

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович  
Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и  
строительства имени А.Н. Костякова  
Дата подписания: 15.07.2023 19:57:36  
Уникальный программный ключ:  
dcb6dc8315334aed867c5ae2cf217be1e29



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

**Институт механики и энергетики им. В.П. Горячкина**  
Кафедра «Материаловедение и технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
им. А.Н.Костякова  
Бенин Д.М.  
“ 2 ” 20 23



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1. В. ДВ.02.02 Электротехнические материалы**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 20.03.01. Техносферная безопасность  
Направленность: Безопасность цифровых и роботизированных  
технологических процессов и производств  
Курс 3  
Семестр 6

Форма обучения очная  
Год начала подготовки 2022 г.

Москва, 2022

Разработчики:

Гайдар С.М., д.т.н., профессор

«2» 09 2022 г.

Балькова Т.И., к.т.н., доцент

«2» 09 2022 г.

Рецензент Казанцев С.П., д.т.н., профессор

«2» 09 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01. Техносферная безопасность

Программа обсуждена на заседании кафедры «Материаловедение и технология машиностроения» протокол № 1 от «2» 09 2022 г.

Зав. кафедрой Гайдар С.М., д.т.н., профессор

«2» 09 2022 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики протокол № 9 от 24 августа 2022 г.

Смирнов А.И., к.т.н., доцент

С

Заведующий выпускающей кафедрой

«2» 09 2022 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

Егорова Э.В.

**Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов дисциплины получены:**

Методический отдел УМУ

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>8</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>12</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	12
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	20
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>35</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>36</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	36
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	56
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>59</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	59
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	59
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	59
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	59
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>60</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	<b>60</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>62</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>64</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	64
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>65</b>

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины  
**Б1. В. ДВ.02.02 «Электротехнические материалы»**  
для подготовки бакалавров по направлению

20.03.01. Техносферная безопасность

Направленность: Безопасность цифровых и роботизированных технологических процессов и производств

**Целью освоения дисциплины** «Электротехнические материалы» является получение студентами необходимой подготовки по вопросам оценки свойств и выбора электротехнических материалов, применяемых при конструировании, изготовлении и эксплуатации электротехнических и электрических устройств, аппаратов в цифровых роботизированных технологических процессах и производствах.

**Место дисциплины в учебном процессе:** дисциплина «Электротехнические материалы» относится к дисциплинам по выбору, части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки 20.03.01. Техносферная безопасность

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.3.

**Краткое содержание дисциплины:** изучается в течение одного семестра, даёт студентам представления об основных материалах, используемых в электрооборудовании и электротехнологиях, в том числе в цифровых роботизированных технологических процессах и производствах. Знакомит студентов со строением, свойствами электротехнических материалов, технологиями получения и областями применения. Полученные знания позволяют сделать правильный выбор материала для конкретных условий эксплуатации. Приобретенные в ходе освоения данной дисциплины умения и навыки являются базовыми для изучения ряда профессиональных дисциплин и необходимы для дальнейшей подготовки бакалавров и магистров. Представления о влиянии внешних факторов на свойства материалов являются основой определения экологической и

производственной безопасности их применения в цифровых роботизированных технологических процессах и производствах.

Общая трудоёмкость составляет 2 з.е. (72 ч)

Промежуточный контроль: зачет.

## **1. Цели освоения дисциплины**

**Целью** изучения данной дисциплины является получение студентами необходимой подготовки по вопросам оценки свойств и выбора электротехнических материалов, применяемых при конструировании, изготовлении и эксплуатации электротехнических и электрических устройств, аппаратов в цифровых роботизированных технологических процессах и производствах.

**Задачами изучения** дисциплины являются приобретение студентами знаний:

- по составу, структуре, физико-механическим и технологическим свойствам металлических и неметаллических электротехнических материалов;
- по влиянию эксплуатационных факторов на свойства материалов, определяющих их долговечность, надежность и экологическую безопасность;
- о количественных параметрах, используемых при выборе материалов для нужд цифровых роботизированных технологических процессов и производств.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.**

Дисциплина «**Электротехническое материаловедение**» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы бакалавриата направление 20.03.01. Техносферная безопасность направленности Безопасность цифровых роботизированных технологических процессов и производств.

Взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В базовой части:*

- Физика;
- Химия;
- Механика;
- Электроника и электротехника

*В вариативной части:*

- Электробезопасность;
- Основы энергетики.

### **3.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
УК-1.1	знать основы поиска, критического анализа и синтеза информации, системного подхода для решения поставленных задач	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- физические явления, определяющие свойства и особенности диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов;</li><li>- виды материалов, применяемых в конструкциях электрических и электротехнических аппаратов и машин, количественные параметры, используемых при выборе материалов;</li><li>- основные понятия, термины и определения в области современных металлических и неметаллических электротехнических материалов (маркировка, структура, свойства);</li></ul>

		<p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать материал с целью получения заданной структуры и свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей устройств, аппаратов и машин;</li> <li>- моделировать и оценивать поведение материала и причины отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципами выбора и оценки целесообразности применения материалов и технологии их производства для конкретного изделия</li> <li>- методиками проведения измерений и расчётов, решения задач применительно к электротехническим материалам</li> </ul>
УК-1.3	владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками и методами принятия решений.	<p><b>знать:</b></p> <p>методы научного поиска и практической работы с информационными источниками, методы принятия решений..</p> <p><b>уметь:</b></p> <p>применять методы научного поиска и практической работы с информационными источниками и методы принятия решений.</p> <p><b>владеть:</b> навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками и методами принятия решений.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы, т.е. **72** академических часов (из них 39,75 часов – самостоятельная работа студентов).  
Распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Разделы дисциплины «**Электротехническое и конструкционное материаловедение**» изучаются на третьем курсе.

**Шестой семестр:** лекции – 16 часов, практические занятия- 16 часов, форма контроля – зачет.

##### *4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ*

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре**

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час.	
	час.	в т.ч. семестр №6
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>32,25</b>	<b>32,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>32,25</b>	<b>32,25</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ЛР)</i>	16	16
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>39,75</b>	<b>39,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим работам)</i>	30,75	30,75
<i>Подготовка к зачету</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:		Зачет

Таблица 3

**4.2 Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1. Основные сведения о строении веществ Тема 1. Строение атома Тема 2 Типы химических связей. Тема 3. Зонная теория твердых тел	6	2			4
Раздел 2. Проводниковые материалы Тема 1. Классическая и квантовая теории электропроводности Тема 2. Механизмы рассеяния электронов. Удельная проводимость, факторы, влияющие на нее. Тема 3. Проводниковые материалы с высокой проводимостью. Сверхпроводники, криопроводники.	20	6	4		10



Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Тема 4. Сплавы высокого сопротивления, сплавы для термопар, припои.					
Раздел 3. Полупроводниковые материалы Тема 1. Типы электропроводности полупроводников. Классификация полупроводников. Тема 2. Германий, кремний, селен, свойства, технология получения, области применения Тема 3. Техносферная безопасность планарных технологий	16	2	6		8
Раздел 4. Диэлектрические материалы Тема 1. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость, зависимость от температуры. Тема 2. Электропроводность диэлектриков. Поляризационные токи и токи утечки. Диэлектрические потери. Тема 3. Потери в диэлектрике при постоянном и переменном напряжении.	14	4	2		8
Раздел 5. Магнитные материалы Тема 1. Доменная структура ферромагнетиков. Точка Кюри. Тема 2. Гистерезис при перемагничивании ферромагнитных веществ. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.	15,75	2	4		9,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25			0,25	
<b>Всего за семестр</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>

### Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Основные сведения о строении веществ

##### Тема 1. Строение атома.

Модель Томсона. Модель Резерфорда. Полуквантовая модель Бора. Корпускулярно-волновой дуализм элементарных частиц. Квантовая теория строения атома

## **Тема 2 Типы химических связей.**

Виды связи между атомами и молекулами в веществе: ковалентная, ионная, металлическая и молекулярная связи. Нейтральные и полярные молекулы

## **Тема 3. Зонная теория твердых тел**

Энергетические диаграммы зонной теории твердых тел. Зона проводимости, валентная зона и запрещенная зона. Классификация веществ по электрическим свойствам: диэлектрики, проводники, полупроводники.

## **Раздел 2. Проводниковые материалы**

### **Тема 1. Классическая и квантовая теории электропроводности.**

Классификация проводниковых материалов. Основные характеристики проводниковых материалов. Природа электропроводности: Классическая теория электропроводности, основные положения, достоинства и недостатки. Квантовая теория электропроводности

### **Тема 2. Механизмы рассеяния электронов. Удельная проводимость, факторы, влияющие на нее.**

Правило Матиссена. Удельная проводимость и удельное сопротивление проводников. Факторы, влияющие на значение удельного сопротивления: деформации, примеси, температура.

### **Тема 3. Проводниковые материалы с высокой проводимостью. Сверх-проводники, криопроводники.**

Виды проводниковых материалов с высокой проводимостью, их параметры и области применения. Явление сверхпроводимости. Критерии существования сверхпроводимости. Характеристики сверхпроводников. Сверхпроводники I и II рода. Применение сверхпроводников в электроэнергетике и электротехнике. Криопроводимость и особенности применения криопроводников.

### **Тема 4. Сплавы высокого сопротивления, сплавы для термопар, припой.**

Сплавы высокого сопротивления, применяемые в технике, и их основные параметры. требования, предъявляемые к ним, область применения. Константан, манганин, нихром, их характеристики и отличительные качества. Сплавы для термопар, их состав, характеристики, применение. Металлы, применяемые в качестве проводников специального назначения. Припой, их классификация, состав, основные свойства. Электроугольные изделия, их параметры и области применения в электроэнергетике и электротехнике.

## **Раздел 3. Полупроводниковые материалы**

## **Тема 1. Типы электропроводности полупроводников. Классификация полупроводников.**

Факторы, влияющие на электрическую проводимость полупроводников. Два типа электропроводности полупроводников. Классификация полупроводниковых материалов. Преимущества приборов, изготовляемых из полупроводниковых материалов. Физические явления, определяющие влияние различных факторов на электропроводность полупроводников, и ее количественные показатели

## **Тема 2. Германий, кремний, селен, свойства, технология получения, области применения.**

Химические элементы со свойствами полупроводников, получившие наибольшее распространение в технике: германий, кремний, селен. Их свойства, технология получения, области применения в электроэнергетике и электротехнике.

## **Тема 3. Техносферная безопасность планарных технологий.**

Материалы на основе полупроводниковых химических соединений и особенности применения изготавливаемых из них полупроводниковых приборов. Создание эпитаксиальных слоев из кремния с использованием планарной технологии.

## **Раздел 4. Диэлектрические материалы**

### **Тема 1. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость, за-висимость от температуры.**

Понятие диэлектрической проницаемости, температурного коэффициента диэлектрической проницаемости. Диэлектрическая проницаемость веществ различного агрегатного состояния: газообразных, жидких, твердых. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры у различных материалов.

### **Тема 2. Электропроводность диэлектриков. Поляризационные токи и токи утечки. Диэлектрические потери.**

Поляризационные токи и токи утечки. Объемная и поверхностная электропроводность материала. Удельное объемное и удельное поверхностное сопротивление диэлектрика. Расчет полной проводимости твердого диэлектрика. Диэлектрические потери. Виды диэлектрических потерь в электроизоляционных материалах. Удельные диэлектрические потери. Угол диэлектрических потерь, тангенс угла диэлектрических потерь. Эквивалентные схемы диэлектрика с потерями.

### **Тема 3. Потери в диэлектрике при постоянном и переменном напряжении.**

Особенности потерь в диэлектриках различного агрегатного состояния. Пробой диэлектриков. Общая характеристика явления пробоя. Количественные параметры пробоя диэлектриков. Особенности пробоя газообразных, жидких и твердых диэлектриков. Классификация диэлектрических материалов. Старение диэлектрических материалов, виды старения, экологическая безопасность. Механические и физико-химические свойства диэлектриков. Показатели прочности, хрупкости твердых диэлектриков, вязкости жидких диэлектриков. Тепловые свойства диэлектриков: нагревостойкость, холодостойкость, теплопроводность, температурный коэффициент линейного расширения.

## **Раздел 5. Магнитные материалы**

### **Тема 1. Доменная структура ферромагнетиков. Точка Кюри.**

Доменная структура ферромагнитных веществ. Процесс намагничивания ферромагнетиков. Магнитное насыщение. Анизотропия магнитных свойств ферромагнитных материалов. Основная кривая намагничивания ферромагнитных материалов. Магнитная проницаемость: начальная, максимальная, динамическая. Зависимость магнитной проницаемости от температуры. Точка Кюри. Температурный коэффициент магнитной проницаемости.

### **Тема 2. Гистерезис при перемагничивании ферромагнитных веществ. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.**

Явление гистерезиса при перемагничивании ферромагнитных веществ. Предельный цикл перемагничивания и его параметры: индукция насыщения, остаточная индукция, коэрцитивная сила. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Зависимость магнитных свойств материалов от технологии обработки. Потери в ферромагнитных материалах: виды потерь, расчет потерь на гистерезис и потерь от вихревых токов. Тангенс угла магнитных потерь.

Магнитомягкие материалы: состав, технология получения, основные свойства, области применения. Железо. Электротехническая сталь. Пермаллой. Альсиферы. Ферромагнитные материалы специализированного назначения: с незначительной зависимостью магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля; с сильной зависимостью магнитной проницаемости от температуры; с высокой магнитострикцией; с повышенной индукцией насыщения; конструкционные стали и чугуны. Их состав, параметры, области применения в электроэнергетике и электротехнике.

Ферриты: состав и структура материала, технология получения, классификация. Особенности кривых намагничивания, свойств и области применения

магнитомягких ферритов и ферритов с прямоугольной петлей гистерезиса. Магнитотвердые материалы.

### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4. Лекции и практические занятия

№ п / п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ	Вид контрольного мероприятия	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
<b>Раздел 1. Основные сведения о строении веществ</b>					
1	Тема 1. Строение атома Тема 2 Типы химических связей. Тема 3. Зонная теория твердых тел	Лекция №1. Строение атома. Типы химических связей. Зонная теория твердых тел		УК-1.1	2
<b>Раздел 2. Проводниковые материалы.</b>					
2	Тема 1. Классическая и квантовая теории электропроводности Тема 2. Механизмы рассеяния электронов. Удельная проводимость, факторы, влияющие на нее. Тема 3. Проводниковые материалы с высокой проводимостью.	Лекция №2. Теории электропроводности. Механизмы рассеяния электронов		УК-1.1 УК-1.3	2
		Лекция №3. Материалы с высокой проводимостью. Сверх- и крио-проводники		УК-1.1	2
		Лекция №4. Сплавы высокого сопротивления.		УК-1.1	2
		Практическая работа № 1 Определение плотности электротехнических ма-	Защита работы, Устный	УК-1.1 УК-1.3	2

№ п / п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ	Вид контрольного мероприятия	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
	Сверх- и криопроводники. Тема 4. Сплавы высокого сопротивления, сплавы для термопар, припои	териалов	опрос		
		Практическая работа № 2 Определение проводникового материала по его удельному сопротивлению	Защита работы, Устный опрос	УК-1.1 УК-1.3	2
<b>Раздел 3. Полупроводниковые материалы</b>					
3	Тема 1. Типы электропроводности полупроводников. Классификация полупроводников. Тема 2. Германий, кремний, селен, свойства, технология получения, области применения Тема 3. Техносферная безопасность планарных технологий	Лекция №5. Типы электропроводности и классификация полупроводников		УК-1.1	2
		Практическая работа № 3 Исследование электропроводности полупроводниковых материалов	Защита работы, Устный опрос	УК-1.1 УК-1.3	2
		Практическая работа №4 Изучение р-п перехода	Защита работы, Устный опрос	УК-1.1 УК-1.3	2
		Практическая работа № 5 Построение ВАХ диода	Защита работы, Устный опрос	УК-1.1 УК-1.3	2
<b>Раздел 4. Диэлектрические материалы.</b>					

№ п / п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ	Вид контрольного мероприятия	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
4	Тема 1. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость, зависимость от температуры. Тема 2. Электропроводность диэлектриков. Поляризационные токи и токи утечки. Диэлектрические потери. Тема 3. Потери в диэлектрике при постоянном и переменном напряжении	Лекция №6. Виды поляризации диэлектриков.		УК-1.1	2
		Лекция №7. Потери в диэлектрике при постоянном и переменном напряжении		УК-1.1	2
		Практическая работа № 6 Определение поляризации и потерь в твердых диэлектриках	Защита работы, Устный опрос	УК-1.1 УК-1.3	2
<b>Раздел 5. Магнитные материалы.</b>					
5	Тема 1. Доменная структура ферромагнетиков. Точка Кюри. Тема 2. Гистерезис при намагничивании ферромагнитных веществ. Магнито-	Лекция № 8.Строение и свойства ферромагнетиков.		УК-1.1	2
		Практическая работа №7 Построение кривых намагничивания ферритов	Защита работы, Устный опрос	УК-1.1 УК-1.3	2
		Практическая работа № 8	Защита	УК-1.1	2

№ п / п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных работ	Вид контрольного мероприятия	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
	мягкие и магнитотвердые материалы	Исследование намагничивания ферромагнитных материалов	работы, Устный опрос	УК-1.3	

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Основные сведения о строении веществ</b>		
1	Тема 1. Тема Строение атома Тема 2 Типы химических связей. Тема 3. Зонная теория твердых тел.	Теория обменного взаимодействия. Принцип неопределенности Гейзенберга. Уравнение Шредингера. УК-1.1, УК-1.3
<b>Раздел 2. Проводниковые материалы</b>		
2	Тема 3. Проводниковые материалы с высокой проводимостью. Сверх- и криопроводники. Тема 4. Сплавы высокого сопротивления, сплавы для термопар, припои	Работа выхода электрона из металла. Термоэлектродвижущая сила (термо - ЭДС). Маркировка и применение медных, алюминиевых, стальных сплавов в электротехнике и электрооборудовании. Использование сверхпроводников и криопроводников цифровых роботизированных технологических процессов и производств. Флюсы, типы и назначение. Проводящие материалы на основе оксидов. УК-



<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела и темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>
		1.1,УК-1.3
<b>Раздел 3. Полупроводниковые материалы</b>		
3	Тема 3. Техносферная безопасность планарных технологий	Технология изготовления пластин, являющихся подложками полупроводниковых приборов. Получение кремниевых дискретных приборов. Достоинства и недостатки технологии. УК-1.1,УК-1.3
<b>Раздел 4. Диэлектрические материалы</b>		
4	Тема 2. Электропроводность диэлектриков. Поляризационные токи и токи утечки. Диэлектрические потери	Электропроводность композиционных материалов с различной матрицей и зернистым или волокнистым наполнителем. Активные диэлектрики (пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики, пироэлектрики) УК-1.1,УК-1.3
<b>Раздел 5. Магнитные материалы</b>		
5	Тема 2. Гистерезис при перемагничивании ферромагнитных веществ. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы	Ферриты: состав и структура материала, технология получения, классификация. Особенности кривых намагничивания, свойств и области применения магнитомягких ферритов и ферритов с прямоугольной петлей гистерезиса УК-1.1,УК-1.3

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6. Примеры применения активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Определение поляризации и потерь в твердых диэлектриках	Пра Технология проблемного обучения. Проблемное изложение, Практическая работа, эвристическая беседа при разрешении проблемных ситуаций
2.	Типы электропроводности и классификация полупроводников	Л Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеофильмов, лекция с заранее запланированными ошибками
3.	Строение и свойства ферромагнетиков.	Л Объяснительно-иллюстративная технология: лекция, демонстрация слайд-презентаций, видеофильмов, лекция с заранее запланированными ошибками

### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

*6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности*

#### Вопросы к защите практических работ.

##### Работа № 1. Определение плотности электротехнических материалов.

1. Что называется истинной и средней плотностью материала?
2. Какой метод лежит в основе определения истинной плотности материала?
3. Как определяется истинная плотность материала?
4. Как определяется средняя плотность материала?
5. Почему плотность образцов правильной и неправильной формы определяют разными методами?
6. В каких случаях необходимо парафинизировать образец?
7. Какой метод из описанных является самым точным и почему?

## Работа № 2.

### Определение проводникового материала по его удельному сопротивлению

1. Что является причиной существования электрического сопротивления в металлах ?
2. Назовите недостатки классической модели электропроводности.
3. В чем отличие квантовой теории электропроводности от классической?
4. Что такое эффективная масса электрона?
5. Чем объясняется уменьшение электропроводности в Ni и Fe по сравнению с непременными металлами ?
6. От чего в основном зависит значение удельной проводимости  $\sigma$ ?

## Работа № 3

### Исследование электропроводности полупроводниковых материалов

1. Какие примеси являются донорами и акцепторами в примесных полупроводниках?
2. Объясните температурную зависимость концентрации носителей заряда в полупроводнике.
3. Приведите физико-химические и электрические свойства кремния, область его применения.
4. Как используют карбид кремния для ограничения перенапряжений?
5. Что такое собственный полупроводник и какими свойствами он обладает?

## Работа №4

### Изучение p-n переход

1. Куда переходит электрон в процессе собственного поглощения света ?
2. Что определяет для полупроводника температура истощения примеси  $T_s$ ?
3. Для каких полупроводников справедлива статистика Ферми-Дирака ?
4. Какие свободные носители заряда образуются в чистом германии в процессе генерации?
5. Чем  $n$  область полупроводника отличается от  $p$ ?

## Работа № 5

### Построение ВАХ диода

1. Что называют ВАХ?
2. В каких координатах строят ВАХ?

3. Назовите характерные участки на графике.
4. Какие приборы можно использовать для построения ВАХ.
5. Какую информацию получают с графика?
6. Что такое запирающее напряжение?

### **Работа № 6**

#### **Определение поляризации и потерь в твердых диэлектриках**

1. Охарактеризуйте основные виды поляризации диэлектриков.
2. Что называют относительной диэлектрической проницаемостью?
3. Что называют диэлектрическими потерями?
4. Какими параметрами оценивают электропроводность диэлектриков?
5. Охарактеризуйте виды диэлектрических потерь в электроизоляционных материалах.
6. Каковы механизмы пробоя газов, жидкостей и твердых тел?
7. Что понимают под пробивным напряжением и электрической прочностью диэлектрика?

### **Работа №7**

#### **Построение кривых намагничивания ферритов**

1. Какие материалы называют ферритами?
2. В каких координатах строят кривые намагничивания?
3. Как намагничивают ферриты?
4. Можно ли ферриты размагнитить?
5. Перечислите основные типы ферритов.
6. Как маркируют ферриты? Приведите примеры.

### **Работа № 8**

#### **Исследование намагничивания ферромагнитных материалов**

1. В чем сходство и различие магнитных свойств ферритов и ферромагнетиков?
2. Назовите важнейшие характеристики магнитотвердых материалов. Типы магнитотвердых материалов и области их применения в технике.
3. Назовите типы магнитомягких материалов и области их применения в технике.
4. Как возникают в ферромагнитных материалах потери на вихревые токи?
5. Как классифицируют магнитные материалы по свойствам и техническому назначению?
6. Что такое намагниченность вещества и относительная магнитная проницаемость?

7. Как выглядит структура ферромагнитных веществ?

### **Вопросы для устного опроса по практическим занятиям**

#### **Работа № 1. Определение плотности электротехнических материалов.**

1. Укажите размерность плотности.
2. Зачем определяют плотность электротехнических материалов?
3. Какие методы определения плотности вы знаете?
4. Где в электротехнике используют понятие плотности материалов?
5. Как определяют плотность композиционных материалов?
6. Какие электротехнические материалы имеют самые высокие значения плотности? Самые низкие?
7. Какие свойства материала зависят от плотности?

#### **Работа № 2.**

#### **Определение проводникового материала по его удельному сопротивлению**

1. Какая связь существует между структурой металла(сплава) и его удельным электросопротивлением?
2. Какие существуют основные механизмы рассеяния электронов?
3. В чем заключается правило Маттиссена?
4. Что является характеристикой совершенства и чистоты металла?
5. Как определить удельное электросопротивление проводника?
6. В каких единицах выражаются удельные электросопротивление и электропроводность?

#### **Работа № 3**

#### **Исследование электропроводности полупроводниковых материалов**

1. Чем отличается собственная проводимость полупроводников от примесной?
2. Как выглядит энергетическая диаграмма полупроводников?
3. Что такое дырочная проводимость? Чем она отличается от электронной?
4. В каких единицах измеряют подвижность электронов и дырок?
5. Приведите физико-химические и электрические свойства германия и область его применения.
6. Как определяют тип электропроводности полупроводника?

7. Как воздействуют внешние факторы на электропроводность полупроводника?

#### **Работа №4**

##### **Изучение p-n переход**

1. Какой должна быть валентность донорной примеси?
2. Как происходит рекомбинация в собственном полупроводнике?
3. Чем характеризуется состояние термодинамического равновесия в полупроводниковом материале?
4. Как изменяется уровень Ферми в собственных полупроводниках с ростом температуры?
5. Чем обусловлен диффузионный ток в полупроводнике ?
6. Почему *p-n* переход обладает односторонней проводимостью?

#### **Работа № 5**

##### **Построение ВАХ диода**

1. Что называют ВАХ?
2. В каких координатах строят ВАХ?
3. Назовите характерные участки на графике.
4. Какие приборы можно использовать для построения ВАХ.
5. Какую информацию получают с графика?
6. Что такое запирающее напряжение?

#### **Работа № 6**

##### **Определение поляризации и потерь в твердых диэлектриках**

1. Куда направлен электрический момент диполя?
2. Как изменяются поверхностное и объемные удельные сопротивления при изменении влажности окружающей среды?
3. Приведите классификацию диэлектриков по их свойствам и областям применения.
4. По каким законам происходит старение изоляции?
5. Какие элементы включает в себя схема замещения технического диэлектрика?

#### **Работа №7**

### **Построение кривых намагничивания ферритов**

1. Что называют кривой намагничивания?
2. Что происходит с доменными границами при увеличении напряженности магнитного поля?
3. Что называют остаточной намагниченностью?
4. Что такое предельная петля гистерезиса?
5. Перечислите основные типы ферритов.
6. Как маркируют ферриты? Приведите примеры.

### **Работа № 8**

#### **Исследование намагничивания ферромагнитных материалов**

1. Как возникают потери на вихревые токи?
2. Назовите важнейшие характеристики магнитотвердых материалов. Типы магнитотвердых материалов и области их применения в технике.
3. Назовите типы магнитомягких материалов и области их применения в технике.
4. Как возникают в ферромагнитных материалах потери на вихревые токи?
5. Как классифицируют магнитные материалы по свойствам и техническому назначению?
6. Что такое намагниченность вещества и относительная магнитная проницаемость?
7. Какие процессы происходят при намагничивании ферромагнетика?

### **Перечень вопросов, выносимых на зачет**

1. Виды химической связи. Нейтральные и полярные молекулы .
2. Дефекты в строении кристаллической решетки, их влияние на свойства материалов
3. Приведите классификацию веществ по электрическим свойствам на основании зонной теории твердых тел.
4. Классическая теория электропроводности, основные положения, достоинства и недостатки.
5. Квантовая теория электропроводности.
6. Какими основными параметрами определяются свойства проводников электрического тока?
7. Какие металлы и в каких условиях могут переходить в состояние сверхпроводимости?

8. Как происходит разрушение сверхпроводимости?
9. Для каких целей используются сплавы высокого сопротивления, их состав и свойства?
10. Укажите области применения в электроэнергетики и электротехники благородных и тугоплавких металлов.
11. Что понимают под мягкими и твердыми припоями?
12. Какие вещества имеют высокую проводимость, их свойства и применение?
13. Сравните свойства медных и алюминиевых проводов по сечению, массе и другим характеристикам.
14. Как возникает термоЭДС и как используют это явление на практике?
15. Как используют свойства проводниковых материалов для измерения температуры обмоток электрических машин и аппаратов?
16. Какие примеси являются донорами и акцепторами в примесных полупроводниках?
17. Объясните температурную зависимость концентрации носителей заряда в полупроводнике.
18. Приведите физико-химические и электрические свойства кремния, область его применения.
19. Как используют карбид кремния для ограничения перенапряжений?
20. Что такое собственный полупроводник и какими свойствами он обладает?
21. Как выглядит энергетическая диаграмма полупроводников?
22. Приведите физико-химические и электрические свойства германия и область его применения.
23. Как определяют тип электропроводности полупроводника?
24. Как воздействуют внешние факторы на электропроводность полупроводника?
25. Почему p-n переход обладает односторонней проводимостью?
26. Охарактеризуйте основные виды поляризации диэлектриков.
27. Что называют относительной диэлектрической проницаемостью?
28. Что называют диэлектрическими потерями?
29. Какими параметрами оценивают электропроводность диэлектриков?
30. Охарактеризуйте виды диэлектрических потерь в электроизоляционных материалах.
31. Каковы механизмы пробоя газов, жидкостей и твердых тел?
32. Что понимают под пробивным напряжением и электрической прочностью диэлектрика?
33. Приведите классификацию диэлектриков по их свойствам и областям применения.



34. По каким законам происходит старение изоляции?
35. Какие элементы включает в себя схема замещения технического диэлектрика?
36. В чем сходство и различие магнитных свойств ферритов и ферромагнетиков?
37. Назовите важнейшие характеристики магнитотвердых материалов. Типы магнитотвердых материалов и области их применения в технике.
38. Назовите типы магнитомягких материалов и области их применения в технике.
39. Как возникают в ферромагнитных материалах потери на вихревые токи?
40. Как классифицируют магнитные материалы по свойствам и техническому назначению?
41. Что такое намагниченность вещества и относительная магнитная проницаемость?
42. Как выглядит структура ферромагнитных веществ?

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Виды текущего контроля: посещение лекций, посещение и защита практических работ, устный опрос.

Вид промежуточного контроля: зачет.

Для оценки работы студентов в семестре используется следующая балльная структура оценки и шкала оценок:

посещение лекций: 1 балл –  $1 \times 16 = 16$  баллов

посещение практических занятий: 2 балла –  $2 \times 16 = 32$  балла;

защита практических работ: 2 балла –  $2 \times 16 = 32$  балла;

текущий контроль (устный опрос): 20 баллов

Всего – 100 баллов (max).

Оценки работы в зависимости от набранных баллов см. табл. 8.

Таблица 8

### **Критерии оценивания результатов обучения (зачет)**

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Зачет</b>
100-51	Зачет
50-0	Незачет

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

*а) Основная литература:*

1. Радченко М.В. Электротехническое материаловедение. Учебник. Санкт-Петербург: Лань: 2022. - 116 с. <https://lanbook.com/catalog/inzhenerno-tekhnicheskie-nauki/elektrotekhnicheskoe-materialovedenie-73269035/>
2. Материаловедение и технология материалов / Г.П.Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 397 с.
3. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110300 "Агроинженерия" / В.А. Оськин, В.В. Евсиков. – М.: КолосС, 2007. – 446 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. Учебник).

**б) Дополнительная литература**

1. Оськин В.А., Карпенков В.Ф., Стрельцов В.В., Байкалова В.Н. и др. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Словарь терминов: Учебное пособие. – М.: КолосС, 2007. 56 с.
2. Технология конструкционных материалов: Учебник для вузов /А.М. Дальский, И.А. Арутюнова, Т.М. Барсукова и др. – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. А.Г. Косиловой и П.М. Мещерякова. Т.1 и 2. – М.: Машиностроение, 2001.

*в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:*

1. Нанотехнологии в электронике. *под ред. Ю.А. Чаплыгина*
2. Жильцов А.Я. Новые технологии и материалы в машиностроении и металлургии. Ч.1. Наноматериалы и нанотехнологии в машиностроении и металлургии *Учебное пособие*

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

1. <http://www.agroportal.ru> агропортал, информационно-поисковая система АПК (открытый доступ).
2. <http://www.edu.ru> Российское образование. Федеральный портал (открытый доступ).
1. <http://www.cnsnb.ru/> Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (открытый доступ).

2. <http://www.rsl.ru> Российская государственная библиотека (открытый доступ).
3. <http://www.splav.kharkov.com> – справочник сталей и сплавов (открытый доступ).
4. [http://metallischekiy-portal.ru/marki\\_metallov](http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov) - справочник сталей и сплавов (открытый доступ).
5. <http://www.youtube.com/> - видео хостинг (открытый доступ).
8. <http://materiall.ru/http://supermetalloved.narod.ru/l2.pdf>
9. [http://www.zodchii.ws/downloads/zodchii/himiya/almazov\\_-\\_materialovedenie.zip](http://www.zodchii.ws/downloads/zodchii/himiya/almazov_-_materialovedenie.zip)

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. [www.mt2.bmstu.ru/technjl.php](http://www.mt2.bmstu.ru/technjl.php) Сафронов В.Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение: Электронный учебник МГТУ. (открытый доступ)
2. [www.lokesnet.ru/.../840-materialovedenie-knigi.html](http://www.lokesnet.ru/.../840-materialovedenie-knigi.html) Коротких М.Т. Технология конструкционных материалов и материаловедение: Электронный учебник. (открытый доступ)

### Информационные справочники

1. <http://ru.wikipedia.org> Википедия

### Поисковые системы

1. <http://www.yandex.ru> Яндекс
2. <http://www.google.ru> Гугл
3. <http://www.rambler.ru> Рамблер

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 26	Стол парта (нет номера 626612) 111 шт. Плакаты, стенды
Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология	Комплекс анализа изображения металлографических образцов (410124000602921), Малоамперный

<p>машиностроения» аудитория 27 (термическая лаборатория)</p>	<p>тренажер сварщика (410124000602920), Микроскоп Неофон21 (410134000001765), комплект моделей атомов со стержнями (210136000006008), Парты 17шт.(номера нет код 626150), Проектор Beng (410134000002136),Экран настенный (21013000002670).</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 28 (металлографическая лаборатория до 40 человек)</p>	<p>Парты, стулья, плакаты, стенды. Лабораторная печь СНОЛ (410134000001547)*, Печь муфельная МП10 (410134000001806)*</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория23 (сварочная и кузнечная мастерские)</p>	<p>Автоматическая заслонка ASE-12-Е (210134000002673), Автоматический аппарат для управления центральным вентилятором (210134000002679), аппарат Мультиплаз 2500М (210134000002668), Аппарат плазменной резки (410124000603006), блок измерительный БИ-01(210134000002790), Вентилятор ВД-3,5(410134000001395), Вентилятор центробежный высокого давления (210134000002526), Воздуходувка (210134000001950), Комплект сварочного оборудования (410124000603007), Консольное подъемное-поворотное устройство (210134000002525), Молот пневматический (410134000001766), Сварочный инвертор (210134000002799), Сварочный инвертор (210134000002798), Сварочный трансформатор 500 (410134000001824), Трансформатор (210134000002161), Универсальный плазменный аппарат сварки и резки (210134000002794),Электроды для сушки электродов (210134000002795). Парты, стулья, плакаты.</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория13</p>	<p>Машина трения МТУ-1 (210134000001964), Маятниковый копер для испытания по методу Шарпи (410124000603105), преобразователь частоты с300 (210134000002488), преобразователь частоты с200(410134000001556). Парты, стулья, плакаты.</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 3</p>	<p>Металлографический отрезной станок LC-350 (410124000603109), Круглошлиф. 3130 ст-к (410134000001423), Компрессор (410134000001474), Компрессор (410134000001475), Долбежный станок 7417 (410134000001479), Заточной ст-к.3628 (410134000001404), Плоскошлифальный ст-к 371 (410134000001808), Пресс LHM-3000 (410124000603111), Профилометр 130</p>

	<p>(210134000002486), Станок (210124000602047), Станок (410124000602922), Станок 1М116(автомат) (410134000001472), Станок1062 (410134000001466), Станок универсальный с делительной головкой (210134000002425), Станок токарно-винторезный (410124000603004)*, Стационарный твердомер по Методу Вика (410126000000019)*, Стационарный твердомер по Методу Роквелла (410126000000018)*, Стенд измерительный УПАК (210136000003751), Токарно-винторезный станок 1А62Г410134000001867), Токарно-винторезный ст-к.1В62Г (410134000001868), Токарно-винторезный 16 (410134000001869), Токарно-винторезный 1А62Б (410134000001870),* Токарно-винторезный 1К62 (410134000001837)*, Токарно-винторезный 1К62 (410134000001872), Точильно-шлифовальный 2-х сторонний станок (210134000002259), Универсально-фрезерный ст-к.6080Н (410134000001880), Универсально-фрезерный ст-к.БН-81 (410134000001881), Универсально-заточной ст-к. (210124000602049), Универсально ножовочный станок (210134000002267), Хонинговальный станок ЭГ-833(410134000001489) Шлифовальный полировальный станок LAR-2X(410124000603110),Вертикально обрабатывающий центр (410124000603067), Станок сверлильный 2С132 (410134000001831), верстак 2шт (номера нет код 626277), доска настенная (210136000006600), парты, стенды.</p>
<p>Учебный корпус № 23 кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» аудитория 29</p>	<p>Прилавок 850x850x420 (210136000003872, 2101136000003873, 2101136000003874, 2101136000003875, 2101136000003876, 2101136000003877, Шкаф Ольха (210136000003696), Шкаф Ольха (210136000003697), Шкаф Ольха (210136000003698), Шкаф Ольха (210136000005456), 2101136000003878, 2101136000003879), Проектор Хитачи (210134000002198), Экран настенный (210134000002577).</p>

\*- оборудование, используемое для практической подготовки

Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки Н.И. Железнова, включающая 9 читальный залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, интернет –

доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов, а так же комнаты для самоподготовки в общежитии № 5, № 4.

## **11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

практические занятия (занятия семинарского типа);

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для успешного освоения дисциплины необходимо систематическое посещение лекций, практических занятий, прохождение текущего контроля (устного опроса).

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

В случае пропуска лекции необходимо ознакомиться с этим материалом самостоятельно и в случае возникновения вопросов обратиться к преподавателю за консультацией, согласно расписанию ее проведения.

Для отработки лекции студент должен самостоятельно составить конспект пропущенного занятия и ответить на вопросы по теме.

Отработка пропущенных практических занятий, проводится в конце семестра (за неделю до зачётной недели) в часы после окончания занятий, согласно составленному и утверждённому кафедрой расписанию.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии. Аудиторная и самостоятельная работы должны быть направлены на углубление и расширение полученных знаний, на закрепление приобретенных навыков и применение формируемых компетенций. Кроме того, рекомендуется использовать дифференцированное обучение и активные методы проверки знаний при проведении устного опроса. Это достигается путем организации индивидуальной самостоятельной работы студентов.

При проведении промежуточной аттестации важно учесть все виды работ, оценить уровень знаний студентов по всем разделам учебной дисциплины.

Основные методические рекомендации можно сформулировать так:

1. Отбор учебного материала в соответствии с программой.
2. Обеспечение усвоения материала на всех этапах на основе творческого применения дидактических принципов обучения.
3. Отбор наиболее целесообразных методов и методических приемов, а также организационных форм обучения.
4. Определение наиболее целесообразной системы обратной связи, в частности опроса.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины **Б1. В. ДВ.02.02**  
**«Электротехнические материалы»**

Направление подготовки **20.03.01. Техносферная безопасность**

Направленность: **Безопасность цифровых и роботизированных технологических процессов и производств**

(квалификация выпускника – бакалавр)

**Казанцевым Сергеем Павловичем**, профессором кафедры «Соппротивление материалов и детали машин», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук, проведена рецензия рабочей программы дисциплины «**Электротехнические материалы**» ОПОП ВО для подготовки бакалавров по направлению **20.03.01. Техносферная безопасность**, по направленности «**Безопасность цифровых роботизированных технологических процессов и производств**», разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре «Материаловедение и технология машиностроения» (разработчики: Гайдар С.М., д.т.н., профессор, Балькова Т.И., к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «**Электротехнические материалы**» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **20.03.01. Техносферная безопасность**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к дисциплинам по выбору, части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного цикла – **Б1. В. ДВ.02.02**.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 20.03.01. Техносферная безопасность

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Материаловедение и технология конструкционных материалов» закреплено 2 компетенци: УК-1.1; УК-1.3. Дисциплина «**Электротехнические материалы**» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Дополнительная компетенция не вызывает сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины «**Электротехнические материалы**».

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «**Электротехнические материалы**» составляет 2 зачётные единицы (72 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «**Электротехнические материалы**» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.03.01. Техносферная безопасность и возможность дублирования в содержании отсутствует. Дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области электротехнического материаловедения в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.



8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Электротехнические материалы» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 20.03.01. Техносферная безопасность

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос, защита практических работ) соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачёта, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины по выбору, части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1. В. ДВ.02.02 ФГОС ВО направления 20.03.01. Техносферная безопасность

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой - 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой - 3 наименования, периодическими изданиями - 6 источников со ссылкой на электронные ресурсы, интернет-ресурсы – 7 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 20.03.01. Техносферная безопасность

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Электротехнические материалы».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Электротехнические материалы» ОПОП ВО по направлению 20.03.01. Техносферная безопасность, по направленности «Безопасность цифровых роботизированных технологических процессов и производств» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Гайдаром С.М., д.т.н., профессор и Бальковой Т.И., к.т.н., сотрудниками кафедры материаловедения и технологии машиностроения соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Казанцев Сергей Павлович, профессор кафедры «Сопроотивление материалов и детали машин», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук \_\_\_\_\_

« 2 » « 09, 2022 »