

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячина  
Дата подписания: 15.12.2025 14:09:43  
Уникальный программный ключ:  
3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904

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 имени В.П. Горячина  
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов  
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
механики и энергетики  
имени В.П. Горячина

А.Г. Арженовский

2025 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.01.01 «Электротехнические материалы»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность: Автоматизация и роботизация технологических процессов

Курс: 1

Семестр: 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Беленов В.Н., к.т.н.,  
(ФИО, ученая степень, учёное звание)



(подпись)

«20» июня 2025 г.

Рецензент: Нормов Д.А., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



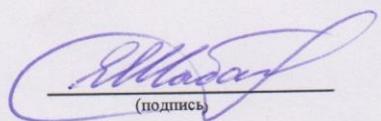
(подпись)

«20» июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агрономия

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина  
протокол № 10 «20» июня 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой Шабаев Е.А., к. т. н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

**Согласовано:**

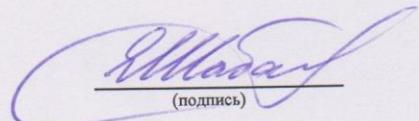
Председатель учебно-методической комиссии  
института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор,  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Протокол № 05 «20» июня 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой автоматизации  
и роботизации технологических процессов имени  
академика И.Ф. Бородина Шабаев Е.А., к. т. н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

«20» июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ Мурзалибаев А.А.  
(подпись)

## 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>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ.....	9
ПО СЕМЕСТРАМ.....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ .....	11
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>15</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ .....</b>	<b>15</b>
6.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	16
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ .....	21
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	Ошибкa! Закладка не определена.
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	Ошибкa! Закладка не определена.
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	22
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	23
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>23</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>24</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>25</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>	<b>25</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	26
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>26</b>

## АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 «Электротехнические материалы» для подготовки бакалавра по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов**

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области электроэнергетики для формирования у студентов фундаментальных знаний и представлений о классификации, свойствах и техническом назначении электроматериалов, используемых в различной аппаратуре и электрооборудовании, позволяющих на практике самостоятельно решать вопросы их применения в различных технологических процессах с.-х. производства с учетом ресурсосбережения и энергосбережения; освоение теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в подготовке к участию в монтаже и наладке электрооборудования и способности:

-использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности;

- изучение классификации электротехнических материалов по их составу, электрофизическими свойствам и техническому назначению;

- изучение физической сущности процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах;

- изучение методов оценки основных свойств электротехнических материалов;

- исследование основных характеристик электротехнических материалов;

- изучение основных эксплуатационных характеристик и параметров пассивных элементов;

- получение студентами навыков использования справочного аппарата по выбору требуемых материалов для конкретных применений;

- получение студентами навыков выбора электротехнических материалов заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости;

- приобретение студентами умений пользования электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data)

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору) учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенций): УК-1 (УК-1.3), ПКос-2 (ПКос-2.2), ПКос-4 (ПКос-4.1, ПКос-4.2).

### **Краткое содержание дисциплины:**

Классификация электротехнических материалов. Цели и задачи курса.

Электротехнические материалы, области применения, основные характеристики. Влияние температуры, чистоты, пластической деформации на удельное электрическое сопротивление металлов. Явления сверхпроводимости и криопроводимости. Проводниковые материалы: медь, алюминий и их сплавы. Требования к проводниковым материалам. Проводниковые материалы с высоким удельным сопротивлением. Угольные электропроводящие изделия. Электроконтактные материалы. Металлокерамические материалы. Электроизоляционные материалы (ЭИМ). Основные параметры диэлектрических материалов. Поляризация диэлектриков и диэлектрическая проницаемость. Виды поляризации. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и от внешнего электрического поля. Виды диэлектрических потерь. Механизмы возникновения потерь. Электрическая прочность электроизоляционных материалов (ЭИМ). Электрофизические явления при пробое газообразных диэлектриков. Коронный разряд в газе. Пробой газов, жидких и твердых диэлектриков. Факторы, влияющие на качество электроизоляционных материалов (ЭИМ). Требования к электроизоляционным материалам (ЭИМ). Магнитные материалы. Классификация веществ по магнитным свойствам.

Природа ферро- и ферримагнетизма. Основные параметры и характеристики магнитных материалов: кривые намагничивания, виды магнитной проницаемости, петля гистерезиса. Связь магнитных свойств материалов с их структурой. Природа и характеристики магнитных потерь. Виды магнитных потерь. Ферромагнетики и ферримагнетики. Магнитомягкие материалы и их классификация. Структура и свойства ферритов. Магнитные сплавы и ферриты. Постоянные магниты и области их применение.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетные единицы (108 часов).

**Промежуточный контроль:** зачет.

## 1. Цель освоения дисциплины

**Целью освоения дисциплины** «Электротехнические материалы» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области электроэнергетики для формирования у студентов фундаментальных знаний и представлений о классификации, свойствах и техническом назначении электроматериалов, используемых в различной аппаратуре и электрооборудовании.

Задачи дисциплины:

-использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности;

- изучение классификации электротехнических материалов по их составу, электрофизическим свойствам и техническому назначению;

- изучение физической сущности процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах;

- изучение методов оценки основных свойств электротехнических материалов;

- исследование основных характеристик электротехнических материалов;

- изучение основных эксплуатационных характеристик и параметров пассивных элементов;
- получение студентами навыков использования справочного аппарата по выбору требуемых материалов для конкретных применений;
- получение студентами навыков выбора электротехнических материалов заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости;
- приобретение студентами умений пользования электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Электротехнические материалы» включена в перечень дисциплин учебного плана части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору). Дисциплина «Электротехнические материалы» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов.

Дисциплина «Электротехнические материалы» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: монтаж электрооборудования (2 курс, 4 семестр), электронная техника (3 курс 5 семестр), электрические машины (3 курс, 6 семестр), светотехника (3 курс, 6 семестр), электротехнологии (4 курс, 7 семестр), электрические и электронные аппараты (4 курс, 7 семестр), для прохождения производственной технологической (проектно-технологической) практики.

Рабочая программа дисциплины «Электротехнические материалы» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знатъ	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	классификацию электротехнических материалов по их составу, электрофизическим свойствам и техническому назначению	выбирать электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности, применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru	навыками поиска, анализа механических и электрических характеристик электротехнических материалов и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители), а также навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom
2.	ПКос-2	Способен организовывать монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-2.2 - Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве, в зависимости от их механических и электрических характеристик электротехнических материалов;	технические средства, методы монтажа электрооборудования в сельскохозяйственном производстве, в зависимости от их механических и электрических характеристик электротехнических материалов;	выбирать технические средства для диагностики электрооборудования, применять современные методы монтажа энергетического и электротехнического в сельскохозяйственном производстве и представлять проведенные изыскания, используя современное программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Mentiometer.	техническими средствами диагностики, методами монтажа электротехнического и энергетического оборудования в сельскохозяйственном производстве, а также навыками поиска, анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители), а также навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.

3.	ПКос-4	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве с использованием цифровых технологий	ПКос-4.1 Демонстрирует знания режимов работы основного энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве	физическую сущность процессов, протекающих в электротехнических материалах их основные свойства и особенности при работе основного энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве.	исследовать электротехнические материалы для определения их механических и электрических характеристик с учетом режимов работы основного энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве используя современное программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Mentimeter.	режимами работ энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве с учетом основных свойств электротехнических материалов, а также навыками поиска, анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители), а также навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
			ПКос-4.2 - Демонстрирует знания методов и средств повышения эффективности работы энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве	методы и средства оценки основных свойств электротехнических материалов для повышения эффективности работы энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве	выбирать методы и средства оценки основных свойств электротехнических материалов с учетом их механических и электрических характеристики для эффективного использования в области профессиональной деятельности, используя современное программное обеспечение: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Mentimeter.	методами и средствами повышения эффективности работы энергетического и электротехнического оборудования в сельскохозяйственном производстве, а также навыками их выбора заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости, а также навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom

## **4. Структура и содержание дисциплины**

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ в семестре № 2 представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	В т.ч. по семестрам
		№ 2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</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>		
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	16	16
лабораторные работы (ЛР)	-	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>75,75</b>	<b>75,75</b>
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	20	20
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	46,75	46,75
Подготовка к зачёту (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:		зачёт

### **4.2 Содержание дисциплины**

Таблица 3

#### **Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеауди- торная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1 «Классификация электротехнических материалов»</b>	16	2	6			8
<b>Раздел 2 «Проводниковые материалы»</b>	34	4	4			26
<b>Раздел 3 «Электроизоляционные материалы»</b>	30	8	4			18
<b>Раздел 4 «Магнитные материалы»</b>	18,75	2	2			14,75
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25				0,25	
Подготовка к зачёту (контроль)	9					9
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>0,25</b>	<b>75,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>0,25</b>	<b>75,75</b>

## **Раздел 1. Классификация электротехнических материалов**

**Тема 1.** Цели и задачи курса. Классификация электротехнических материалов.

Рассматриваемые вопросы.

Электротехнические материалы, области применения, основные характеристики.

**Тема 2.** Влияние температуры, чистоты, пластической деформации на удельное электрическое сопротивление металлов. Явления сверхпроводимости и криопроводимости.

Рассматриваемые вопросы.

Сущность явления сверхпроводимости и перспективы его использования. Физический смысл температурного коэффициента сопротивления применительно к металлам.

## **Раздел 2. Проводниковые материалы**

**Тема 1.** Проводниковые материалы: медь, алюминий и их сплавы. Требования к проводниковым материалам. Проводниковые материалы с высоким удельным сопротивлением

Рассматриваемые вопросы.

Основные электрофизические свойства меди и ее сплавов, проводникового алюминия. Требования, предъявляемые к проводниковым материалам с малым удельным сопротивлением

Основные электрофизические свойства проводниковых материалов с высоким удельным сопротивлением, области применения, сравнительный анализ

**Тема 2.** Угольные электропроводящие изделия. Электроконтактные материалы. Металлокерамические материалы.

Рассматриваемые вопросы.

Материалы для изготовления угольных электропроводящих изделий, основные электрофизические свойства, области применения, сравнительный анализ. Виды, назначение, электрофизические свойства области применения электроконтактных и металлокерамических материалов.

## **Раздел 3. Электроизоляционные материалы (ЭИМ)**

Рассматриваемые вопросы.

Поляризация диэлектриков и диэлектрическая проницаемость. Виды поляризации.

**Тема 2.** Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и от внешнего электрического поля

Рассматриваемые вопросы.

Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и от частоты переменного электрического поля.

Виды диэлектрических потерь. Механизмы возникновения потерь

**Тема 3.** Электрическая прочность электроизоляционных материалов

Рассматриваемые вопросы.

Способы определения электрической прочности, единицы измерения, факторы, влияющие на электрическую прочность

#### **Тема 4. Пробой газов, жидких и твердых диэлектриков**

Факторы, влияющие на качество электроизоляционных материалов (ЭИМ).

Требования к электроизоляционным материалам (ЭИМ).

Рассматриваемые вопросы. Электрофизические явления при пробое газообразных диэлектриков. Коронный разряд в газе. Электрофизические явления при пробое жидких диэлектриков. Электрофизические явления при пробое твердых диэлектриков, виды пробоя. Требования к электроизоляционным материалам (ЭИМ).

#### **Раздел 4. Магнитные материалы**

##### **Тема 1. Классификация веществ по магнитным свойствам**

Рассматриваемые вопросы.

Природа ферро- и феримагнетизма. Основные параметры и характеристики магнитных материалов: кривые намагничивания, виды магнитной проницаемости, петля гистерезиса.

##### **Тема 2. Связь магнитных свойств материалов с их структурой**

Рассматриваемые вопросы.

Природа и характеристики магнитных потерь. Виды магнитных потерь. Ферромагнетики и феримагнетики. Магнитомягкие материалы и их классификация. Структура и свойства ферритов. Магнитные сплавы и ферриты. Постоянные магниты и области их применения.

### **4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия**

Таблица 4

#### **Содержание лекций/ лабораторных работ /практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Классификация электротехнических материалов</b>			тестирование в онлайн режиме на платформе Online Test Pad	<b>8</b>
	<b>Тема 1.</b> Цели и задачи курса. Классификация электротехнических материалов	Лекция № 1. Цели и задачи курса. Классификация электротехнических материалов. Электротехнические материалы, области применения, основные характеристики. (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2);		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Тема 2.</b> Влияние температуры, чистоты, пластической деформации на удельное электрическое сопротивление металлов. Явления сверхпроводимости и криопроводимости.	Практическое занятие №1. Последовательное и параллельное соединение резисторов. Природа электрического и удельного сопротивлений. Mentimeter.	УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2);	Устный опрос (Mentimeter) Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие №2. Определение мощности и количества теплоты при параллельном и последовательном соединении резисторов. Mentimeter.	УК-1 (УК-1.3); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)	Устный опрос (Mentimeter) Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие №3. Закон Ома, Джоуля-Ленца. Проводимость. Mentimeter.	УК-1 (УК-1.3); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
2.	<b>Раздел 2. Проводниковые материалы</b>			тестирование в онлайн режиме на платформе Online Test Pad	8
	<b>Тема 1.</b> Проводниковые материалы: медь, алюминий и их сплавы	Лекция № 2. Проводниковые материалы: медь, алюминий и их сплавы. (лекция-беседа) Mentimeter.	УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)		2
		Практические занятия №4,5. Влияние температуры на удельное электрическое сопротивление проводников. Mentimeter.	УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)	Устный опрос (Mentimeter) Решение типовых задач в условиях ограничения времени	4
	<b>Тема 2.</b> Угольные электропроводящие изделия	Лекция № 3. Угольные электропроводящие изделия. (лекция-визуализация, с элементами VR-технологии).	УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
3.	<b>Раздел 3. Электроизоляционные материалы</b>			тестирование в онлайн режиме на платформе Online Test Pad	<b>12</b>
	<b>Тема 1. Основные параметры диэлектрических материалов</b>	Лекция № 4. Основные параметры диэлектрических материалов. (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)		2
		Практическое занятие №6. Определение объемного и поверхностного удельного сопротивления твердых электроизоляционных материалов. Mentimeter.	УК-1 (УК-1.3); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)	Устный опрос (Mentimeter) Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
	<b>Тема 2. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и от внешнего электрического поля</b>	Лекция № 5. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и от внешнего электрического поля. (лекция-беседа) Mentimeter.	УК-1 (УК-1.3); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)		2
	<b>Тема 3. Электрическая прочность электроизоляционных материалов</b>	Лекция № 6. Электрическая прочность электроизоляционных материалов. (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)		2
		Практическое занятие №7. Определение электрической прочности газообразных диэлектриков. Mentimeter.	УК-1 (УК-1.3); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
	<b>Тема 4. Пробой газов, жидких и твердых диэлектриков</b>	Лекция № 7. Пробой газов, жидких и твердых диэлектриков. (лекция-визуализация)	УК-1 (УК-1.3); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
4.	<b>Раздел 4. Магнитные материалы</b>			тестирование в онлайн режиме на платформе Online Test Pad	4
	<b>Тема 1. Классификация веществ по магнитным свойствам</b> <b>Тема 2. Связь магнитных свойств материалов с их структурой</b>	Лекция 8. Классификация веществ по магнитным свойствам. Связь магнитных свойств материалов с их структурой. (мультимедиа-лекция, с элементами VR-технологии).	УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)		2
	<b>Тема 2. Связь магнитных свойств материалов с их структурой</b>	Практическое занятие №8. Определение магнитной индукции. Mentimeter.	УК-1 (УК-1.3); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)	Устный опрос (Mentimeter) Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Классификация электротехнических материалов</b>		
1.	Тема 1. Классификация электротехнических материалов. Электротехнические материалы, области применения, основные характеристики Влияние температуры, чистоты, пластической деформации на удельное сопротивление	Сущность явления сверхпроводимости и перспективы его использования. Физический смысл температурного коэффициента сопротивления применительно к металлам. УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)
<b>Раздел 2. Проводниковые материалы</b>		
2.	Тема 1. Проводниковые меди, алюминий и их сплавы. Требования к проводниковым материалам. Проводниковые материалы с высоким удельным электрическим сопротивлением	Основные электрофизические свойства меди и ее сплавов, проводникового алюминия. Требования, предъявляемые к проводниковым материалам с малым удельным сопротивлением УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 3. Электроизоляционные материалы</b>		
3.	Тема 1. Поляризация диэлектриков и диэлектрическая проницаемость	Виды поляризации. Абсолютная и относительная диэлектрическая проницаемость УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)
4	Тема 2. Факторы, влияющие на диэлектрическую проницаемость. Потери энергии в диэлектриках	Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и от частоты переменного электрического поля. Виды диэлектрических потерь. Механизмы возникновения потерь УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)
<b>Раздел 4. Магнитные материалы</b>		
5.	Тема 1. Классификация веществ по магнитным свойствам	Магнитные материалы на основе железа. Термообработка, структура и свойства магнитов. Изготовление магнитов УК-1 (УК-1.3); ПКос-2 (ПКос-2.2); ПКос-4 (ПКос-4.1), (ПКос-4.2)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Проводниковые материалы: медь, алюминий и их сплавы	Л	Технология проблемного обучения (лекция- беседа) Mentimeter.
2.	Угольные электропроводящие изделия	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация, с элементами VR-технологии).
3.	Классификация веществ по магнитным свойствам. Связь магнитных свойств материалов с их структурой	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция, с элементами VR-технологии).
8.	Влияние температуры на удельное электрическое сопротивление проводников	ПЗ	Технология контекстного обучения. (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
9.	Определение электрической прочности газообразных диэлектриков.	ПЗ	Технология контекстного обучения. (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
10.	Определение магнитной индукции.	ПЗ	Технология контекстного обучения. (решение типовых задач в условиях ограничения времени)

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

При изучении разделов дисциплины «Электротехнические материалы» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, решения типовых задач, выполнение заданий и ответы на вопросы, в том числе в условиях ограничения времени, выполнение обучающе-диагностических тестов после изучения каждого раздела дисциплины в онлайн режиме на платформе Online Test Pad, выполнение расчетно-графической работы.

Промежуточный контроль знаний: зачет.

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

При изучении дисциплины «Электротехнические материалы» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы. Задачей выполнения расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы, навыков поиска (применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители).

Для выполнения расчетно-графической работы студенту следует изучить теоретический материал по литературе.

Расчетно-графическая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием специализированных информационных материалов. Работа носит расчетно-графический характер и обязательно выполняется в программе КОМПАС или AutoCad. Оформляется расчетно-графическая работа в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

Расчетно-графическая работа состоит из четырех заданий.

Примерные задания к расчетно-графической работе

### **Задание №1**

В представленной схеме (Рис. 1) заданы значения:  $R_1 = R_3$  (Ом),  $R_2$  (Ом),  $R_4$  (Ом),  $I_3$  (А).

Необходимо вычислить напряжение источника  $U$  (B) и ток источника  $I$  (A).

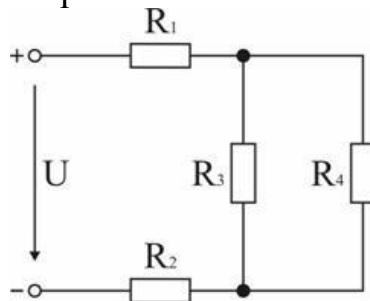


Рис. 1

### **Задание №2**

При температуре  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) вольфрамовая спираль электрической лампочки имеет сопротивление  $R$  (Ом), при включении ее в сеть постоянного тока с

напряжением  $U=220$  В по спирали идет ток  $I$  (А). Определить температуру  $T_h$  ( $^{\circ}$ С) накала нити лампочки, если ее длина равна  $l$  (мм).

### Задание №3

Определить величину напряженности  $E$  (мВ/м) электрического поля между пластинами в воздушном зазоре толщиной  $d$  (см), если напряжение между ними равно  $U$  (кВ). (Рис. 2).

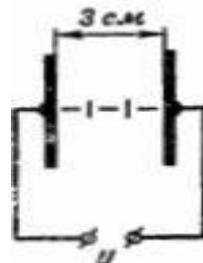


Рис. 2

Построить графическую зависимость электрической прочности  $E_{np}$  (МВ/м) от расстояния между электродами  $h=10$  см,  $h=8$  см,  $h=6$  см,  $h=4$  см,  $h=2$  см.

### Задание №4

Между плоскостями электродов имеется конденсаторная керамика толщиной  $h$  (м). Определить, при какой величине напряжения  $U$  (В) может наступить пробой этой керамики, если частота подводимого напряжения  $f$  (Гц).

Удельная теплопроводимость металла электродов  $\gamma_{т.э} = 380 \text{ Вт} / \text{м} \cdot {^{\circ}\text{К}}$ , коэффициент теплопередачи из диэлектрика в металл электродов  $\sigma = 1 \cdot 10^3 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot {^{\circ}\text{К}}$ . Толщина электродов  $\ell = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

Удельная теплопроводимость керамики, титаната и рутила  $\gamma_t = 25 \text{ Вт} / \text{м} \cdot {^{\circ}\text{К}}$ .

При  $T=20^{\circ}\text{C}$  для керамики диэлектрическая проницаемость  $\varepsilon = 168$ , тангенс угла диэлектрических потерь  $\operatorname{tg} \delta_o = 1 \cdot 10^{-3}$ , температурный коэффициент  $\alpha = 0,02 \text{ к}^{-1}$ .

При  $T=20^{\circ}\text{C}$  для титаната кальция диэлектрическая проницаемость  $\varepsilon = 168$ , тангенс угла диэлектрических потерь  $\operatorname{tg} \delta_o = 1 \cdot 10^{-3}$ , температурный коэффициент  $\alpha = 0,02 \text{ к}^{-1}$ .

При  $T=20^{\circ}\text{C}$  для рутила диэлектрическая проницаемость  $\varepsilon = 168$ , тангенс угла диэлектрических потерь  $\operatorname{tg} \delta_o = 1 \cdot 10^{-3}$ , температурный коэффициент  $\alpha = 0,02 \text{ к}^{-1}$ .

Вариант задания расчетно-графической работы выдается преподавателем дисциплины индивидуально каждому студенту.

Для выполнения расчетно-графической работы студенту следует изучить теоретический материал по рекомендуемой литературе.

Без выполнения расчетно-графической работы студент к зачету не допускается.

2) Пример перечня вопросов для устного опроса студентов для текущего контроля знаний, обучающихся:

**По разделу 1. Классификация электротехнических материалов**

**Тема 2.** Влияние температуры, чистоты, пластической деформации на удельное электрическое сопротивление металлов. Явления сверхпроводимости и криопроводимости.

Практическое занятие № 1.

Последовательное и параллельное соединение резисторов. Природа электрического и удельного сопротивлений.

Перечень вопросов для устного опроса

1. Напишите формулу для определения общего сопротивления для последовательного соединения проводников.
2. Напишите формулу для определения общего сопротивления для параллельного соединения проводников.
3. Напишите формулу для определения общего напряжения для последовательного соединения проводников.
4. Напишите формулу для определения общего напряжения для параллельного соединения проводников.
5. Напишите формулу для определения общей силы тока для последовательного соединения проводников.
6. Напишите формулу для определения общей силы тока для параллельного соединения проводников.

3) Пример типовых задач для текущего контроля знаний, обучающихся (решение задач на ПК в режиме ограничения времени):

**По разделу 3. Электроизоляционные материалы**

**Тема 1.** Основные параметры диэлектрических материалов

Практическое занятие № 5. Определение объемного, удельного сопротивления твердых электроизоляционных материалов.

**Задача 1.** Токоведущие пластины отделены друг от друга изолятором из фарфора в виде куба высотой  $h=10$  мм и с шириной каждой грани  $a=10$  мм. К пластинам приложено напряжение  $U$  (В) и по поверхности изолятора от одной пластины к другой протекает ток, величина тока  $I=0,4$  мА. Какое напряжение приложено к пластинам? Величина удельного поверхностного сопротивления фарфора:  $p_s=10^{10}$  Ом.

**Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):**

1. Как классифицируют электротехнические материалы?
2. Какова сущность явления сверхпроводимости и перспективы его использования?
3. Каков физический смысл температурного коэффициента сопротивления применительно к металлам?
4. Как влияют пластическая деформация и наличие примесей на электрическую проводимость металлов?

5. Перечислите требования, предъявляемые к проводниковым материалам с малым удельным сопротивлением.
6. Каковы основные электрофизические свойства меди и её сплавов, проводникового алюминия?
7. Какова технология изготовления электроугольных изделий?
8. Каковы области использования электроугольных изделий?
9. Каковы свойства металлокерамических контактных материалов?
10. Какими характерными свойствами обладают и как используются металлы с высоким удельным электрическим сопротивлением?
11. Что понимается под совместимостью электротехнических материалов?
12. Как подразделяются электротехнические материалы по поведению в электрическом поле?
13. Назовите основные виды проводников электрического тока?
14. Дайте определение, что такое температурный коэффициент сопротивления?
15. Объясните, почему температурный коэффициент сопротивления в металлах имеет положительные значения?
16. Почему металлические сплавы типа твердых растворов обладают более высоким удельным сопротивлением, чем чистые компоненты, образующие сплавы?
17. Какие признаки лежат в основе классификации проводниковых материалов?
18. Какие преимущества, как проводниковый материал, имеет алюминий по сравнению с медью?
19. Какие свойства, кроме электрических, важны для проводниковых материалов?
20. Какие материалы используются для изготовления резисторов?
21. Что такое «термопара», для чего она используется? Назовите примеры термопар?
22. От чего зависят и как определяются объёмный и поверхностный токи утечки через изоляционный материал?
23. Какова физическая сущность явления поляризации изоляционного материала, какие виды поляризации Вам известны?
24. Какой величиной оценивают способность диэлектрика поляризоваться в электрическом поле?
25. Какова физическая сущность диэлектрических потерь в диэлектрике при действии на него переменного электрического поля?
26. Какое свойство диэлектрика оценивают тангенсом угла диэлектрических потерь и от чего зависит его величина?
27. Как измеряют диэлектрическую проницаемость диэлектрика и тангенс угла диэлектрических потерь в нём?
28. Какие факторы и как влияют на диэлектрические потери в изоляционном материале?
29. Поясните понятие «электрическая прочность изоляционного материала», как определяется электрическая прочность газообразных, жидких и твёрдых диэлектриков?

30. Поясните явление электропроводности газообразного диэлектрика.
31. Какова зависимость тока от напряжения, приложенного к электродам, помещённым в газовую среду?
32. Что такое «ударная ионизация» газа?
33. Как зависит напряжение пробоя газового промежутка от давления газа и расстояния между электродами?
34. Что такое «коронный разряд» в газе, каковы условия его образования?
35. Каковы области использования тлеющего, коронного и дугового разрядов в газе?
36. Каков механизм пробоя жидкых диэлектриков, от каких факторов зависит их электрическая прочность?
37. Каковы механизмы теплового, электрического, ионизационного пробоя и перекрытия твёрдых диэлектриков, какие факторы влияют на эти процессы?
38. Каковы меры предотвращения пробоя и перекрытия твёрдых диэлектриков?
39. Как определяют твёрдость непластичных, хрупких и плёночных материалов?
40. Каким методам испытаний подвергают твёрдые изоляционные материалы для определения их механических и тепловых характеристик?
41. Каковы методы определения вязкости жидкых изоляционных материалов?
42. Как влияют эксплуатационные факторы на качества изоляционных материалов?
43. Каковы методы очистки и регенерации изоляционных жидкостей и какое оборудование для этого используется?
44. Какие требования предъявляют к изоляционным материалам?
45. Какие газообразные и жидкие диэлектрики Вам известны и каковы их основные качества?
46. Что такое поляризация диэлектрика?
47. Назовите основные виды диэлектрических потерь?
48. Какие виды пробоя могут быть в диэлектриках?
49. По каким признакам могут быть классифицированы диэлектрические материалы?
50. Как классифицируются вещества по магнитным свойствам?
51. Какие материалы называются ферритами?
52. Для каких целей применяются магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса?
53. Назовите важнейшие характеристики магнитомягких и магнитотвердых материалов?
54. Какая разница между ферромагнетиками и ферримагнетиками?
55. Назовите виды магнитной проницаемости различных магнитных материалов?
56. Что называется, температурой Кюри и как она определяется?
57. Назовите параметры петли гистерезиса ферромагнетиков?
58. Какие параметры характеризуют частотные свойства ферритов?
59. Назовите виды потерь в магнитных материалах?

60. Дайте определение начальной и основной кривой намагничивания?
61. Назовите обратимые и необратимые процессы намагничивания ферромагнетиков?
62. Назовите основные признаки, характеризующие ферро- и ферримагнитные материалы?
63. Что называется, магнитными доменами и какие их основные свойства?

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Электротехнические материалы» применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Критерии выставления «зачета» по системе: «зачет», «незачет» представлены в таблице 7.

Таблица 7

### **Критерии оценивания результатов обучения**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
<b>«зачет»</b>	оценка «зачет» выставляется студенту, если студент обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе демонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение материала; допущено было не более одной ошибки в содержании задания, а также не более одной неточности при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы; выполнил расчетно-графическую работу; использовал примеры из дополнительной литературы и практики; сделал вывод по излагаемому материалу; знает авторов – исследователей (ученых) по данной проблеме; выполнил все тесты на платформе Online Test Pad с результатом <u>более 50%</u> по каждому разделу <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы.</b>
<b>«незачет»</b>	оценка «незачет» выставляется студенту, если студент не знает значительную часть программного материала; допускает существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения, полное незнание литературы и источников по теме вопроса, отсутствие ответов на дополнительно заданные вопросы, не смог успешно выполнить тесты на платформе Online Test Pad по изученным разделам дисциплины. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы</b>

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

### **7.1 Основная литература**

1. Электротехническое материаловедение: Учебник, Балькова Т. И., Гайдар С. М., Пикина А. М., Голубев И. Г.; Карелина М. Ю. Москва, 2023  
<http://elib.timacad.ru/dl/full/s27092023Balkova.pdf/info>.

2. Василенко, А. А. Материаловедение. Электротехнические материалы : учебное пособие / А. А. Василенко. — Красноярск : КрасГАУ, 2018. — 151 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130061>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Кумин, В.Д. Электротехнические материалы [Текст]: учебное пособие, под ред. Н.Е. Кабдина. – М. : ФГБНУ "Росинформагротех", 2017. - 180 с. - Библиогр.: с. 176. - 111 экз. - ISBN 978-5-7367-1253-3.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Электротехническое и конструкционное материаловедение: учебник, Черепахин А. А.; Балькова Т. И.; Смолькин А. А., Ростов-на-Дону: ООО «Феникс», 2017 <http://elib.timacad.ru/dl/full/s21022022-19.07cherepahin.pdf/info>.
2. Калиничева, О. А. Электротехнические материалы : учебное пособие / О. А. Калиничева. — Архангельск : САФУ, 2018. — 151 с. — ISBN 978-5-261-01310-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161807>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Арзамасов Б.Н. Материаловедение [Текст]: учебник / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин [и др.]. - 7-е изд., стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. - 648 с. - Библиогр.: с. 630-631. - ISBN 5-7038-1860-5.
4. Боннет, В. В. Электротехнические материалы : учебное пособие / В. В. Боннет, М. Ю. Бузунова. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2019. — 97 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133397>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Васильев, С. И. Электротехнические материалы : методические указания / С. И. Васильев. — Самара : СамГАУ, 2021. — 59 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/222230>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Воробьев, В. А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. А. Воробьев. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 398 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-13776-7. – Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/466876>.

## 7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ 2.755–87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

2. ГОСТ 2.709–89 ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических системах.
3. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 6-е изд. и 7-е изд.–Новосибирск: Норматика, 2019.– 462 с.

#### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электротехнические материалы» являются лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, практические занятия в группах. По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

На лекциях излагается теоретический материал и практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

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

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Word, Excel), Кompас, AUTOCAD, Интернет, электронные ресурсы технических библиотек, Электронный учебно-методический портал РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, платформу «Onlinetestpad.com».

#### **Электронные ресурсы в сети Интернет**

1. <http://electrolibrary.by.ru> — Интернет-магазин электротехнической книги (открытый доступ);
2. <http://www.remhouse.spb.ru/gost00> — ПУЭ, СниП'ы, ГОСТ'ы (открытый доступ);
3. [www.electro-mpo.ru](http://www.electro-mpo.ru) — Электротехническая продукция МПО «Электромонтаж» (открытый доступ);
4. [www.iek.ru](http://www.iek.ru) — Электротехническая продукция ООО «ИнтерэлектроКомплект» (открытый доступ);
5. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ);
6. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ);
7. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (открытый доступ);
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).
9. <https://psytests.org/iq/shtur/shturA-run.html>
10. <https://portal.timacad.ru>

11. <https://onlinetestpad.com/vmptgicdboani>

12. <https://www.mentimeter.com/>

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1 «Классификация электротехнических материалов»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, Составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014
2.	Раздел 2 «Проводниковые материалы»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, Составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014
3.	Раздел 3 «Электроизоляционные материалы»	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, Составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft  Autodesk  Microsoft	2016 2016  2020  2016 2014

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

Таблица 9

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

<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1	2
Корпус № 24, аудитория № 306	Компьютерный класс тип 2: компьютеров –26 шт., проектор AcerH6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт.
Корпус № 24, аудитория № 311	Лаборатория «Электротехнические материалы». Компьютер – 1 шт.; парт – 11 шт. ; стол преподавателя – 1 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	Wi-Fi, Интернет-доступ
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	Рабочие места с письменным столом и стулом

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

Дисциплина «Электротехнические материалы» стоит в ряду дисциплин, призванных непосредственно формировать компетенции будущих бакалавров. При построении структуры данной дисциплины и наполнении ее содержанием необходимо учитывать обширность и постоянное обновление номенклатуры электротехнических материалов, многообразие их параметров, зависящих от воздействия окружающей среды и конструктивно-технологических условий работы. Кроме того, необходимость активной работы со справочной литературой требует от студентов значительных временных затрат.

Из этого можно сделать вывод, что процесс обучения в рамках данной дисциплины требует такой его организации, при которой студенты должны включаться в активную деятельность, направленную не только на усвоение знаний, умений, навыков и способов мышления, но и на выработку определенных компетенций. Это означает, что методика дисциплины «Электротехнические материалы» с необходимостью предполагает широкое использование учебных задач в процессе изучения электротехнических материалов и их свойств. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с пре-

подавателем и самостоятельная работа обучающихся).

Учебные занятия представлены следующими видами и проведением 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;

занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Электротехнические материалы» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на **лекциях**. Самостоятельно производить расчеты с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Используя информационные технологии, знакомиться с новыми электротехническими материалами. Организовать электронное хранилище информации по своей специальности и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.
2. На **практических занятиях** обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.

**Самостоятельная работа** студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам по рекомендованной литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (расчетно-графической работы).

Расчетно-графическую работу выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего материала дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Регулярно посещать тематические выставки.

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

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме практического занятия.

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

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электротехнические материалы», согласно структуре, являются лекции, практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

Чтение **лекций** осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации.

На лекциях излагается теоретический материал: дается оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения.

Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п. Продолжительность фильма рекомендуется не более 5-7 минут.

На лекциях следует обратить особое внимание на основные сведения о физической сущности явлений, происходящих в электротехнических материалах, их природу и свойства, области применения и технические требования к электротехническим материалам.

**Практические занятия** проводятся в виде решения задач: расчёт и построение графиков и зависимостей.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на практических занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электрооборудованию.

**Самостоятельная работа** студентов предполагает проработку лекционного материала, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку к лабораторным работам, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (расчетно-графической работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия, использовать *Internet*-ресурсы, компьютерное тестирование по разделам дисциплины, информационные базы, методические разработки, специальную учебную и научную литературу.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электрооборудованию.

Рекомендуется посещение тематических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

Программу разработал:

Беленов В.Н., к.т.н.,

(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 «Электротехнические материалы»  
ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Автоматизация и  
роботизация технологических процессов  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Нормовым Дмитрием Александровичем, профессором кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Электротехнические материалы» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов (бакалавриат) разработанной Беленовым В.Н., к.т.н., доцентом кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина Института механики и энергетики имени В.П. Горячина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

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 35.03.06 Агроинженерия. 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 части учебного цикла, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.
3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Электротехнические материалы» закреплены 3 (три) компетенции и четыре индикатора для всех компетенций. Дисциплина «Электротехнические материалы» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.
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 3 зачётные единицы (108 часов).
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 35.03.06 Агроинженерия и возможность дублирования в содержании отсутствует.
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 занятия в интерактивной форме.
10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.
11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, и участие в дискуссиях, решение задач, выполнение расчетно-графической работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1, ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 6 наименования, нормативными правовыми актами – 3; интернет-ресурсами – 12 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Электротехнические материалы» 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 **35.03.06 Агроинженерия, направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Беленовым Виталием Николаевичем, к.т.н., доцентом кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Нормов Д.А., профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук



(подпись)

« 20 » июня 2025 г.