

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Кумертауский филиал  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»  
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий



УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УМиНР  
Полякова Л.Ю.  
(подпись, расщифровка подписи)  
31 августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.Б.18 Электротехническое и конструкционное материаловедение»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Кумертау 2023

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.18 Электротехническое и конструкционное материаловедение» /сост. С.Г. Шарипова - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023**

Рабочая программа предназначена обучающимся заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Электроэнергетика и электротехника

© Шарипова С.Г., 2023  
© Кумертауский филиал ОГУ, 2023

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель освоения дисциплины:

формирование у обучающихся профессиональных знаний об основных свойствах электротехнических и конструкционных материалов, применяемых для изготовления и ремонта электрических машин и аппаратов.

### Задачи:

- познакомить с технологией получения конструкционных и электротехнических материалов, для последующего использования их в электротехнических конструкциях и приборах;
- научить устанавливать связи между строением, свойствами и областью применения этих материалов;
- изучить методы обеспечения заданных физико-механических свойств материалов и контроля их качества, а также методы их обработки для наиболее эффективного применения в технике.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15 Физика, Б1.Д.Б.16 Химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                                                  | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности | ОПК-5-В-1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности<br>ОПК-5-В-2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками | <b>Знать:</b><br>- основы материаловедения и технологии конструкционных материалов, электротехнические материалы в качестве компонентов электротехнического и теплотехнического оборудования;<br>- строение и основные свойства электротехнических и конструкционных материалов, применяемых при ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании электротехнического и |

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            |                                                      | <p>теплотехнического оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий;</li> <li>- современные способы получения материалов и изделий из них с заданными свойствами.</li> </ul> <p><b><u>Уметь</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать структуру и свойства электротехнических и конструкционных материалов;</li> <li>- определять основные параметры электротехнических материалов;</li> <li>- анализировать полученные данные проводниковых, диэлектрических и теплоизоляционных материалов.</li> <li>- применять новейшие достижения в области материаловедения и обработки материалов.</li> </ul> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов;</li> <li>- методами использования основных металлических и неметаллических материалов в электротехническом и теплотехническом производстве.</li> </ul> |

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

| Вид работы                                                                                                | Трудоемкость, академических часов |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|                                                                                                           | 3 семестр                         | всего            |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                 | <b>144</b>                        | <b>144</b>       |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                 | <b>14,5</b>                       | <b>14,5</b>      |
| Лекции (Л)                                                                                                | 10                                | 10               |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                  | 4                                 | 4                |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                 | 0,5                               | 0,5              |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                                                                            | <b>129,5</b>                      | <b>129,5</b>     |
| - выполнение контрольной работы (КонтрР);                                                                 | 8                                 | 8                |
| - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); | 111,5                             | 111,5            |
| - подготовка к лабораторным занятиям;                                                                     | 2                                 | 2                |
| - подготовка к диф. зачету.                                                                               | 8                                 | 8                |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>                                  | <b>диф. зач.</b>                  | <b>диф. зач.</b> |

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

| № раздела | Наименование разделов                                          | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|----------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                                                | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                                                |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Основы электротехнического и конструкционного материаловедения | 13               | 1                 |    | -  | 12             |
| 2         | Проводниковые материалы                                        | 17               | 1                 |    | 2  | 14             |
| 3         | Полупроводниковые материалы                                    | 15               | 1                 |    | -  | 14             |
| 4         | Диэлектрические материалы                                      | 15               | 1                 |    | -  | 14             |
| 5         | Магнитные материалы                                            | 15               | 1                 |    | -  | 14             |
| 6         | Железоуглеродистые сплавы                                      | 17               | 1                 |    | 2  | 14             |
| 7         | Легированные стали                                             | 13               | 1                 |    | -  | 12             |
| 8         | Цветные металлы и сплавы                                       | 13               | 1                 |    | -  | 12             |
| 9         | Неметаллические и композиционные материалы                     | 13               | 1                 |    | -  | 12             |
| 10        | Конструкционные материалы в энергетике                         | 13               | 1                 |    | -  | 12             |
|           | Итого:                                                         | 144              | 10                |    | 4  | 130            |
|           | Всего:                                                         | 144              | 10                |    | 4  | 130            |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Основы электротехнического и конструкционного материаловедения.

Ведение. Предмет и задачи дисциплины. Роль материалов в современной технике. Классификация. Строение металлов и сплавов, диффузионные процессы в металле. Механические свойства металлов и сплавов. Типы связей в твердых телах. Кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток металлов. Полиморфизм. Анизотропия свойств металлов. Дефекты кристаллического строения. Виды дефектов, их классификация. Современные достижения в материаловедении.

**Раздел 2. Проводниковые материалы.** Классификация и основные свойства проводниковых материалов. Зонная теория твердых тел. Удельная проводимость и удельное сопротивление проводников. Температурный коэффициент. Удельное сопротивление сплавов. Контактная разность потенциалов и термо-ЭДС металлов. Коэффициент линейного расширения. Биметаллы. Вольфрам. Ртуть. Сверхпроводимость и сверхпроводники. Криопроводники и их применение в электротехнике.

**Раздел 3. Полупроводниковые материалы.** Классификация полупроводниковых материалов. Собственные и примесные полупроводники. Строение, свойства и технология получения

полупроводников. Зависимость электропроводности полупроводников от различных факторов. Применение полупроводников.

**Раздел 4. Диэлектрические материалы.** Классификация и области использования диэлектрических материалов. Основные характеристики и свойства. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации. Диэлектрическая проницаемость диэлектриков и ее зависимость от внешних факторов. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь. Электрическая прочность диэлектриков.

**Раздел 5. Магнитные материалы.** Свойства магнитных материалов, явления намагничивания. Магнитотвердые и магнитомягкие материалы. Потери на гистерезисе. Схема замещения и векторная диаграмма катушки с ферромагнитным сердечником. Виды магнитных материалов и области их применения.

**Раздел 6. Железоуглеродистые сплавы.** Железо и его соединения с углеродом. Диаграммы состояния железо-цементит и железо-графит. Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Классификация и маркировка железо-углеродистых сплавов. Методы их определения. Влияние методов получения стали и чугуна на их свойства.

**Раздел 7. Легированные стали.** Классификация и маркировка. Влияние легирующих компонентов на свойства сплавов. Конструкционные стали общего назначения. Нержавеющие стали. Инструментальные стали. Стали с особыми свойствами.

**Раздел 8. Цветные металлы и сплавы.** Алюминий и его сплавы. Свойства алюминия. Алюминиевые сплавы: литые и деформированные. Общая характеристика видов термической обработки сплавов алюминия. Маркировка алюминиевых сплавов. Титан и его сплавы. Свойства, классификация сплавов титана. Маркировка, применение. Медь и ее сплавы. Латунь и их свойства, маркировка, применение. Бронзы. Деформируемые и литейные бронзы. Состав, свойства, марки, области применения. Антифрикционные сплавы. Антифрикционные сплавы на различных основах. Свойства, маркировка.

**Раздел 9. Неметаллические и композиционные материалы.** Классификация полимерных материалов: термопластичные полимеры, терморезистивные полимеры. Пластмассы, их состав, свойства. Электрические материалы, резина. Клеящие материалы. Лакокрасочные материалы. Керамика. Стекло. Древесина. Дисперсноупрочняемые, волокнистые и слоистые композиты. Получение деталей из композиционных материалов. Способы получения порошков. Приготовление смеси. Спекание.

**Раздел 10. Конструкционные материалы в энергетике.** Общие свойства конструкционных материалов. Конструкционные стали, цветные металлы и сплавы, бетон, железобетон.

### 4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ                                                        | Кол-во часов |
|------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1    | 2         | Влияние температуры на потери мощности в проводниковых материалах линии электропередач | 2            |
| 5    | 6         | Изучение микроструктуры железоуглеродистых сплавов                                     | 4            |
|      |           | Итого:                                                                                 | 4            |

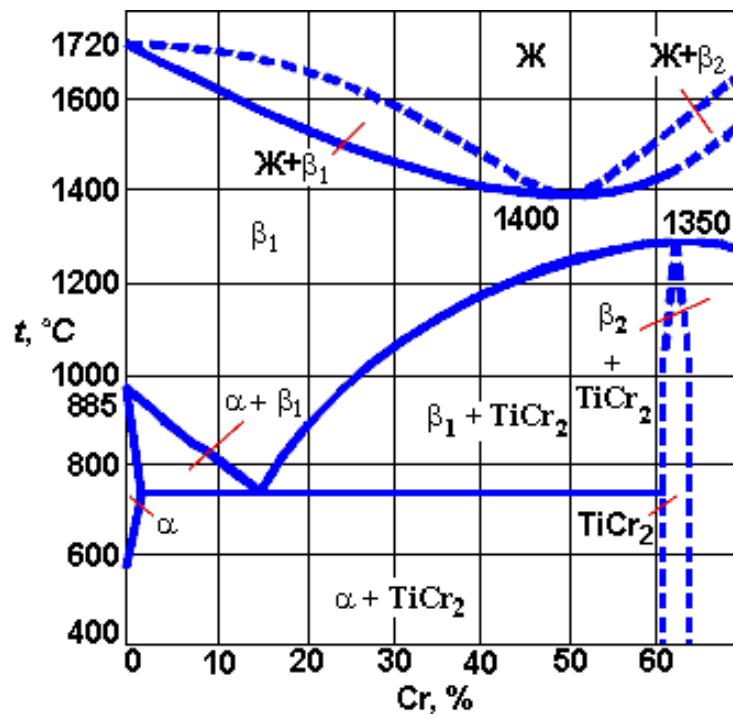
### 4.4 Контрольная работа (3 семестр)

Задания на выполнение индивидуальной контрольной работы и примеры решения задач приведены в источнике:

Шарипова, С.Г. Методические рекомендации по выполнению контрольных работ/ С.Г. Шарипова; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023.

**Задача 1.** Провести анализ  $T-x$  диаграммы состояния системы  $Ti - Cr$ .

1. Распечатать весь вариант.



2. Определить температуры плавления (или распада) компонентов и соединений.
3. Найти трехфазные равновесия, назвать их и сосчитать, сколько равновесий каждого типа.
4. Пронумеровать линии фазовых равновесий и написать для каждой из фаз, какие линии к ней относятся.
5. Для состава 40 % (вес.) Cr и температуры 700 °C определить: а) какие фазы находятся в равновесии; б) химический состав каждой из фаз; в) относительное количество фаз по правилу рычага.

Задача 2. Дайте определение проводника. Приведите практическую классификацию проводниковых материалов. Перечислите основные физические свойства проводников и кратко поясните их физический смысл. Для заданных проводниковых материалов определите к какому классу они относятся, приведите их основные физические характеристики и кратко опишите свойства заданных материалов, укажите основные области их применения. В табл. 1.3 для каждого варианта заданы марки проводниковых материалов.

Таблица 1.3  
Проводниковые материалы

| Номер варианта | Предпоследняя цифра шифра | Последняя цифра шифра               |
|----------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 0              | Медь М1                   | Манганин                            |
| 1              | Алюминий А1               | Константан                          |
| 2              | Сталь                     | Вольфрам                            |
| 3              | Серебро                   | Фехраль                             |
| 4              | Медь М0                   | Алюмель                             |
| 5              | Кадмиевая бронза          | Вольфрам                            |
| 6              | Альдрей                   | Нильзибер                           |
| 7              | Бериллиевая бронза        | Станнит ниобия (Nb <sub>2</sub> Sn) |
| 8              | Латунь                    | Нихром                              |
| 9              | Алюминий АВ               | Галлид ванадия (V <sub>2</sub> Ga)  |

Задача 3. Найти индуктивность катушки  $L_M$  при температурах  $t_1$  и  $t_2$  :

| Последняя цифра шифра | Марка феррита | n  | Dxdxh (мм) | $t_1, ^\circ\text{C}$ | $t_2, ^\circ\text{C}$ |
|-----------------------|---------------|----|------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 100 НН        | 40 | 17x10x6,5  | - 20                  | + 50                  |
| 2                     | 7 ВН          | 44 | 7x4x2,5    | - 12                  | +49                   |
| 3                     | 400 НН1       | 60 | 15x7x4,8   | 0                     | + 50                  |
| 4                     | 600 НН        | 70 | 24x13x7    | + 10                  | + 40                  |
| 5                     | 1000 НН       | 80 | 27x15x6    | - 30                  | + 20                  |

|    |          |     |            |      |      |
|----|----------|-----|------------|------|------|
| 6  | 2000 НН  | 90  | 36x25x9,7  | - 40 | + 40 |
| 7  | 1000 НМ  | 100 | 44x28x10,3 | - 20 | + 40 |
| 8  | 1500 НМ  | 110 | 44x28x7,2  | - 50 | + 50 |
| 9  | 2000НМ   | 120 | 64x40x14   | - 30 | + 40 |
| 10 | 3000 НМ  | 130 | 55x32x8,2  | - 20 | + 50 |
| 11 | 100 ВН   | 140 | 55x32x9,7  | - 10 | + 50 |
| 12 | 150 ВН   | 150 | 64x40x9,7  | - 20 | + 40 |
| 13 | 700 НМ   | 160 | 40x25x7,5  | - 30 | + 50 |
| 14 | 1000 НМ3 | 170 | 32x16x12   | - 20 | + 50 |
| 15 | 2000 НМ1 | 145 | 28x16x9    | 0    | +110 |
| 16 | 3000 НМ  | 200 | 125x80x8   | - 25 | +95  |
| 17 | 4000 НМ  | 95  | 10x6x3     | -37  | +88  |
| 18 | 50 ВН    | 105 | 15x5x5,5   | - 43 | 65   |
| 19 | 30 ВН    | 98  | 10x6x4,5   | - 32 | +75  |
| 20 | 20 ВН    | 77  | 10x6x3     | - 41 | +77  |
| 21 | 6000 НМ  | 85  | 12x5x5,5   | - 27 | +107 |
| 22 | 1500 НМ3 | 135 | 20x10x5    | - 31 | +68  |
| 23 | 300 ННИ  | 43  | 10x5x2,5   | - 40 | +120 |
| 24 | 300 ННИ1 | 23  | 7x4x2      | - 30 | +130 |
| 25 | 350 ННИ  | 31  | 10x6x2     | - 20 | +128 |
| 26 | 450 ННИ  | 120 | 20x10x5    | - 10 | 110  |
| 27 | 1000 ННИ | 73  | 20x10x7,5  | - 27 | 125  |
| 28 | 1100 ННИ | 95  | 16x10x4,5  | - 25 | +115 |
| 29 | 1100 НМИ | 130 | 20x12x6    | - 28 | +32  |
| 30 | 10 ВНП   | 25  | 7x4x1,5    | - 29 | +38  |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Целебровский, Ю. В. Электротехническое и конструкционное материаловедение : учеб. пособие / Ю. В. Целебровский. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 64 с. — Режим доступа : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574645>.

2. Посягина, Т. А. Электротехническое и конструкционное материаловедение: практикум / Т. А. Посягина. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 104 с. — Режим доступа : [biblioclub.ru/index.php?page=book&id=72359.html](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=72359.html).

### 5.2 Дополнительная литература

1. Привалов, Е.Е. Электроматериаловедение : учеб. пособие / Е.Е. Привалов; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: АГРУС, 2012. – 196 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=515127>.

2. Практикум по дисциплине «Электроматериаловедение» : учебное пособие / О. Н. Моисеев, Л. Ю. Шевырев, М. С. Демченко, П. А. Иванов ; под общ. ред. О. Н. Моисеева. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 167 с. : ил. — ISBN 978-5-4499-1963-2. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=602454>.

3. Материаловедение. Конструкционные и электротехнические материалы.: Материалы и элементы электронной техники / И.Л. Новиков, Р.П. Дикарева, Т.С. Романова. - Новосиб.: НГТУ, 2010. - 56 с. — ISBN 978-5-7782-1479-8. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548084>.



### 5.3 Периодические издания

1. Электричество: журнал. Подписной индекс 71106. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет МЭИ, ISSN 0013-5380, 2019.

2. Энергобезопасность и энергосбережение: журнал. Подписной индекс (Роспечать) - 84676 и 46577. - Частное учреждение высшего образования Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, ISSN 2071-2219, 2019.

3. Теплоэнергетика. Теплоснабжение: журнал. Подписной индекс 18323. - Общество с ограниченной ответственностью Международная академическая издательская компания "Наука/Интерпериодика", ISSN 0040-3636, 2019.

4. Новости электротехники: электрон. журнал. Подписной индекс 14222. - Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru>

### 5.4 Интернет-ресурсы

- <http://www.edu.ru> – Федеральный портал «Российское образование»;
- <https://minobrnauki.gov.ru> – Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;
- <http://window.edu.ru> – Портал информационно-коммуникационных технологий в образовании;
- <http://rucont.ru> - Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» ЭБС ОГУ;
- <http://www.biblioclub.ru> - Университетская библиотека онлайн;
- <http://znanium.com> - ЭБС Znanium издательства «Инфра-М».
- <http://www.nelbook.ru/> - Электронно-библиотечная система для энергетиков "НЭЛБУК
- <http://www.swrit.ru/gost-eskd.html> Стандарты ЕСКД
- <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, МООК: «Введение в нанотехнологии»;
- <https://aist.osu.ru> - Система АИССТ - Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
3. 7zip — архиватор: P7Zip
4. Веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
5. Программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
6. САПР КОМПАС-3D
7. Простой редактор файлов PDF: PDFedit
8. <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
9. <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ - автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ

## 5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях. Для проведения лабораторного практикума предназначены специализированные лаборатории:

- 2103 Лаборатория «Лаборатория электроэнергетики и энергосбережения»

Для проведения лабораторных работ используются универсальные лабораторные стенды. Базовые эксперименты выполняются на типовом лабораторном оборудовании «Электротехнические материалы».

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала.

***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;

- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Методические рекомендации для проведения лабораторных работ по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение»

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение»

**ЛИСТ  
согласования рабочей программы**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
код и наименование

Профиль: Электроснабжение

Дисциплина: Б1.Д.Б.18 Электротехническое и конструкционное  
материаловедение

Форма обучения: заочная

Год набора 2023

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры  
электроснабжения промышленных предприятий

наименование кафедры

протокол № 1 от "31 " августа 2023 г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
электроснабжения промышленных предприятий

наименование кафедры



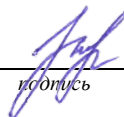
подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

*Исполнители:*

доцент каф. ЭПП

должность



подпись

С.Г. Шарипова  
расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 1 от "31 " августа 2023 г.

Председатель НМС



подпись

Л.Ю. Полякова  
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ЭПП



подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой



подпись

С.Н. Козак  
расшифровка подписи