

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

И. о. декана факультета энергетики и систем  
управления

\_\_\_\_\_ /А.В. Бурковский/  
\_\_\_\_\_ 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Электротехническое и конструкционное материаловедение»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электроснабжение

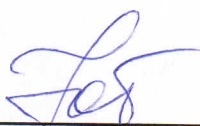
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2025

Автор программы

\_\_\_\_\_  Ю.А. Перцев

Заведующий кафедрой

Электромеханических

систем и электроснабжения

\_\_\_\_\_  А.В. Тикунов

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_  Н.В. Ситников

Воронеж 2025

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Формирование знаний о составе, структуре, свойствах, получении, обработке, экспериментальных исследованиях и применении материалов в электроэнергетических и электротехнических устройствах

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

1.2.1. Усвоение студентами теоретических знаний для четкого представления физической сущности явлений, происходящих в условиях производства и эксплуатации в электротехнических и конструкционных материалах

1.2.1. Знакомство с основными свойствами и характеристиками материалов

1.2.3. Приобретение навыков по правильному выбору материалов для определенных условий работы с целью обеспечения высокой надежности и долговечности оборудования, в котором они используются, изучение типовых экспериментальных исследований материалов

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Электротехническое и конструкционное материаловедение» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Электротехническое и конструкционное материаловедение» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-5 - Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>                                                                                              |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5              | знать области применения, свойства и характеристики конструкционных и электротехнических материалов                                                                   |
|                    | уметь выбирать конструкционные и электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности. |
|                    | владеть методами исследования конструкционных и электротехнических материалов                                                                                         |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электротехническое и конструкционное материаловедение» составляет 5 з.е.

##### Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий очная форма обучения

| Виды учебной работы                     | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------------|-------------|----------|
|                                         |             | 2        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>       | 68          | 68       |
| В том числе:                            |             |          |
| Лекции                                  | 34          | 34       |
| Лабораторные работы (ЛР)                | 34          | 34       |
| <b>Самостоятельная работа</b>           | 85          | 85       |
| Часы на контроль                        | 27          | 27       |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +           | +        |
| Общая трудоемкость:                     |             |          |
| академические часы                      | 180         | 180      |
| зач.ед.                                 | 5           | 5        |

##### заочная форма обучения

| Виды учебной работы                     | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------------|-------------|----------|
|                                         |             | 5        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>       | 12          | 12       |
| В том числе:                            |             |          |
| Лекции                                  | 4           | 4        |
| Лабораторные работы (ЛР)                | 8           | 8        |
| <b>Самостоятельная работа</b>           | 159         | 159      |
| Часы на контроль                        | 9           | 9        |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +           | +        |
| Общая трудоемкость:                     |             |          |
| академические часы                      | 180         | 180      |
| зач.ед.                                 | 5           | 5        |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

##### очная форма обучения

| № п/п | Наименование темы                | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                      | Лекц | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----|------------|
| 1     | Конструкционное материаловедение | Предмет и задачи дисциплины. Классификация конструкционных материалов.<br>Кристаллическое строение металлов.<br>Пластическая и упругая деформация.<br>Методы определения механических свойств металлов.<br>Диаграммы состояния.<br>Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма | 14   | 8         | 35  | 57         |

|              |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |           |           |            |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              |                                     | состояния Fe-C. Классификация и маркировка углеродистых сталей. Чугуны<br>Основы термической обработки.<br>Легированные стали и сплавы.<br>Цветные металлы и их сплавы.<br>Методы получения и обработки металлов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |           |           |            |
| 2            | Электротехническое материаловедение | Классификация электротехнических материалов.<br>Диэлектрики. Поляризация диэлектриков.<br>Диэлектрическая проницаемость.<br>Электропроводность диэлектриков.<br>Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков.<br>Физико-химические свойства диэлектриков.<br>Проводниковые материалы. Классификация проводниковых материалов и их свойства.<br>Проводниковые материалы высокой проводимости. Сверхпроводники и криопроводники. Проводниковые сплавы высокого сопротивления. Припой.<br>Неметаллические проводники.<br>Полупроводниковые материалы. Основные понятия и классификация полупроводниковых материалов. Электропроводность полупроводников. Эффект Холла.<br>Влияние внешних факторов на электропроводность полупроводников. Элементы и соединения со свойствами полупроводников<br>Магнитные материалы. Классификация, общие сведения и характеристики магнитных материалов. Магнитомягкие материалы: железо и его сплавы, кремнистая электротехническая сталь, магнитомягкие ферриты, альсиферы, пермаллои.<br>Магнитотвердые материалы: основные характеристики, легированные мартенситные стали, литые магнитотвердые материалы, магниты из порошков, магнитотвердые ферриты и пластически деформируемые сплавы. | 20        | 26        | 50        | 96         |
| <b>Итого</b> |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>34</b> | <b>34</b> | <b>85</b> | <b>153</b> |

### заочная форма обучения

| № п/п | Наименование темы                   | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Лекц | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----|------------|
| 1     | Конструкционное материаловедение    | Предмет и задачи дисциплины. Классификация конструкционных материалов.<br>Кристаллическое строение металлов.<br>Пластическая и упругая деформация.<br>Методы определения механических свойств металлов.<br>Диаграммы состояния.<br>Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния Fe-C. Классификация и маркировка углеродистых сталей. Чугуны<br>Основы термической обработки.<br>Легированные стали и сплавы.<br>Цветные металлы и их сплавы.<br>Методы получения и обработки металлов.                                                                                                            | 2    | 4         | 70  | 76         |
| 2     | Электротехническое материаловедение | Классификация электротехнических материалов.<br>Диэлектрики. Поляризация диэлектриков.<br>Диэлектрическая проницаемость.<br>Электропроводность диэлектриков.<br>Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков.<br>Физико-химические свойства диэлектриков.<br>Проводниковые материалы. Классификация проводниковых материалов и их свойства.<br>Проводниковые материалы высокой проводимости. Сверхпроводники и криопроводники. Проводниковые сплавы высокого сопротивления. Припой.<br>Неметаллические проводники.<br>Полупроводниковые материалы. Основные понятия и классификация полупроводниковых | 2    | 4         | 89  | 95         |

|              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |          |            |            |
|--------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|------------|------------|
|              |  | материалов. Электропроводность полупроводников. Эффект Холла. Влияние внешних факторов на электропроводность полупроводников. Элементы и соединения со свойствами полупроводников. Магнитные материалы. Классификация, общие сведения и характеристики магнитных материалах. Магнитомягкие материалы: железо и его сплавы, кремнистая электротехническая сталь, магнитомягкие ферриты, альсиферы, пермаллой. Магнитотвердые материалы: основные характеристики, легированные мартенситные стали, литые магнитотвердые материалы, магниты из порошков, магнитотвердые ферриты и пластически деформируемые сплавы. |          |          |            |            |
| <b>Итого</b> |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>4</b> | <b>8</b> | <b>159</b> | <b>171</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

- Определение твердости материалов
- Исследование бинарных сплавов
- Определение удельного объемного и поверхностного электрического сопротивления твердых диэлектриков
- Определение тангенса диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости на высоких частотах
- Исследование пробоя диэлектриков
- Исследование сопротивления изоляции обмоток
- Определение условной вязкости жидких диэлектриков
- Воздействие света на электропроводность полупроводников
- Исследование потерь в листовых ферромагнитных материалах

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции     | Критерии оценивания                                                                    | Аттестован                                                    | Не аттестован                                                   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ОПК-5       | знать области применения, свойства и характеристики конструкционных и | Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|  |                                                                                                                                                                        |                                                           |                                                               |                                                                 |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|  | электротехнических материалов                                                                                                                                          | лабораторных работ                                        |                                                               |                                                                 |
|  | уметь выбирать конструкционные и электротехнические материалы в соответствии с требованиями характеристиками для использования в области профессиональной деятельности | Решение стандартных практических задач                    | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|  | владеть методами исследования конструкционных и электротехнических материалов                                                                                          | Решение прикладных задач в конкретной предметной области, | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются во 2 семестре для очной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                                      | Критерии оценивания                    | Отлично                                                | Хорошо                                                                                | Удовл.                                                   | Неудовл.                             |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ОПК-5       | знать области применения, свойства и характеристики конструкционных и электротехнических материалов                                                                    | Тест                                   | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%                                                            | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь выбирать конструкционные и электротехнические материалы в соответствии с требованиями характеристиками для использования в области профессиональной деятельности | Решение стандартных практических задач | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | владеть методами исследования                                                                                                                                          | Решение прикладных                     | Задачи решены в                                        | Продемонстрирован                                                                     | Продемонстрирован                                        | Задачи не решены                     |

|  |                                                 |                                       |                                        |                                                                     |                                        |  |
|--|-------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|
|  | конструкционных и электротехнических материалов | задач в конкретной предметной области | полном объеме и получены верные ответы | верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | верный ход решения в большинстве задач |  |
|--|-------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию Сколько типов кристаллических решеток имеет большинство**

**металлов:**

1. два;
2. три;
3. четыре.

**Как называется свойство, заключающееся в зависимости характеристик металла от направления в кристалле:**

1. полиморфизмом;
2. изометрией;
3. анизотропией.

**Линейными дефектами кристаллической решетки являются:**

1. вакансии;
2. дислокации;
3. трещины.

**Содержание углерода в эвтектоидной стали составляет:**

1. 4,3 %;
2. 2,14 %;
3. 0,8 %.

**Цементит это:**

1. смесь феррита и аустенита;
2. смесь перлита и и аустенита;
3. химическое соединение железа с углеродом.

**Содержание углерода в чугунах:**

1. более 2,14 %;
2. более 4,3 %;
3. менее 0,8 %.

**Латуни это:**

1. сплавы алюминия с цинком;
2. сплавы меди с цинком;
3. сплавы меди со всеми элементами, кроме цинка.

**Твердость это:**

1. способность материала сопротивляться разрушению под действием динамических сил;
2. способность материала противостоят действию низких температур;
3. способность материала противостоят внедрению другого более

твёрдого тела.

**При закалке может образовываться следующая структура:**

1. мартенсит;
2. феррит;
3. ледебурит.

**Легированная сталь это:**

1. смесь железа с углеродом;
2. смесь железа с цинком;
3. смесь железа, углерода и других элементов.

**Процесс упорядочения связанных электрических зарядов внутри диэлектрика под действием внешнего электрического поля называется:**

1. поляризацией;
2. током абсорбции;
3. насыщение.

**Явление, при котором диэлектрик под действием высокого напряжения может быть разрушен силой электрического поля называется:**

1. проводимостью;
2. пробоем;
3. поляризацией.

**Мощность, рассеиваемая в диэлектрике под действием электрического поля, и вызывающие его нагрев называется:**

1. намагничиванием;
2. аллотропией;
3. диэлектрическими потерями.

**Диэлектрики служат для создания:**

1. изоляции токоведущих частей электроустановок;
2. самих токоведущих частей электроустановок;
3. магнитопроводов.

**В качестве проводников электрического тока служат:**

1. металлы и их сплавы;
2. неметаллические материалы;
3. магнитные материалы.

**Электрический ток в электролитах представляет собой?**

1. направленный поток ионов;
2. взрыв ионов;
3. хаотическое движение электронов.

**Чаще всего используются полупроводниковые материалы:**

1. смешанные;
2. примесные;
3. собственные.

**Электропроводность полупроводниковых материалов бывает:**

1. n – типа;
2. f – типа;
3. v – типа.

**Ферромагнетики, будучи один раз намагничены, сохраняют состояние намагниченности в течение ряда лет - это**

1. магнитнотвердые материалы;
2. магнитномягкие материалы;
3. магнитно-насыщенные материалы .

**Отличительной особенностью всех ферромагнитных материалов является:**

1. намагничивание в магнитных полях;
2. способность не пропускать электрический ток;
3. электропроводность.

#### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

**Какой чугун выбирают для простых по конфигурации изделий?**

1. белый;
2. серый;
3. ковкий.

**Ковкий чугун маркируется**

1. КЧ 30-1;
2. ВЧ 38-1,7;
3. СЧ 40-1,4.

**В углеродистых инструментальных сталях в маркировке ставится буква:**

1. И;
2. А;
3. У.

**Углеродистые конструкционные качественные стали обозначаются:**

1. буквами;
2. цифрами;
3. буквами и цифрами.

**Если в марке легированной стали после буквы, обозначающей легируемый элемент, цифра не ставится то это означает:**

1. легирующего элемента менее 1%;
2. легирующего элемента более 1%;
3. легирующего элемента не более 1%

**У высококачественных сталей в конце маркировки ставится буква:**

1. А;
2. Б;
3. В.

**Получение стали с высокой твёрдостью, прочностью, износостойчивостью достигается:**

1. отжигом;
2. нормализацией;
3. закалкой.

**Для повышения твердости и износостойкости поверхности при**

**достаточной вязкости сердцевины необходимо выполнить:**

1. силицирование;
2. цинкование;
3. цементацию.

**Коррозионностойкие (хромистые) стали содержат хрома не менее:**

1. 7%;
2. 10%;
3. 12%.

**Для повышения жаропрочности в сталь добавляют:**

1. никель и хром;
2. медь и алюминий;
3. вольфрам и молибден.

**В марке бронзы БрАЖ 9-4 содержится...**

1. азота 9%, железа 4%, меди 80%;
2. алюминия 9%, железа 4%, меди 87%;
3. железа 9%, алюминия 4%, меди 87%.

**В маркировке припоя ПОС-90 цифра обозначает ...**

1. 90% олова. ;
2. 90% свинца;
3. свинца и олова 90%.

**Какие сплавы используются для изготовления постоянных магнитов:**

1. ЮН14ДК24;
2. 45Н;
3. 4000НМ.

**7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

**Определите твердость по методу Бринелля если нагрузка  $P = 750$**

**кГс, диаметр шарика 5 мм, диаметр отпечатка 2 мм**

1. 500 кГс/мм<sup>2</sup>;
2. 395 кГс/мм<sup>2</sup>;
3. 229 кГс/мм<sup>2</sup>.

**Какая сталь не используется в качестве строительной**

1. 17ГС;
2. 14Г2;
3. 20Х13.

**Какая легированная сталь может быть применяться в качестве жаропрочной?**

1. 16М;
2. Р6М5;
3. ШХ13.

**Определите пробивное напряжение в диэлектрике, если напряженность электрического поля при пробое равна 20 кВ/мм, толщина диэлектрика 5 мм**

1. 100 кВ;
2. 200 кВ;
3. 50 кВ.

**Определите потери в диэлектрике, если приложенное напряжение  $U = 10$  кВ . частота переменного тока  $f = 1000$  Гц . емкость  $C = 10^{-8}$  Ф,  $\text{tg}\delta = 0.01$**

1. 62,8 Вт;
2. 314 Вт;
3. 100 Вт.

**Выберите термопластический материал:**

1. поливинилхлорид;
2. гетинакс;
3. фибра.

**Что используется в качестве основной изоляции кабелей высокого напряжения**

1. пропиточная бумага;
2. картон;
3. кабельная бумага.

**Какие материал не относятся к классу нагревостойкости С**

1. фторопласт-4;
2. полиимиды;
3. стеклоткани.

**Для изготовления нагревательных элементов можно использовать следующие сплавы:**

1. нихромы;
2. манганин;
3. копель.

**Для изготовления термопар можно использовать:**

1. хромель;
2. алюминий;
3. свинец.

**Датчик Холла используется для измерения:**

1. температуры;
2. давления;
3. параметров магнитного поля.

**Для изготовления магнитопроводов электрических машин используют сталь**

1. 2212;
2. 40Х13;
3. 45Н.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Понятие материаловедения. Классификация конструкционных материалов.
2. Кристаллическое и аморфное строение металлов. Основные типы кристаллических решеток.
3. Дефекты кристаллических решеток.
4. Упругая и пластическая деформация. Наклеп.
5. Механические свойства материалов. Определение твердости.
6. Испытания на растяжение и ударный изгиб (вязкость).
7. Усталость и долговечность. Испытания на усталость.
8. Понятие о строении сплавов и диаграммах их состояния.
9. Основные типы диаграмм бинарных сплавов. Правила фаз и отрезков.
10. Компоненты и фазы железоуглеродистых сплавов. Диаграмма Fe-C.
11. Классификация и маркировка углеродистых сталей.
12. Чугуны.
13. Виды термической обработки. Понятие переохлажденного аустенита. Превращения, протекающие при охлаждении в стали.
14. Отжиг и нормализация. Закалка. Отпуск. Поверхностная закалка.
15. Химико-термическая обработка.
16. Термомеханическая обработка.
17. Классификация и маркировка легированных сталей.
18. Конструкционные и инструментальные стали. Стали и сплавы с особыми свойствами.
19. Алюминий, медь, магний и их сплавы.
20. Классификация электротехнических материалов.
21. Понятие поляризации и диэлектрической проницаемости.
22. Основные виды поляризации.
23. Диэлектрическая проницаемость газов, жидких и твердых диэлектриков.
24. Общие представления об электропроводности диэлектриков. Токи, протекающие через диэлектрик.
25. Объемная и поверхностная электропроводность диэлектриков.
26. Электропроводность газов, жидких и твердых диэлектриков.
27. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.
28. Диэлектрические потери: основные понятия, векторная диаграмма, формула для определения.
29. Виды диэлектрических потерь.
30. Диэлектрические потери в газах, жидких и твердых диэлектриках.
31. Понятие пробоя и параметры его характеризующие
32. Пробой в газах, жидких и твердых диэлектриках.
33. Физико-химические свойства диэлектриков: влажностные,

тепловые, механические

34 Классификация магнитных материалов.

35 Общие сведения о магнитных материалах: чем создается магнитный момент, домены, намагничивание с позиций доменной структуры, магнитострикция, анизотропия, кривая намагничивания, петля гистерезиса, магнитные потери, магнитотвердые и магнитомягкие материалы.

36 Магнитомягкие материалы: железо и его сплавы, кремнистая электротехническая сталь, магнитомягкие ферриты, альсиферы, пермаллои.

37 Магнитотвердые материалы: основные характеристики, легированные мартенситные стали, литые магнитотвердые материалы, магниты из порошков, магнитотвердые ферриты и пластически деформируемые сплавы

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства        |
|-------|------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| 1     | Конструкционное материаловедение         | ОПК-5                          | Тест, опрос, защита лабораторной работы |
| 2     | Электротехническое материаловедение      | ОПК-5                          | Тест, опрос, защита лабораторной работы |

#### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач

на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Богородицкий, Н.П. Электротехнические материалы : Учебник / Н. П. Богородицкий, В. В. Пасенков, Б. М. Тареев. - 7-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Энергоатомиздат, 1985. - 304 с. : ил. - 1-10.

Электротехническое и конструкционное материаловедение : учебное пособие по курсу «Электротехническое и конструкционное материаловедение» для студентов дневной формы обучения направления подготовки 140400.62 - Электроэнергетика и электротехника / . — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. — 123 с. URL: <https://www.iprbookshop.ru/28422.html>

Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / под ред. В. С. Чередниченко. – 3-е изд. стер. – М: Из-во «Омега-Л», 2007. – 752 с.

Ткачук, В. Н.. Материаловедение и нанотехнологии: учеб. пособие / Ткачук В. Н., Перцев Ю. А., Нюхин О. Р. - Воронеж: Из-во Кварта, 2007. – 111 с.

Перцев, Ю.А. Электротехнические материалы: учеб. пособие / Ю.А. Перцев. – Воронеж: Из-во Кварта, 2002. – 84 с.

Новиков И.Л. Материаловедение. Конструкционные и электротехнические материалы. Материалы и элементы электронной техники. Практикум к лабораторным работам : учебно-методическое пособие / Новиков И.Л., Дикарева Р.П., Романова Т.С.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 56 с. URL: <https://www.iprbookshop.ru/45102.html> .

Материаловедение. Лабораторный практикум : учебное пособие / . — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014. — 71 с. URL:<https://www.iprbookshop.ru/49711.html>

Мороз, Н. К. Электротехническое материаловедение : учебник / Н. К. Мороз. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 148 с. — ISBN 978-5-9729-0390-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный

ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98357.html>

Кулемина, А. А. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. А. Кулемина, В. И. Плеханов, М. С. Белов. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2023. — 80 с. — ISBN 978-5-9961-3201-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145141.html>

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

8.2.1 Программное обеспечение

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- Компас-График LT;
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader
- SMath Studio;
- Internet explorer.

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

- <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

- Мир современных материалов – все о современных материалах. URL: <https://worldofmaterials.ru/>

- Национальная электронная библиотека. URL: [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

- Библиотека WWER. URL: <http://lib.wwer.ru/>

- Известия высших учебных заведений. Электромеханика [Электронный ресурс]: науч. журнал. – URL: <https://elektromekhanika.npi-tu.ru/index.php/electromeh>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Для проведения лабораторных занятий используется специализированная лаборатория «Электротехническое и конструкционное материаловедение», оснащенная стендами для проведения лабораторных работ.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

| Вид учебных занятий                   | Деятельность студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция                                | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.           |
| Лабораторная работа                   | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.                                                                                                                                       |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul> |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата внесения<br>изменений | Подпись<br>заведующего<br>кафедрой,<br>ответственной за<br>реализацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|----------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|