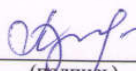
Н.Г. Ходырева

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Экономика и инвестиции в электроэнергетике

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

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(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** состоит в изучении различных свойств электротехнических материалов – проводников, диэлектриков, полупроводников, магнитных материалов.

### **Задачи дисциплины**

- освоение теории и практики строения, свойств и обработки металлов и сплавов электротехнического и конструкционного назначения;
- 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
ОПК-5. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1. 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> <ul style="list-style-type: none"><li>– физические основы металловедения</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– анализировать результаты наблюдений и экспериментов</li></ul>
	ОПК-5.2. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– физические процессы в электротехнических материалах</li><li>– основные электротехнические материалы, используемые в энергетике</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– проводить основные эксперименты по исследованию свойств электротехнических материалов</li></ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Теоретическая механика», «Прикладная механика (включая ДПМ)», «Конструкция оборудования электрических сетей, воздушных и кабельных линий, автоматизированное проектирование», «Электроэнергетические системы и сети», 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 <i>(по семестрам)</i>	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, электрические и магнитные свойства металлов.	21	2	3	4	–	–	–	–	14	–	Изучение теоретического материала [1] стр. 8-49. [2] стр. 6-57. [3] стр. 495-509. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	
2	Структура и свойства твердых фаз. Сталь и чугун. Основы термической обработки стали	39	2	3	6	6	–	–	–	24	–	Изучение теоретического материала [2] стр. 58-71, 176-215, 72-133, 147-176. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	
3	Проводниковые и полупроводниковые материалы.	27	2	3	4	6	–	–	–	14	–	Изучение теоретического материала [1] стр. 50-123. [3] стр. 265-280, 430-470. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	
4	Электрическое поле в диэлектриках.	17	2	3	0	4	–	–	–	10	–	Изучение теоретического материала [1] стр. 124-174. [3] стр. 171-237. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям	
5	Магнитные свойства материалов.	22	2	4	2	–	–	–	–	16	–	Изучение теоретического материала [1] стр. 175-210. [3] стр. 495-524. Подготовка к практическим занятиям.	
6	Зачет с оценкой	18	2	–	–	–	–	–	0,3	–	17,7	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости согласно программе зачета	
	<b>Итого</b>	<b>144</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>			<b>0,3</b>	<b>78</b>	<b>17,7</b>		

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, электрические и магнитные 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. Геометрия кристаллов. Элементарная ячейка. Типы кристаллических решеток. Нарушения и дефекты кристаллической решетки. Теоретическая прочность материалов. Упругая деформация в материалах. Модуль Юнга. Модуль сдвига. Твердость. Процессы упрочнения материалов. Разрушение твердых тел. Дислокации. Вектор Бюргерса и энергия дислокации. Зарождение дислокаций. Граница зерен в твердых телах. Упругая и пластическая деформация металлов. Сверхпластичность. Электрические свойства материалов. Полупроводники и полупроводниковые материалы.

#### **2. Структура и свойства твердых фаз. Сталь и чугун. Основы термической обработки стали**

Правило фаз Гиббса. Двухкомпонентные системы. Правило рычага. Диаграмма состояния двухкомпонентных систем. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Эвтектические системы. Диаграммы состояния систем с образованием химических соединений. Перитектическое превращение. Диаграмма состояния системы «железо-углерод» и её роль в материаловедении. Связь между свойствами сплавов и диаграммой состояния. Кривые охлаждения. Образование зародышей и центров кристаллизации. Кристаллизация металлов. Критический радиус. Белые и серые чугуны. Использование сплавов черных металлов в теплоэнергетике. Жаропрочные и жаростойкие стали. 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.

#### **3. Проводниковые и полупроводниковые материалы**

Проводники электрического тока. Классическая электронная теория проводимости Друде. Квантовая теория проводимости. Закон Видемана - Франца - Лоренца. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления сплавов. Материалы высокой и низкой проводимости. Сверхпроводимость. Свойства сверхпроводников. Термоэлектрические явления. Материалы высокого сопротивления. Припои и флюсы. Элементы зонной теории полупроводников. Электронная и дырочная проводимость. Примеси акцепторного и донорного типа. Температурная зависимость удельного сопротивления полупроводников. Полупроводниковые соединения. Технология полупроводниковых материалов.

#### **4. Электрическое поле в диэлектриках**

Поляризация диэлектриков. Диполи. Электрическое поле диполя. Полярные и неполярные диэлектрики. Электронная упругая поляризация. Ионная упругая поляризация. Дипольная упругая поляризация. Дипольная релаксационная поляризация. Ионная релаксационная поляризация. Электронная релаксационная поляризация. Миграционная и резонансная поляризации. Доменная поляризация. Петля диэлектрического гистерезиса. Применение сегнетоэлектриков. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Электропроводность диэлектриков. Электрический ток в газах. Электропроводность жидких и твердых диэлектриков. Пробой диэлектриков. Виды пробоя. Потери в диэлектриках. Нефтяные, синтетические и растительные масла их свойства и применение. Электроизоляционные лаки, эмали и компаунды их разновидности и применение. Композиционные материалы. классификация композитов по структуре и материалам матрицы и включений

#### **5. Магнитные свойства материалов**

Магнитные свойства атомов. Диамагнетизм. Парамагнетизм твердых тел. Магнитное упорядочение. Ферро- антиферро- и ферримагнетики. Природа ферромагнетизма. Петля

магнитного гистерезиса. Остаточная намагниченность. Коэрцитивная сила. Магнитомягкие и магнитотвердые ферромагнетики. Основы теории ферромагнетизма. Рассеяние энергии при перемагничивании ферромагнетика. Релаксационные процессы в магнетиках. Применение ферромагнетиков в электроэнергетике.

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

**2 семестр**

1. Механические свойства материалов – 4 ч.
2. Свойства проводниковых материалов – 3 ч.
3. Свойства диэлектриков – 3 ч.
4. Магнитные свойства материалов – 3 ч.
5. Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов – 3 ч.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

**2 семестр**

1. Измерение удельного электрического сопротивления нихрома – 3 ч.
2. Механические свойства материалов – 3 ч.
3. Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов – 4 ч.
4. Исследование температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников – 3 ч.
5. Измерение электрической прочности диэлектриков – 3 ч.

### **3.5. РГР**

**Тип РГР:** расчетное задание

**Тематика расчетного задания:** Анализ диаграммы состояния сплавов.

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

Не предусмотрено учебным планом

### 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 металловедения	ОПК-5.1	X					Тест «Металловедение»
физические процессы в электротехнических материалах	ОПК-5.2		X	X			Тест «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»
основные электротехнические материалы, используемые в энергетике.	ОПК-5.2			X	X	X	Тест «Свойства диэлектриков, полупроводников и магнетиков»
<b>Уметь:</b>							
анализировать результаты наблюдений и экспериментов.	ОПК-5.1	X		X	X	X	Расчетное задание Анализ диаграммы состояния сплавов» Контрольные работы «Механические свойства материалов» «Свойства проводниковых материалов» «Свойства диэлектриков» «Магнитные свойства материалов» «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»
проводить основные эксперименты по исследованию свойств электротехнических материалов.	ОПК-5.2		X	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 «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»
3. Тест «Свойства диэлектриков, полупроводников и магнетиков»
4. Контрольная работа «Механические свойства материалов»
5. Контрольная работа «Свойства проводниковых материалов»
6. Контрольная работа «Свойства диэлектриков»
7. Контрольная работа «Магнитные свойства материалов»
8. Контрольная работа «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»
9. Отчет по лабораторным работам
10. 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 филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

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. Кульков, В. Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении: учеб. пособие / В. Г. Кульков. – СПб.: Лань, 2017. – 272 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-2379-8
2. 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.
3. 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.
4. Тимофеев, И. А. Электротехнические материалы и изделия : учебное пособие / И. А. Тимофеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-1304-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3733>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. С. Ким. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-



2275-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75509>. — 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 Бринелля 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, установка для измерения температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников, установка для измерения электрической прочности жидких диэлектриков, установка для измерения удельного сопротивления нихрома, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, весы технические Т-5000, станок шлифовальный Metasinx; 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

## Электротехнические и конструкционные материалы

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Тест «Металловедение»  
 КМ-2 Тест «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»  
 КМ-3 Тест «Свойства диэлектриков, полупроводников и магнетиков»  
 КМ-4 Контрольная работа «Механические свойства материалов»  
 КМ-5 Контрольная работа «Свойства проводниковых материалов»  
 КМ-6 Контрольная работа «Свойства диэлектриков»  
 КМ-7 Контрольная работа «Магнитные свойства материалов»  
 КМ-8 Контрольная работа «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»  
 КМ-9 Выполнение и защита лабораторной работы «Измерение удельного электрического сопротивления нихрома»  
 КМ-10 Выполнение и защита лабораторной работы «Механические свойства материалов»  
 КМ-11 Выполнение и защита лабораторной работы «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»  
 КМ-12 Выполнение и защита лабораторной работы Исследование температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников»  
 КМ-13 Выполнение и защита лабораторной работы «Измерение электрической прочности диэлектриков»  
 КМ-14 Выполнение и защита расчетного задания

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

Трудоемкость дисциплины = 4 з.е.

№ разд.	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	КМ-14
1	Строение и свойства материалов. Механические, электрические и магнитные свойства металлов.		+			+						+				
2	Структура и свойства твердых фаз. Сталь и чугун. Основы термической обработки стали		+							+			+			+
3	Проводниковые и полупроводниковые материалы.			+	+		+				+			+		
4	Электрическое поле в диэлектриках.				+			+							+	
5	Магнитные свойства материалов.				+				+							
	Минимальный балл за КМ		2	2	2	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	9
	Максимальный балл за КМ		5	5	5	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	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: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Экономика и инвестиции в электроэнергетике

Уровень образования: бакалавр

Форма обучения: очная

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б1.О.09 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**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 металловедения	ОПК-5.1	Тест «Металловедение»
физические процессы в электротехнических материалах	ОПК-5.2	Тест «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»
основные электротехнические материалы, используемые в энергетике	ОПК-5.2	Тест «Свойства диэлектриков, полупроводников и магнетиков»
<b>Уметь:</b>		
анализировать результаты наблюдений и экспериментов.	ОПК-5.1	Расчетное задание Анализ диаграммы состояния сплавов» Контрольные работы «Механические свойства материалов» «Свойства проводниковых материалов» «Свойства диэлектриков» «Магнитные свойства материалов» «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»
проводить основные эксперименты по исследованию свойств электротехнических материалов	ОПК-5.2	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:

- Легированные металлы, благородные металлы, легкоплавкие металлы
- Легкие металлы, благородные металлы, легкоплавкие металлы
- Легкие металлы, благородные металлы, нержавеющие металлы
- Легкие металлы, тяжелые металлы, легкоплавкие металлы

2. К точечным дефектам в кристалле относятся:

- Краевая дислокация, примесный атом внедрения; дивакансия; граница зерна
- Примесный атом замещения; вакансия, дивакансия; граница зерна
- Вакансия; примесный атом внедрения; дивакансия; дефект Френкеля
- Винтовая дислокация, вакансия; примесный атом внедрения; дивакансия

3. Движущей силой процесса кристаллизации является:

- Стремление системы к упорядочиванию
- Увеличение твердости образовавшегося состояния
- Уменьшение свободной энергии
- Изменение типа кристаллической решетки

4. К механическим свойствам металлов относятся:

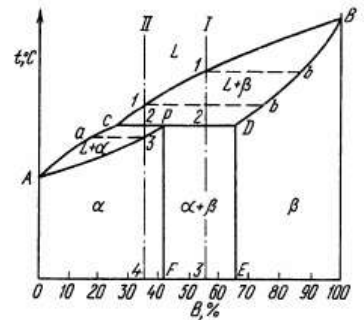
- а) Твердость, предел прочности, ударная вязкость, предел текучести
- б) Температура плавления, предел прочности, ударная вязкость
- в) Размер зерна, предел текучести, гибкость, плотность дислокаций
- г) Плотность дислокаций, твердость, предел прочности, ударная вязкость,

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;
- 2 балла, если правильно выполнено 2-3 задания

### Тест «Строение и общие свойства электротехнических материалов. Проводниковые материалы»

Тест состоит из 7 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста

1. На какие группы делятся электротехнические материалы?

- а) диэлектрики, проводники, полупроводники, магнитные
- б) магнитные проводники
- в) полупроводники, магнитные
- г) проводники, диэлектрики

2. Что называется нагревостойкостью?

- а) температура плавления
- б) существенное увеличение электропроводности при нагревании
- в) способность электроизоляционных материалов выдерживать без вреда для них длительное воздействие повышенной температуры
- г) резкое уменьшение намагниченности при нагревании

3. Как меняется сопротивление проводников с уменьшением температуры?

- а) с ростом температуры сопротивление проводников, возрастает
- б) с ростом температуры сопротивление проводников, уменьшается
- в) с ростом температуры сопротивление проводников, не меняется
- г) с уменьшением температуры сопротивление проводников стабильно

4. Что называют припоями?

- а) вещества для очистки соединяемых поверхностей от оксидов и других загрязнений
- б) металлы или сплавы, применяемые в качестве связующего вещества при пайке металлических частей
- в) материалы, обладающие адгезией
- г) тестообразные тягучие массы

5. Числом Лоренца называется отношение

- а) коэффициента электропроводности к коэффициенту теплопроводности
- б) коэффициента теплопроводности к коэффициенту электропроводности
- в) коэффициента теплопроводности к удельному электрическому сопротивлению
- г) коэффициента электропроводности к температуре

6. Какие металлы являются хорошими проводниками электричества?

- а) железо и его сплавы
- б) высоколегированные стали
- в) серебро, медь, алюминий
- г) сплавы никеля и хрома

7. 1. Какой функцией распределения описываются электроны проводимости в металле

а) 
$$f = \frac{1}{\exp\left(\frac{E - E_F}{kT}\right) + 1}$$

б) 
$$f = \frac{1}{\exp\left(\frac{E - E_F}{kT}\right) - 1}$$

в) 
$$f = A \exp\left(-\frac{E}{kT}\right)$$

г) 
$$f = A \exp\left(\frac{E}{kT}\right)$$

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;
- 2 балла, если правильно выполнено 2-3 задания

### Тест «Свойства диэлектриков, полупроводников и магнетиков»

Тест состоит из 7 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста

1. Доменный тип поляризации характерен для

- а) ионных кристаллов
- б) сплавов металлов с неметаллами
- в) сегнетоэлектриков
- г) полимеров

2. Слабая проводимость диэлектриков обусловлена наличием в них...

- а) токов сквозной проводимости и абсорбционных токов
- б) туннельных токов и токов сквозной проводимости
- в) токов электрического пробоя
- г) токов термоэлектронной эмиссии

3. Каково характерное свойство полупроводников?

- а) двухсторонняя проводимость
- б) односторонняя проводимость
- в) проводимость равна нулю
- г) проводимость зависит от разных факторов

4. Какие элементы периодической системы относятся к полупроводникам

- а) кремний, германий, селен
- б) германий, индий, свинец
- в) теллур, кремний, кальций
- г) мышьяк, селен, медь

5. Узкой петлей магнитного гистерезиса обладают:

- а) парамагнетики
- б) магнитомягкие ферромагнетики
- в) магнито жесткие ферромагнетики
- г) диамагнетики

6. Критической называется напряженность магнитного поля для сверхпроводников 1 рода

- а) при которой разрушается сверхпроводящее состояние
- б) при которой происходит плавление сверхпроводника
- в) при которой магнитное поле начинает проникать в глубину сверхпроводника
- г) при которой сверхпроводник становится ферромагнетиком

7. К диамагнетику относится вещество с относительной магнитной проницаемостью.....

- а)  $\mu = 0,99998$
- б)  $\mu = 1,0005$
- в)  $\mu = 120000$

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;
- 2 балла, если правильно выполнено 2-3 задания.

### **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:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

### **Контрольная работа «Свойства проводниковых материалов»**

Контрольная работа содержит 20 вопросов. Время выполнения 135 минут.

Пример варианта контрольной работы.

1. Что такое пайка?
2. Какие основные цели имеет пайка деталей?
3. Что называется углом смачиваемости расплавом поверхности металла? Какова величина этого угла?
4. Каковы основные типы припоев? Описать области их применения.
5. Что такое флюс и каково его назначение? Каковы области их использования
6. Основные типы флюсов. Каков их состав?
7. Когда и как необходимо удалять остатки флюса с паяных соединений?
8. Какие виды паяных соединений существуют?
9. Чем укомплектовано рабочее место для пайки металлов? Назначение инструментов и материалов.
10. Обозначение и состав некоторых припоев для пайки алюминия.
11. Обозначение и состав некоторых припоев для пайки меди и латуни.
12. Физические свойства меди.
13. Опишите свойства меди М1, М0 и МТ.
14. Какие сплавы называются бронзами и латунями. Приведите их составы.
15. Физические свойства алюминия.
16. Маркировка алюминия.
17. Виды алюминиевых сплавов.
18. Основные виды и химический состав сплавов высокого сопротивления.
19. Основные виды, температуры применения и химический состав сплавов для терморез.
20. Что такое температурный коэффициент сопротивления? Формула зависимости сопротивления от температуры. ТКС чистых металлов и сплавов.



По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

### **Контрольная работа «Свойства диэлектриков»**

Контрольная работа содержит 12 вопросов. Время выполнения 135 минут.

Пример варианта контрольной работы.

1. Что такое электрическая прочность? Описать механизмы пробоя жидких диэлектриков.
2. Описать механизмы пробоя твердых диэлектриков.
3. Описать механизмы электротеплового пробоя твердых диэлектриков.
4. Описать механизмы электрохимического пробоя твердых диэлектриков.
5. Описать механизмы поверхностного пробоя твердых диэлектриков.
6. Электронная упругая поляризация
7. Ионная упругая поляризация
8. Дипольная упругая поляризация
9. Дипольная релаксационная поляризация
10. Ионная релаксационная поляризация
11. Электронная релаксационная поляризация
12. Миграционная и резонансная поляризации

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

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

Контрольная работа содержит 12 вопросов. Время выполнения 135 минут.

Пример варианта контрольной работы.

1. Что такое намагниченность, магнитная восприимчивость, магнитная проницаемость. Привести основные формулы этих величин.
2. Что такое магнитная индукция и напряженность магнитного поля. Привести основные формулы этих величин и их размерности в системе СИ.
3. Основные механизмы намагничивания диамагнетиков и их основные свойства. Примеры диамагнитных материалов.
4. Основные механизмы намагничивания парамагнетиков и их основные свойства. Примеры парамагнитных материалов.
5. Строение и свойства ферромагнитных материалов.
6. Какие ферромагнетики называются магнитомягкими и магнитожесткими?
7. Перечислите виды и маркировку магнитомягких материалов.
8. Перечислите виды магнитотвердых материалов.
9. Явление магнитного гистерезиса. Основные параметры петли гистерезиса.
10. Применение магнитомягких материалов в энергетике.
11. Применение магнитотвердых материалов в энергетике.
12. Основные виды потерь в сердечниках трансформаторов.

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

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

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 r?
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:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

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

#### **Работа 1. «Измерение удельного электрического сопротивления нихрома»**

Контрольные вопросы

1. Вывести температурную зависимость удельного сопротивления металла.
2. Вывести температурную зависимость удельного сопротивления полупроводника.
3. Что называется температурным коэффициентом сопротивления? Выражение для расчета сопротивления металла при его нагревании от некоторой начальной температуры.
4. Описать причины существования электрического сопротивления в металлах.
5. Описать механизм проводимости в полупроводниках.
6. Описать механизм возникновения энергетических зон в полупроводнике.

7. Описать методику измерения температурных зависимостей сопротивления металла и полупроводника.

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

Контрольные вопросы

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

## **Работа 3. «Термическая обработка сплавов черных и цветных металлов»**

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

## **Работа 4. «Исследование температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников»**

1. Вывести температурную зависимость удельного сопротивления металла.
2. Вывести температурную зависимость удельного сопротивления полупроводника.
3. Что называется температурным коэффициентом сопротивления? Выражение для расчета сопротивления металла при его нагревании от некоторой начальной температуры.
4. Описать причины существования электрического сопротивления в металлах.
5. Описать механизм проводимости в полупроводниках.
6. Описать механизм возникновения энергетических зон в полупроводнике.
7. Описать методику измерения температурных зависимостей сопротивления металла и полупроводника.

## **Работа 5. «Измерение электрической прочности диэлектриков»**

1. Что такое электрическая прочность? Описать механизмы пробоя жидких диэлектриков.
2. Описать механизмы пробоя твердых диэлектриков.
3. Описать механизмы электротеплового пробоя твердых диэлектриков.
4. Описать механизмы электрохимического пробоя твердых диэлектриков.
5. Описать механизмы поверхностного пробоя твердых диэлектриков.

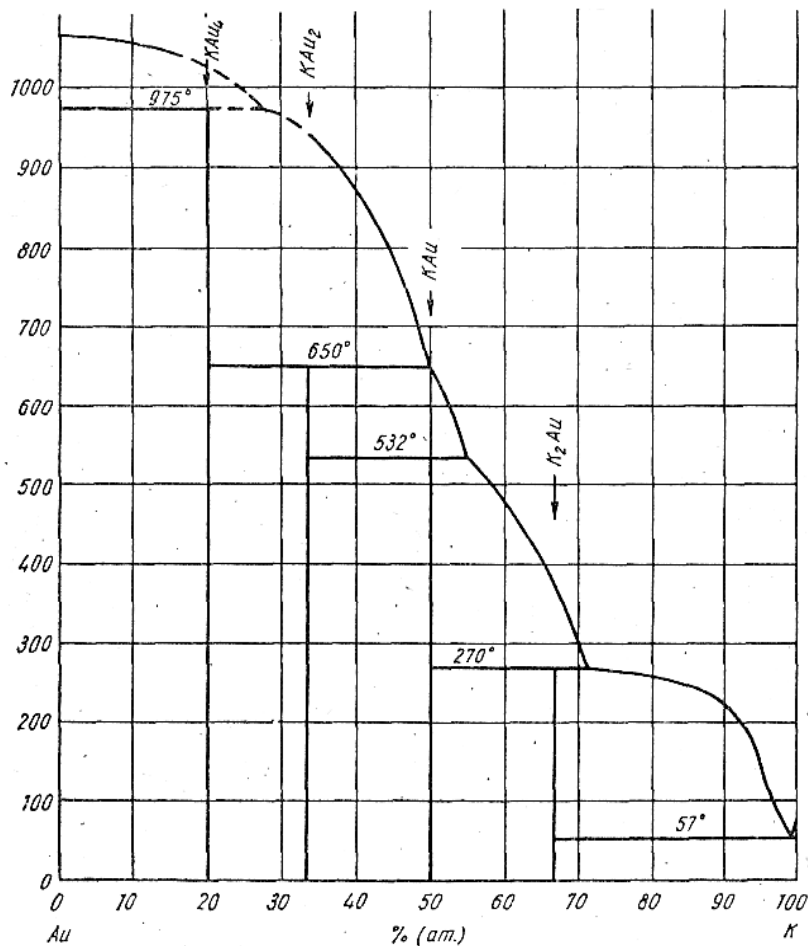
По результатам защиты каждой лабораторной работы выставляется:

- 8 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, даны правильные ответы на контрольные вопросы;
- 6-7 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;
- 5 балла, если лабораторная работа была выполнена с погрешностями и при ответах на контрольные вопросы были допущены ошибки.

## 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°C 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.