

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50  
Уникальный программный ключ:  
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da097

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации  
производственных процессов  
Кафедра электромеханики им. А. Б. Зеленова



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

Д.В. Мулов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехнические материалы

(наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код, наименование направления)

Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника

(профиль подготовки)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Электротехнические материалы» является:

- формирование системы теоретических знаний, на основе которых изучаются и испытываются материалы, применяемые в электротехнике и, в частности, в электрических машинах, трансформаторах, аппаратах низкого и высокого напряжений, кабельной продукции и т.д.;
- классификация электротехнических и конструкционных материалов по их назначению, составу и свойствам.

Задачами освоения дисциплины является получение студентами общих и конкретных практических сведений о свойствах электротехнических и конструкционных материалов с целью их применения в разнообразном электрооборудовании при проектировании и эксплуатации; изучение стандартных методов испытаний свойств электротехнических материалов (диэлектрических, магнитных и др.), силовых кабелей, изоляторов и т.д., а также принципиальные электрические схемы испытательных стендов, в том числе и высоковольтных устройств, и меры по безопасному их применению.

Дисциплина направлена на формирование компетенции ОПК-5.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в Блок 1 «Дисциплины(модули)» обязательной части Блока 1.

Дисциплина реализуется кафедрой электромеханики им. А. Б. Зеленова. Основывается на базе дисциплин ОПОП подготовки бакалавра: «Физика», «Химия».

Математические и естественнонаучные дисциплины формируют начальные знания и умения необходимые для изучения дисциплины «Электротехнические материалы».

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Электротехнические материалы», являются необходимыми для изучения дисциплин: «Электрические машины», «Электрические и электронные аппараты», «Общая энергетика», «Проектирование электромеханических устройств», «Взрывобезопасное электрооборудование» и др., а также при выполнении курсовых проектов, научно-исследовательских работ и выпускной квалификационной работы бакалавра.

Изучение дисциплины дает основу для использования полученных знаний и навыков в последующей работе на предприятиях по специальности.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч. для групп ЭМА БП, 6 ак.ч. для группы ЭМА БП-з), лабораторные занятия (36 ак.ч. для групп ЭМА БП, 6 ак.ч. для группы ЭМА БП-з) и самостоятельная работа студента (108 ак.ч. для групп ЭМА БП, 168 ак.ч. для группы ЭМА БП-з).

Дисциплина изучается на 2 курсе бакалавриата в 4 семестре по очной и заочной форме обучения. Форма промежуточной аттестации – зачет.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Электротехнические материалы» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

| Содержание компетенции                                                                                                                                | Код компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности | ОПК-5           | ОПК-5.1. Знает свойства, область применения, характеристики конструкционных и электротехнических материалов<br>ОПК-5.2. Умеет выбирать конструкционные и электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности<br>ОПК-5.3. Владеет навыками применения методов исследования конструкционных и электротехнических материалов |

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

| Вид учебной работы                                   | Всего ак.ч. | Ак.ч. по семестрам |
|------------------------------------------------------|-------------|--------------------|
|                                                      |             | 3                  |
| Аудиторная работа, в том числе:                      | 72          | 72                 |
| Лекции (Л)                                           | 36          | 36                 |
| Практические занятия (ПЗ)                            | –           | –                  |
| Лабораторные работы (ЛР)                             | 36          | 36                 |
| Курсовая работа/курсовой проект                      | –           | –                  |
| Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе: | 108         | 108                |
| Проработка лекционного материала                     | 9           | 9                  |
| Подготовка к лабораторным работам                    | 36          | 36                 |
| Подготовка к практическим занятиям / семинарам       | –           | –                  |
| Выполнение курсовой работы / проекта                 | –           | –                  |
| Расчетно-графическая работа (РГР)                    | -           | -                  |
| Обработка результатов исследований                   | -           | -                  |
| Домашнее задание                                     | -           | -                  |
| Подготовка к контрольной работе (защите ЛБ)          | -           | -                  |
| Подготовка к коллоквиуму                             | 15          | 15                 |
| Аналитический информационный поиск                   | 18          | 18                 |
| Работа в библиотеке, Интернете                       | 18          | 18                 |
| Подготовка к зачету                                  | 18          | 15                 |
| Промежуточная аттестация – зачет (З)                 | 3           | 3                  |
| Общая трудоемкость дисциплины                        |             |                    |
| ак.ч.                                                | 180         | 180                |
| з.е.                                                 | 5           | 5                  |

## 5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 6 тем:

- тема1 (Общие сведения об электротехнических материалах);
- тема2 (Поляризация диэлектрических материалов);
- тема 3 (Электропроводность диэлектрических материалов);
- тема 4 (Диэлектрические потери в диэлектриках);
- тема 5. (Пробой диэлектриков);
- тема 6 (Проводниковые и магнитные материалы, которые используются в электрических машинах, аппаратах и другом электрооборудовании).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и таблице 4, соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины          | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                        | Трудоемкость в ак.ч. | Тема лабораторных занятий                                                                                                                                                   | Трудоемкость в ак.ч. | Темы практических занятий | Трудоемкость в ак.ч. |
|-------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| 1     | Общие сведения об электротехнических материалах | Роль электротехнических материалов в электроэнергетике и электротехнике. Общие сведения о строении веществ. Виды связей. Агрегатные состояния веществ. Классификация веществ по электрическим и магнитным свойствам                                  | 2                    | Вводное занятие. Ознакомление с перечнем лабораторных работ, их содержанием. Общий инструктаж о правилах работы на испытательных стендах и правилах по технике безопасности | 2                    | —                         | -                    |
| 2     | Поляризация диэлектрических материалов          | Общие сведения о явлениях в диэлектриках, происходящих под действием электрического поля: поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, пробой. Параметры, которые характеризуют электрические свойства диэлектриков. Размерности величин | 2                    |                                                                                                                                                                             | -                    | -                         | -                    |
|       |                                                 | Поляризация диэлектриков и параметры, которые ее характеризуют. Электрическая схема замещения сложного по составу диэлектрика. Основные виды поляризаций и их краткая характеристика.                                                                | 2                    | Исследование электрических характеристик твердых диэлектриков на выпрямленном напряжении.                                                                                   | 6                    | —                         | —                    |
|       |                                                 | Диэлектрическая проницаемость газообразных, жидких, твердых диэлектриков и ее зависимость от температуры и частоты изменения электрического поля                                                                                                     | 2                    |                                                                                                                                                                             | -                    | -                         | -                    |
| 3     | Электропроводность диэлектрических материалов   | Электропроводность диэлектриков: физическая природа токов утечки при постоянном и переменном напряжении. Стандартизованный метод                                                                                                                     | 2                    | Определение величины сопротивления изоляции силовых кабелей.                                                                                                                | 6                    | -                         | -                    |

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. | Тема лабораторных занятий   | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. | Темы<br>практи-<br>ческих<br>занятий | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. |
|----------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
|          |                                           | определения истинного сопротивления изоляции. Явление электрической очистки в диэлектриках                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                              |                             |                              |                                      |                              |
|          |                                           | Электропроводность газообразных и жидких диэлектриков. Факторы, которые влияют на их электропроводность и пути ее снижения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2                            |                             | -                            | —                                    | —                            |
|          |                                           | Электропроводность твердых диэлектриков с учетом особенностей их структуры. Поверхностная электропроводность. Классификация твердых диэлектриков по поверхностной электропроводности                                                                                                                                                                                                                                                             | 2                            |                             | -                            | —                                    | —                            |
| 4        | Диэлектрические потери в диэлектриках     | Диэлектрические потери в диэлектриках при постоянном и переменном напряжениях, общие сведения. Электрические схемы замещения диэлектриков с потерями энергии при работе их при переменном напряжении. Векторные диаграммы и расчетные формулы. Характеристика основных видов диэлектрических потерь. Диэлектрические потери в газообразных диэлектриках, а также в твердых и жидких диэлектриках, содержащих газовые включения. Кривая ионизации | 2                            | Исследование конденсаторов. | 4                            | —                                    | —                            |

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины                                                                                 | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                      | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. | Тема лабораторных занятий                                                            | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. | Темы<br>практи-<br>ческих<br>занятий | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 5        | Пробой диэлектриков                                                                                                       | Пробой диэлектриков. Общая характеристика явления пробоя и видов пробоев диэлектриков. Ударная и фотонная ионизация. Пробой газообразных диэлектриков. Закон Пашена. Явление поверхностного перекрытия изоляторов                                                                  | 2                            | Исследование явления поверхностного перекрытия изоляторов.                           | 6                            | —                                    | —                            |
|          |                                                                                                                           | Пробой жидких диэлектриков. Электрический пробой однородных и неоднородных твердых диэлектриков в однородном и неоднородном электрических полях. Электротепловой и электрохимический пробой твердых диэлектриков                                                                   | 2                            | Исследование электрической прочности воздушных промежутков на постоянном напряжении. | 6                            | —                                    | —                            |
| 6        | Проводниковые и магнитные материалы, которые используются в электрических машинах, аппаратах и другом электрооборудовании | Проводниковые материалы для токопроводящих элементов кабелей, электрических машин и пускорегулирующей аппаратуры. Сплавы. Припои. Проводниковые материалы высокого электрического сопротивления. Общие сведения о сверхпроводниках и криопроводниках. Возможные области применения | 4                            |                                                                                      | -                            | —                                    | —                            |
|          |                                                                                                                           | Магнитные материалы, общие сведения. Особенности ферромагнетиков. Процесс намагничивания, кривая намагничивания, характерные участки на кривой намагничивания. Зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля,                                               | 4                            | Исследование магнитных материалов осциллографическим методом.                        | 6                            | -                                    | -                            |

| №<br>п/п               | Наименование темы<br>(раздела) дисципли-<br>ны | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                        | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. | Тема лабораторных занятий | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. | Темы<br>практи-<br>ческих<br>занятий | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. |
|------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
|                        |                                                | температуры и частоты электриче-<br>ского тока. Явление гистерезиса,<br>петля гистерезиса. Виды потерь в<br>«стали» и факторы, от которых они<br>зависят. Способы борьбы с потерями<br>энергии в «стали».                                            |                              |                           |                              |                                      |                              |
|                        |                                                | Общие сведения о магнитно-мягких<br>и магнитно-твердых материалах:<br>маркировка, свойства. Маркировка и<br>сортамент электротехнических ста-<br>лей для магнитных систем постоян-<br>ного и переменного магнитного по-<br>тока                      | 2                            |                           | -                            | -                                    | -                            |
|                        |                                                | Ферриты, общие сведения. Магнито-<br>мягкие ферриты. Ферриты с ППГ.<br>Ферриты для СВЧ. Магнитодиэлек-<br>трики                                                                                                                                      | 2                            |                           | -                            | -                                    | -                            |
|                        |                                                | Постоянные магниты (кривая раз-<br>магничивания, магнитная энергия,<br>характеристика свойств применяе-<br>мых материалов для постоянных<br>магнитов). Магнитные материалы<br>специального назначения (маркиров-<br>ка, свойства, области применения | 2                            |                           | -                            | —                                    | —                            |
|                        |                                                | Коллоквиум                                                                                                                                                                                                                                           | 2                            |                           | -                            | -                                    | -                            |
| Всего аудиторных часов |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                      | 36                           |                           | 36                           | —                                    | —                            |

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

| №<br>темы              | Наименование<br>раздела дисципли-<br>ны                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                          | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. | Тема лабораторных занятий                                                                                                                                                   | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. | Темы<br>практи-<br>ческих<br>занятий | Трудо-<br>емкость<br>в ак.ч. |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 1-6                    | Общие сведения об электротехнических материалах<br>Поляризация диэлектрических материалов.<br>Электропроводность диэлектрических материалов.<br>Диэлектрические потери в диэлектриках.<br>Пробой диэлектриков.<br>Проводниковые и магнитные материалы, которые используются в электрических машинах, аппаратах и другом электрооборудовании. | Классификация веществ по электрическим и магнитным свойствам. Поляризация диэлектриков и параметры, которые ее характеризуют. Электропроводность диэлектриков и параметры, которые ее характеризуют. Диэлектрические потери, общие сведения. Пробой диэлектриков. Магнитные материалы, общие сведения. | 6                            | Вводное занятие. Ознакомление с перечнем лабораторных работ, их содержанием. Общий инструктаж о правилах работы на испытательных стендах и правилах по технике безопасности | 2                            | -                                    | -                            |
|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                              | Исследование конденсаторов.                                                                                                                                                 | 4                            | —                                    | —                            |
| Всего аудиторных часов |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6                            |                                                                                                                                                                             | 6                            | —                                    | —                            |

## 6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

| Код и наименование компетенции | Способ оценивания | Оценочное средство                            |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| ОПК-5                          | зачет             | Комплект контролирующих материалов для зачета |

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

#### *очная форма*

- лабораторные занятия — всего 60 баллов;
- коллоквиум — всего 40 баллов.

#### *заочная форма*

- лабораторные занятия — всего 20 баллов;
- контрольное задание (индивидуальное практическое задание № 1) – всего 80 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине «Электротехнические материалы» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.4), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

| Сумма баллов за все виды учебной деятельности | Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 0-59                                          | Не зачтено/неудовлетворительно             |
| 60-73                                         | Зачтено/удовлетворительно                  |
| 74-89                                         | Зачтено/хорошо                             |
| 90-100                                        | Зачтено/отлично                            |

## 6.2 Домашние задания

Для студентов очной формы обучения домашние задания не предусмотрены. Студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу по имеющимся методическим указаниям.

## 6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

## 6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

*Тема1 Общие сведения об электротехнических материалах.*

- 1) Назовите известные элементарные частицы.
- 2) Назовите виды связей в веществах.
- 3) Классификация веществ по электрическим свойствам.
- 4) Классификация веществ по магнитным свойствам.
- 5) Чем различаются запретные зоны полупроводника и диэлектрика?

*Тема2 Поляризация диэлектрических материалов*

- 1) В чем состоит явление поляризации диэлектриков?
- 2) От каких факторов и как зависит диэлектрическая проницаемость газов?
- 3) Что характеризует температурный коэффициент диэлектрической проницаемости ( $\text{TK}_\varepsilon$ )?
- 4) Как зависит  $\varepsilon_r$  жидких диэлектриков от строения молекул жидкости?
- 5) Объяснить температурную и частотную зависимости диэлектрической проницаемости ( $\varepsilon_r$ ) для нейтральных жидкостей.
- 6) Объяснить температурную и частотную зависимости диэлектрической проницаемости ( $\varepsilon_r$ ) для полярных жидкостей.
- 7) Как и почему  $\varepsilon_r$  нейтральных твердых диэлектриков молекулярной структуры зависит от температуры и частоты приложенного напряжения?
- 8) Как и почему  $\varepsilon_r$  диэлектриков ионной структуры зависит от температуры?

### *Тема 3 Электропроводность диэлектрических материалов.*

- 1) Чем обуславливается электропроводность диэлектриков?
- 2) Объяснить зависимость тока в газовом промежутке от величины приложенного напряжения.
- 3) Чем вызывается электропроводность нейтральных и полярных жидкостей?
- 4) Как электропроводность жидких диэлектриков зависит от температуры?
- 5) В чем состоит явление электрической очистки диэлектриков?
- 6) Какие из твердых диэлектриков обладают наименьшей электропроводностью?
- 7) На какие группы делятся твердые диэлектрики в зависимости от поверхностной электропроводности?
- 8) Объяснить зависимость удельного поверхностного сопротивления ( $\rho_s$ ) от относительной влажности для различных диэлектриков.

### *Тема 4 Диэлектрические потери в диэлектриках*

- 1) Что называется диэлектрическими потерями? Чем они вызываются? Что называется углом диэлектрических потерь ( $\delta$ )?
- 2) Объяснить какой физический процесс характеризует кривая ионизации. Какое практическое значение она имеет?
- 3) Как диэлектрические потери в жидких диэлектриках зависят от строения молекул жидкостей?
- 4) Какие и почему жидкие диэлектрики рекомендуется применять в полях высокой частоты?
- 5) Объяснить зависимость тангенса угла диэлектрических потерь ( $\operatorname{tg} \delta$ ) полярных жидкостей от температуры и частоты приложенного напряжения.
- 6) Объяснить зависимость тангенса угла диэлектрических потерь ( $\operatorname{tg} \delta$ ) твердых диэлектриков от их структуры.
- 7) Какие твердые диэлектрики применяются в качестве высокочастотных?

### *Тема 5 Пробой диэлектриков*

Чем отличается пробивное напряжение от электрической прочности?

- 1) Объяснить условия реализации ударной и фотонной ионизации в газообразных диэлектриках. Закон Пашена и его практическое применение.
- 2) Как зависит величина пробивного напряжения газовых промежутков от степени неоднородности электрического поля?
- 3) Чем объяснить более высокую электрическую прочность жидкостей по сравнению с электрической прочностью газов?
- 4) Как влияет наличие влаги и волокон органической изоляции на электрическую прочность жидких диэлектриков?
- 5) Объяснить явление электрического пробоя макроскопических однородных диэлектриков.
- 6) Как и почему влияет наличие газовых включений на величину электрической прочности неоднородных твердых диэлектриков?

7) Какие условия способствуют развитию электрохимического пробоя? При каких условиях электрохимический пробой не наблюдается?

8) От каких факторов зависит величина пробивного напряжения при тепловом пробое?

*Тема 6 Проводниковые и магнитные материалы, которые используются в электрических машинах, аппаратах и другом электрооборудовании*

1) Что называется удельным электрическим сопротивлением  $\rho$  и температурным коэффициентом удельного сопротивления  $\text{TK}_\rho$  проводниковых материалов?

2) Какое влияние оказывает на свойства меди присутствие в ней примесей и, в частности, кислорода?

3) Какие сплавы высокого сопротивления применяются в измерительных приборах и почему?

4) Какой режим работы наиболее желателен для нихрома в электронагревательных приборах (в отношении частоты включения и отключения) и почему?

5) Как происходит процесс намагничивания ферромагнитных материалов?

6) По каким признакам и почему сильномагнитные материалы делятся на ферромагнетики, ферримагнетики и антиферромагнетики?

7) Можно ли карбонильное железо применить для изготовления высокочастотных сердечников? Если можно, то как?

8) Какими свойствами обладают ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса (ППГ)?

9) Маркировка, сортамент и область применения электротехнических сталей для магнитных систем постоянного и переменного магнитного потока.

### **6.5 Перечень вопросов для подготовки к зачету (коллоквиуму)**

1) Какие вещества относят к диэлектрикам?

2) Какие вещества относят к проводникам и полупроводникам?

3) Какие вещества относят к магнитным?

4) Назовите три группы диэлектриков и охарактеризуйте их.

5) От чего зависит емкость конденсатора? Какие параметры характеризуют качество диэлектрика конденсатора?

6) Что характеризует поляризованность диэлектриков?

7) Основные виды поляризации в некоторых газообразных, жидких и твердых диэлектриках.

8) В чем состоит особенность сегнетоэлектриков?

9) Для каких диэлектриков характерна нелинейная зависимость между величиной приложенного напряжения и явлением поляризации?

10) В каких единицах измеряется электропроводность и сопротивление диэлектрика?

11) Какие виды электропроводности диэлектриков различают?

- 12) Электропроводность диэлектриков. Понятие о сквозных токах и токах абсорбции.
- 13) Как определяется коэффициент абсорбции, его физический смысл?
- 14) Какие из внешних факторов оказывают влияние на электропроводность твердых диэлектриков?
- 15) Объемное и поверхностное сопротивления твердых диэлектриков.
- 16) Что называют диэлектрическими потерями?
- 17) Объясните явление уменьшения или увеличения тока утечки при длительном воздействии электрическим полем?
- 18) Какие из твердых диэлектриков имеют наименьшее значение диэлектрических потерь и почему?
- 19) Сравнить потери в постоянном и переменном электрическом полях.
- 20) Объяснить зависимость  $\tan \alpha$  от напряжения.
- 21) Объяснить зависимость  $\tan \alpha$  от частоты.
- 22) Объяснить зависимость  $\tan \alpha$  полярных диэлектриков от температуры.
- 23) Как распределяется напряженность электрического поля по толщине изоляции жилы высоковольтного кабеля?
- 24) Что называется точкой Кюри? Для каких диэлектриков она характерна?
- 25) Объяснить зависимость удельной электропроводности от напряженности электрического поля.
- 26) Электрическая прочность. Определение электрической прочности.
- 27) Пробивное напряжение.
- 28) От каких факторов зависит электрическая прочность жидких диэлектриков.
- 29) Объяснить суть электрического пробоя.
- 30) Объяснить суть электротеплового пробоя.
- 31) Объяснить суть электрохимического пробоя.
- 32) Что такое старение изоляции? Как продлить срок службы изоляции?
- 33) Дайте сравнение основных свойств меди и алюминия. Мотивируйте технико-экономическую необходимость замены меди алюминием.
- 34) Перечислить магнитомягкие материалы, их свойства, область применения.
- 35) Перечислить магнитотвердые материалы, их свойства, область применения.
- 36) Какие пермаллои применяются для изготовления сердечников силовых трансформаторов?
- 37) Какие преимущества и недостатки металлокерамических и металлопластических постоянных магнитов по сравнению с литыми?
- 38) Назвать преимущества и недостатки магнитотвердых ферритов.
- 39) Нарисовать и пояснить графическую зависимость магнитной проницаемости ферромагнетиков от температуры и частоты изменения напряженности магнитного поля.
- 40) Какие виды потерь наблюдаются в магнитных материалах при работе их в переменном магнитном поле и от чего они зависят? Методы борьбы с потерями

## **6.6 Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

По дисциплине курсовой проект (работа) не предусмотрен.

## **6.7 Контрольная работа (заочная форма обучения)**

В контрольную работу (индивидуальное практическое задание № 1), которую должны выполнить студенты заочной формы обучения, входит два теоретических вопроса и предусмотрена защита практического задания в форме собеседования по содержанию поставленных вопросов.

Список теоретических вопросов по вариантам приведен в методических указаниях (сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>)

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### *Основная литература*

1. Дробов, А. В. Электротехнические материалы: учебное пособие / А. В. Дробов, Н. Ю. Ершова. — 2-е изд., стер. — Минск: РИПО, 2021. — 234 с. — ISBN 978-985-7253-48-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/194945> (дата обращения: 08.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Электротехнические и конструкционные материалы : учебное пособие / М. Ю. Николаев, Г. В. Мальгин, А. В. Щекочихин, М. В. Шкаруба. — Нижневартовск : НВГУ, 2022. — 167 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/296756> (дата обращения: 08.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Электротехнические материалы: лабораторный практикум: учебное пособие / Р. В. Кузьмин, Р. Н. Хамитов, А. С. Мешков, А. В. Сериков. — Комсомольск-на-Амуре: КНАГУ, 2022. — 64 с. — ISBN 978-5-7765-1505-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/310754> (дата обращения: 08.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Тимофеев, И. А. Электротехнические материалы и изделия: учебное пособие / И. А. Тимофеев. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-1304-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210890> (дата обращения: 08.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. 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> (дата обращения: 08.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### *Дополнительная литература*

6. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М Электротехнические материалы: Учебник для вузов - 7-е изд., перераб. и доп. - Л: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. - 304 с, ил. Научная библиотека ДонГТУ – 99 экз. Сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>.
7. Электрорадиоматериалы / Сост. Б.М. Тареев, Н.В. Короткова, В. Г. Петров, А.А. Преображенский / Под ред. Б.М. Тареева - М.: Высш. шк. 1978.-336 с. Научная библиотека ДонГТУ – 5 экз. Сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>.
8. Колесов С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебник для вузов / С.Н. Колесов, И.С. Колесов.— 2-е изд., перераб. и доп. —

М.: Высш. шк., 2007. – 535 с.: ил. Научная библиотека ДонГТУ – 2 экз. Сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>.

9. Конструкционные и электротехнические материалы: Учеб. для учащихся электротехн. спец. техникумов / В.Н. Бородулин, А.С. Воробьев, С.Я. Попов и др.; Под ред. В.А. Филикова. – М.: Высш.шк., 1990. – 296 с.: ил. 8. Научная библиотека ДонГТУ – 31 экз. Сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>.

В распоряжении студента есть свободный доступ к сети Internet, методические указания на электронном носителе.

### ***Учебно-методическое обеспечение***

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ и индивидуальных практических заданий по дисциплине «Электротехнические материалы» для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» специальностей «Электрические машины и аппараты» и «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» (бакалавров всех форм обучения)/ Сост. В.Г.Стройников - Алчевск: ГОУВО ЛНР «ДонГТИ», 2022. - 73 с. Сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>.

## **7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: [library.dstu.education](http://library.dstu.education). — Текст: электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова: официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст: электронный.
3. Консультант студента: электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст: электронный.
4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. — URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red). — Текст: электронный.
5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст: электронный.
6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор): официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. — Текст: электронный.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

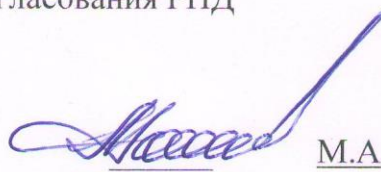
Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

| Наименование оборудованных учебных кабинетов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Адрес (местоположение) учебных кабинетов   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <p>Специальные помещения:</p> <p>Стол, лабораторный для исследований электропроводности твердых диэлектриков, стол лабораторный для исследований изоляции электрических кабелей, высокого и низкого напряжения, стол лабораторный для исследования поверхностного перекрытия изоляторов, стол лабораторный для исследований электрической прочности твердых диэлектриков на постоянном напряжении, стол лабораторный для исследований магнитных свойств сердечников трансформатора осциллографическим методом, исследования конденсаторов.</p> <p>Наглядные пособия.</p> <p>Доска аудиторная– 1 шт.</p> <p>Столы 12шт (36 посадочных мест).</p> | <p>ауд. 232_корп. <u>первый</u></p>        |
| <p>Столы лабораторные, трансформатор для испытания электрической прочности воздушных промежутков при постоянном напряжении, аппарат ВЧФ-4-3 для испытания витковой изоляции электрических машин, трансформатор для испытания электрической прочности воздушных промежутков при переменном напряжении, комплектное высоковольтное оборудование (генератор импульсного напряжения), термометры, барометр</p>                                                                                                                                                                                                                                      | <p>ауд. <u>134</u> корп. <u>первый</u></p> |

## Лист согласования РПД

Разработал  
старший преподаватель кафедры  
электромеханики им. А.Б. Зеленова  
(должность)

  
(подпись)

М.А. Филатов  
(Ф.И.О.)

И.о. зав. кафедрой электромеханики  
им. А.Б. Зеленов

  
(подпись)

Д.И. Морозов  
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры  
электромеханики им. А.Б. Зеленова от 22.08 2024 г.

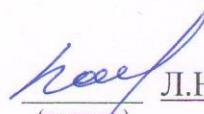
Декан факультета

  
(подпись)

В.В. Дьячкова  
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической  
комиссии по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и  
Электротехника

  
(подпись)

Л.Н. Комаревцева  
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

  
(подпись)

О.А. Коваленко

(Ф.И.О.)

## Лист изменений и дополнений

|                                                                                 |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений |                           |
| ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:                                                          | ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ: |
| Основание:                                                                      |                           |
| Подпись лица, ответственного за внесение изменений                              |                           |