

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:  
03474917c4d012283e5ad996a48a5e79bf8da057

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**

Технология производства и ремонта электрических машин  
и беспилотной техники

(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**

*Цель дисциплины:* формирование общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для решения теоретических и практических задач в профессиональной деятельности, связанной с организацией технологических процессов производства и ремонта электрических машин и беспилотной техники.

*Задачи изучения дисциплины:* получение знаний и формирование навыков для решения вопросов организации технологических процессов производства и ремонта электрических машин и беспилотной техники.

Дисциплина направлена на формирование компетенций ОПК-5 и ПК-3 выпускника.

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

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», элективные дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника»).

Дисциплина реализуется кафедрой электромеханики им. А. Б. Зеленова. Основывается на базе дисциплин: «Физика», «Химия», «Электрические машины», «Электротехнические материалы», «Теоретическая механика», «Прикладная механика», «Основы беспилотной техники».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Электрические машины и средства автоматизации современных электроприводов», «Расчёт и проектирование электрических машин», «Спецкурс электрических машин», «Проектирование беспилотной техники», «Научно-исследовательская работа», «Производственная (технологическая) практика», «Производственная (преддипломная) практика», выпускная квалификационная работа.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с организацией технологических процессов производства и ремонта электрических машин и беспилотной техники.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5.5 зачетных единиц, 198 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч. для групп ЭМА, 6 ак. ч. для группы ЭМА-з), лабораторные занятия (36 ак.ч. для групп ЭМА, 6 ак.ч. для группы ЭМА-з), практические занятия (18 ак.ч. для групп ЭМА, 4 ак.ч. для группы ЭМА-з) и самостоятельная работа студента (108 ак.ч. для групп ЭМА, 182 ак.ч. для группы ЭМА-з).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре для групп ЭМА и ЭМА-з. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

По дисциплине не предусмотрен курсовой проект.

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

Процесс изучения дисциплины «Технология производства и ремонта электрических машин» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – 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.                                                                                              |
| Способен организовывать и выполнять работы по энергоснабжению, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту объектов профессиональной деятельности, оценивать их надежность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологических процессов, знать организационные структуры и выполнять функции управления производством | ПК-3            | ПК-3.1. Способен участвовать в энергоснабжении и эксплуатации объектов профессиональной деятельности.<br>ПК-3.2. Способен применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического оборудования.<br>ПК-3.3. Способен оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования, электро-механических систем, их надежность.<br>ПК-3.4. Знает организацию и структуру производства.<br>ПК-3.5. Способен выполнять функцию управления производством. |

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5.5 зачетных единиц, 198 ак. ч.

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

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение бюджета времени на СРС

| Вид учебной работы                                   | Всего ак. ч. | Ак. ч. по семестрам |
|------------------------------------------------------|--------------|---------------------|
|                                                      |              | 6                   |
| Аудиторная работа, в том числе:                      | 90           | 90                  |
| Лекции (Л)                                           | 36           | 36                  |
| Практические занятия (ПЗ)                            | 18           | 18                  |
| Лабораторные работы (ЛР)                             | 36           | 36                  |
| Курсовая работа/курсовой проект                      | –            | –                   |
| Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе: | 108          | 108                 |
| Подготовка к лекциям                                 | 9            | 9                   |
| Подготовка к лабораторным работам                    | 36           | 36                  |
| Подготовка к практическим занятиям / семинарам       | 18           | 18                  |
| Выполнение курсовой работы / проекта                 | 0            | 0                   |
| Расчетно-графическая работа (РГР)                    | 0            | 0                   |
| Реферат (индивидуальное задание)                     | 0            | 0                   |
| Домашнее задание                                     | 0            | 0                   |
| Подготовка к контрольной работе                      | 0            | 0                   |
| Подготовка к коллоквиумам                            | 12           | 12                  |
| Аналитический информационный поиск                   | 10           | 10                  |
| Работа в библиотеке                                  | 11           | 11                  |
| Подготовка к экзамену                                | 12           | 12                  |
| Промежуточная аттестация – экзамен (Э)               | Э            | Э                   |
| Общая трудоемкость дисциплины                        |              |                     |
| Ак. ч.                                               | 198          | 198                 |
| З. е.                                                | 5.5          | 5.5                 |

## 5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 9 тем:

- тема 1 (Общие вопросы технологии производства электрических машин и беспилотной техники);
- тема 2 (Производство сердечников магнитопроводов электрических машин);
- тема 3 (Производство обмоток электрических машин);
- тема 4 (Пайка и сварка соединений в обмотках);
- тема 5 (Сушка и пропитка обмоток);
- тема 6 (Сборка электрических машин);
- тема 7 (Электроремонтное производство);
- тема 8 (Диагностика неисправностей, разборка, ремонт, сборка и испытания электрических машин после ремонта);
- тема 9 (Технология производства и ремонта беспилотной техники).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 5.1 и 5.2 соответственно.

Таблица 5.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                                          | Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Трудоемкость в ак. ч. | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                 | Трудоемкость в ак. ч. | Темы лабораторных занятий                                     | Трудоемкость в ак. ч. |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1     | Общие вопросы технологии производства электрических машин и беспилотной техники | Терминология. Техническая подготовка производства. Типы производств, отличительные признаки. Общая схема производства электрической машины. Общая схема производства беспилотного аппарата.                                                                                                                                                                                 | 2                     | Изучение терминологии по технологии производства и ремонта электрических машин с помощью Международного электротехнический онлайн-словарь "The World's Online Electrotechnical Vocabulary" (Electropedia) | 4                     | Типовой технологический процесс изготовления: Катушка статора | 8<br>—                |
| 2     | Производство сердечников магнитопроводов электрических машин                    | Обзор конструкций и технологических способов изготовления магнитопроводов электрических машин. Пакетирование сердечников из штампованных листов. Выбор технологической базы при пакетировании сердечника. Способы уменьшения величины дефектов сердечника. Конструкция и принцип работы полуавтоматических станков пакетирования сердечников асинхронных электродвигателей. | 2                     | —                                                                                                                                                                                                         | —                     | —                                                             | —                     |

Продолжение таблицы 5.1

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>практических<br>занятий                                                                                                                                                                   | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий                      | Трудоемкость в<br>ак. ч. |
|----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|
|          |                                           | Технологические процессы производства клееных сердечников. Металлокерамические сердечники. Слесарная обработка сердечников. Расчет усилий опрессовки сердечников. Методы и оборудование контроля качества шихтованных сердечников.                                                                                                                                              | 2                        | —                                                                                                                                                                                                 | —                        | Типовой технологический процесс изготовления стержня | 10                       |
| 3        | Производство обмоток электрических машин  | Конструкции обмоток машин постоянного тока. Основные направления механизации и автоматизации обмоточных работ в России и за рубежом. Технологический процесс производства якорных обмоток из одновитковых секций для тяговых электродвигателей. Конструкция гибочных шаблонов, отрезных станков, изолировочных полуавтоматов. Конструкция осадочного и бандажировочного станка. | 2                        | Обмоточные провода, лаки, характеристики, формы выпуска. Изоляционные материалы, применяемые в обмоточном производстве, марки, характеристики, формы выпуска. Работа с каталогами производителей. | 6                        | —                                                    | —                        |
|          |                                           | Технологический процесс укладки якорной обмотки малого электродвигателя непрерывным проводом. Конструкция станка автоматизированной укладки якорной обмотки малого электродвигателя.                                                                                                                                                                                            | 2                        | —                                                                                                                                                                                                 | —                        | —                                                    | —                        |



Продолжение таблицы 5.1

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>практических<br>занятий | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий | Трудоемкость в<br>ак. ч. |
|----------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|          |                                           | Общая характеристика технологических процессов производства сыпных обмоток. Кинематическая схема и конструкция станка для намотки секций сыпной обмотки. Конструкция намоточных шаблонов, их расчет. Поточная линия укладки сыпных обмоток с применением станков челночного типа. Поточная линия укладки сыпных обмоток с применением станков, оборудованных проводосыпающей головкой. Схемы и конструкции обмоток для машинной укладки. | 2                        | —                               | —                        | —                               | —                        |
|          |                                           | Технологический процесс производства и укладки стержневых обмоток машин переменного тока. Требования к литым короткозамкнутым обмоткам. Характеристики первичного алюминия, применяемого в производстве литых обмоток. Правила, режимы и оборудование плавки первичного алюминия. Способы заливки роторов алюминием. Конструкции литейных форм для заливки роторов.                                                                      | 2                        | —                               | —                        | —                               | —                        |

Продолжение таблицы 5.1

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>практических<br>занятий                                                              | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий                                | Трудоемкость в<br>ак. ч. |
|----------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 4        | Пайка и сварка соединений в обмотках      | Металлургические основы процессов пайки и сварки соединений в обмотках. Припои: марки, составы, характеристики, области применения. Флюсы: назначение, составы, характеристики.<br>Виды пайки, способы пайки. Конструкция оборудования и приспособлений для пайки различными способами. Особенности установок для пайки обмоток к коллектору тугоплавкими и легкоплавкими припоями. | 2                        | —                                                                                            | —                        | —                                                              | —                        |
| 5        | Сушка и пропитка обмоток                  | Влияние пропитки на электрофизические свойства изоляции: электрическая, механическая прочность, влагостойкость, термостойкость, теплопроводность, стойкость к агрессивным средам. Конструкции и принцип работы установок для пропитки погружением, вакуум-нагнетательной, струйной.                                                                                                 | 2                        | Пропиточные составы, характеристики, области применения. Работа с каталогами производителей. | 4                        | —                                                              | —                        |
|          |                                           | Способы сушки обмоток. Характеристики различных способов сушки. Конструкции и принцип работы сушильного оборудования: конвекционная камера, терморadiационная камера, индукционная камера, оборудование токовой сушки.                                                                                                                                                              | 2                        | Типовой технологический процесс обмоточно-изолировочных работ                                | 4                        | Типовой технологический процесс изготовления крышки подшипника | 8                        |

Продолжение таблицы 5.1

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>практических<br>занятий                                            | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий                      | Трудоемкость в<br>ак. ч. |
|----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|
| 6        | Сборка электрических<br>машин             | Организация и характеристики технологи-<br>ческих процессов поточной и стационарной<br>сборки электрических машин. Применяемое<br>оборудование, оснастка. Виды дебаланса<br>ротора, способы устранения. Конструкция<br>станка для динамической балансировки.<br>Подбор и напрессовка подшипников. Рас-<br>чет температуры нагрева подшипника перед<br>напрессовкой. | 2                        | —                                                                          | —                        | Типовой технологический<br>процесс: Сборка двигателя | 10                       |
|          |                                           | Технологический процесс сборки асин-<br>хронных электродвигателей. Особенности<br>сборки крупных машин: турбо и гидрогене-<br>раторов.                                                                                                                                                                                                                              | 2                        | Типовой техно-<br>логический процесс<br>изготовления:<br>Кольцо контактное | —                        | —                                                    | —                        |
| 7        | Электроремонтное про-<br>изводство        | Структура электроремонтного предприятия,<br>цеха по ремонту электрооборудования.<br>Определение трудоемкости ремонта и об-<br>служивания электрооборудования.<br>Состав оборудования и технологиче-<br>ская оснастка электроремонтного цеха и<br>расчет количества оборудования. Расчет<br>численности персонала электроремонтного<br>цеха.                         | 2                        | —                                                                          | —                        | —                                                    | —                        |

Продолжение таблицы 5.1

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины                                                          | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>практических<br>занятий | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий | Трудоемкость в<br>ак. ч. |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 8        | Диагностика неисправностей, разборка, ремонт, сборка и испытания электрических машин после ремонта | Разборка и дефектация асинхронных электродвигателей при ремонте. Механический ремонт деталей и узлов. Восстановление круглых обмоточных медных проводов. Укладка обмоток в статор. Ремонт обмоток роторов. Пропитка обмоток статоров и роторов. Ремонт высоковольтных катушечных обмоток статоров. Схемы обмоток и изоляция статоров с обмоткой из круглого провода.               | 2                        | —                               | —                        | —                               | —                        |
|          |                                                                                                    | Сборка асинхронных электродвигателей после ремонта. Отделка якоря. Ремонт обмоток полюсов. Сборка электрических машин постоянного тока после ремонта. Испытания асинхронных двигателей после ремонта. Разборка и дефектация электрических машин постоянного тока при ремонте. Ремонт обмоток якорей. Ремонт коллектора. Схемы обмоток якорей электрических машин постоянного тока. | 2                        | —                               | —                        | —                               | —                        |

Продолжение таблицы 5.1

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины             | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                  | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>практических<br>занятий | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий | Трудоемкость в<br>ак. ч. |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 9        | Технология производства и ремонта беспилотной техники | Классификация БПЛА по способу производства. Выбор материалов для производства БПЛА. Методы изготовления корпусов и несущих конструкций. Аддитивные технологии (3D-печать)                                                         | 2                        | —                               | —                        | —                               | —                        |
|          |                                                       | Вакуумная инфузия, прессование. Механическая обработка (фрезерование, лазерная резка). Сборка и монтаж электронных компонентов БПЛА.                                                                                              | 2                        | —                               | —                        | —                               | —                        |
|          |                                                       | Неразрушающие методы контроля (ультразвук, рентген, термография) при производстве и ремонте БПЛА. Диагностика неисправностей БПЛА(аппаратные и программные методы). Замена и калибровка датчиков, двигателей, аккумуляторов БПЛА. | 2                        | —                               | —                        | —                               | —                        |
|          | Всего аудиторных часов                                |                                                                                                                                                                                                                                   | 36                       | —                               | 18                       | —                               | 36                       |

Таблица 5.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины                                       | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>практических<br>занятий                                                                                                                                                                           | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий                               | Трудоемкость в<br>ак. ч. |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1        | Общие вопросы технологии производства электрических машин и беспилотной техники | Терминология. Техническая подготовка производства. Типы производств, отличительные признаки. Общая схема производства электрической машины. Общая схема производства беспилотного аппарата.                                                                                                                                                                                 | 2                        | Изучение терминологии по технологии производства и ремонта электрических машин с помощью Международного электротехнический онлайн-словарь "The World's Online Electrotechnical Vocabulary" (Electropedia) | 4                        | Типовой технологический процесс изготовления: Катушка статора | 6<br>—                   |
| 2        | Производство сердечников магнитопроводов электрических машин                    | Обзор конструкций и технологических способов изготовления магнитопроводов электрических машин. Пакетирование сердечников из штампованных листов. Выбор технологической базы при пакетировании сердечника. Способы уменьшения величины дефектов сердечника. Конструкция и принцип работы полуавтоматических станков пакетирования сердечников асинхронных электродвигателей. | 2                        | —                                                                                                                                                                                                         | —                        | —                                                             | —                        |

Продолжение таблицы 5.2

| №<br>п/п | Наименование темы<br>(раздела) дисциплины | Содержание лекционных<br>занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>практических<br>занятий | Трудоемкость в<br>ак. ч. | Темы<br>лабораторных<br>занятий | Трудоемкость в<br>ак. ч. |
|----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|          |                                           | Технологические процессы производства клееных сердечников. Металлокерамические сердечники. Слесарная обработка сердечников. Расчет усилий опрессовки сердечников. Методы и оборудование контроля качества шихтованных сердечников.                                                                                                                                              |                          | —                               | —                        | —                               | —                        |
| 3        | Производство обмоток электрических машин  | Конструкции обмоток машин постоянного тока. Основные направления механизации и автоматизации обмоточных работ в России и за рубежом. Технологический процесс производства якорных обмоток из одновитковых секций для тяговых электродвигателей. Конструкция гибочных шаблонов, отрезных станков, изолировочных полуавтоматов. Конструкция осадочного и бандажировочного станка. | 2                        | —                               | —                        | —                               | —                        |
|          | Всего аудиторных часов                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6                        | —                               | 4                        | —                               | 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» при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала). ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf))

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

| Код и наименование компетенции | Способ оценивания | Оценочное средство                              |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------|
| ОПК-5<br>ПК-3                  | Экзамен           | Комплект контролирующих материалов для экзамена |

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

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 60 баллов;
- лабораторные работы – всего 20 баллов;
- практические занятия – всего 20 баллов.

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

Экзамен по дисциплине «Технология производства и ремонта электрических машин» проводятся 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 6.2



Таблица 6.2 – 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

*Тема 1 Общие вопросы технологии производства электрических машин*

- 1) Какая организация устанавливает терминологию в области организации технологии производства и ремонта электрических машин?
- 2) Как называется интернет-ресурс, на котором можно ознакомиться с терминологией в области организации технологии производства и ремонта электрических машин?
- 3) Что в себя включает техническая подготовка производства электрических машин?
- 4) Какие выделены типы производств, на которых производятся электрические машины?
- 5) Какие отличительные признаки имеют производства, на которых производятся электрические машины?
- 6) Какова общая схема производства электрической машины?

*Тема 2 Производство сердечников магнитопроводов электрических машин*

- 1) Какие известны конструкции магнитопроводов электрических машин?
- 2) Какие известны технологические способы изготовления магнито-

проводов электрических машин?

3) В чём заключается технологический процесс пакетирования сердечников из штампованных листов?

4) Как осуществляется выбор технологической базы при пакетировании сердечника?

5) Какие существуют способы уменьшения величины дефектов сердечника?

6) Какую конструкцию имеют полуавтоматические станки пакетирования сердечников асинхронных электродвигателей?

7) В чём заключается принцип работы полуавтоматических станков пакетирования сердечников асинхронных электродвигателей?

8) Какие известны технологические процессы производства клееных сердечников?

9) В чём заключаются особенности металлокерамических сердечников?

10) Какие технологические операции используются при слесарной обработке сердечников?

11) Как выполняется расчет усилий опрессовки сердечников?

12) Какие методы используются для контроля качества шихтованных сердечников?

13) Какое оборудование используется для контроля качества шихтованных сердечников?

### *Тема 3 Производство обмоток электрических машин*

1) Какие известны конструкции обмоток машин постоянного тока?

2) Какие основные направления механизации и автоматизации обмоточных работ в России?

3) Какие основные направления механизации и автоматизации обмоточных работ за рубежом?

4) Из чего состоит технологический процесс производства якорных обмоток из одновитковых секций для тяговых электродвигателей?

5) Какую конструкцию имеют изолировочные полуавтоматы?

6) Какую конструкцию имеют гибочные шаблоны?

7) Какую конструкцию имеют отрезные станки?

8) Какую конструкцию имеет осадочный станок?

9) Какую конструкцию имеет бандажировочный станок?

10) Из чего состоит технологический процесс укладки якорной обмотки малого электродвигателя непрерывным проводом?

11) Какую конструкцию имеет станок автоматизированной укладки

якорной обмотки малого электродвигателя?

12) Какие общие характеристики имеют технологические процессы производства насыпных обмоток?

13) Как построена кинематическая схема станка для намотки секций насыпной обмотки?

14) Какую конструкцию имеет станок для намотки секций насыпной обмотки?

15) Какую конструкцию имеют намоточные шаблоны?

16) Как рассчитываются намоточные шаблоны?

17) Как устроена поточная линия укладки насыпных обмоток с применением станков челночного типа?

18) Как устроена поточная линия укладки насыпных обмоток с применением станков, оборудованных проводовысыпавшей головкой?

19) Какую схему имеют обмотки для машинной укладки?

20) Какую конструкцию имеют обмотки для машинной укладки?

21) В чём заключается технологический процесс производства и укладки стержневых обмоток машин переменного тока?

22) Какие требования предъявляются к литым короткозамкнутым обмоткам?

23) Какие характеристики должен иметь первичный алюминий, применяемый в производстве литых обмоток?

24) Какие установлены правила плавки первичного алюминия?

25) Какие установлены режимы плавки первичного алюминия?

26) Какое оборудование используется для плавки первичного алюминия?

27) Какие известны способы заливки роторов алюминием?

28) Какие известны конструкции литейных форм для заливки роторов?

#### *Тема 4 Пайка и сварка соединений в обмотках*

1) Каковы металлургические основы процессов пайки соединений в обмотках?

2) Каковы металлургические основы процессов сварки соединений в обмотках?

3) Какие известны марки припоев, применяемых при пайке соединений в обмотках?

4) Какие известны составы припоев, применяемых при пайке соединений в обмотках?

5) Какие характеристики имеют припои, применяемые при пайке со-

единений в обмотках?

6) Какие области применения имеют припои, применяемые при пайке соединений в обмотках?

7) Какое назначение имеют флюсы, применяемые при пайке соединений в обмотках?

8) Какие составы имеют флюсы, применяемые при пайке соединений в обмотках?

9) Какие характеристики имеют флюсы, применяемые при пайке соединений в обмотках?

10) Какие существуют виды пайки?

11) Какие существуют способы пайки?

12) Какую конструкцию имеет оборудование для пайки?

13) Какую конструкцию имеют приспособления для пайки?

14) Какие особенности имеют установки для пайки обмоток к коллектору тугоплавкими припоями?

15) Какие особенности имеют установки для пайки обмоток к коллектору легкоплавкими припоями?

#### *Тема 5 Сушка и пропитка обмоток*

1) Как влияет пропитка на электрическую прочность обмоток?

2) Как влияет пропитка на механическую прочность обмоток?

3) Как влияет пропитка на влагостойкость обмоток?

4) Как влияет пропитка на термостойкость обмоток?

5) Как влияет пропитка на теплопроводность обмоток?

6) Как влияет пропитка на стойкость обмоток к агрессивным средам?

7) Какую конструкцию имеет установка для пропитки обмоток погружением?

8) Какую конструкцию имеет установка для вакуум-нагнетательной пропитки обмоток?

9) Какую конструкцию имеет установка для струйной пропитки обмоток?

10) Какой принцип работы имеет установка для пропитки обмоток погружением?

11) Какой принцип работы имеет установка для струйной пропитки обмоток?

12) Какой принцип работы имеет установка для вакуум-нагнетательной пропитки обмоток?

13) Какие известны способы сушки обмоток?

14) Чем характеризуется конвекционный способ сушки обмоток?

- 15) Чем характеризуется терморadiационный способ сушки обмоток?
- 16) Чем характеризуется индукционный способ сушки обмоток?
- 17) Чем характеризуется токовый способ сушки обмоток?
- 18) Какую конструкцию имеет конвекционная камера для сушки обмоток?
- 19) Какую конструкцию имеет терморadiационная камера для сушки обмоток?
- 20) Какую конструкцию имеет индукционная камера для сушки обмоток?
- 21) Какой принцип действия имеет терморadiационная камера для сушки обмоток?
- 22) Какой принцип действия имеет индукционная камера для сушки обмоток?
- 23) Какой принцип действия имеет конвекционная камера для сушки обмоток?
- 24) Какую конструкцию имеет оборудование для токовой сушки обмоток?
- 25) Какой принцип действия имеет оборудование для токовой сушки обмоток?

#### *Тема 6 Сборка электрических машин*

- 1) Чем характеризуется технологический процесс поточной сборки электрических машин?
- 2) Чем характеризуется технологический процесс стационарной сборки электрических машин?
- 3) Какое оборудование применяется при технологическом процессе поточной сборки электрических машин?
- 4) Какое оборудование применяется при технологическом процессе стационарной сборки электрических машин?
- 5) Какая оснастка применяется при технологическом процессе поточной сборки электрических машин?
- 6) Какая оснастка применяется при технологическом процессе стационарной сборки электрических машин?
- 7) Какие различают виды дебаланса ротора?
- 8) Какие различают способы устранения дебаланса ротора?
- 9) Какую конструкцию имеет станок для динамической балансировки ротора?
- 10) Как осуществляется подбор подшипников?

- 11) Как осуществляется напрессовка подшипников.?
- 12) Какой принцип работы имеет установка для вакуум-нагнетательной пропитки обмоток?
- 13) Как осуществляется расчет температуры нагрева подшипника перед напрессовкой?
- 14) В чём заключается технологический процесс сборки асинхронных электродвигателей?
- 15) В чём заключается технологический процесс сборки асинхронных электродвигателей?
- 16) В чём заключаются особенности сборки крупных машин: турбо- и гидрогенераторов?

#### *Тема 7 Электроремонтное производство*

- 1) Какую структуру имеет электроремонтное предприятие?
- 2) Какую структуру имеет цех по ремонту электрооборудования?
- 3) Как рассчитать численность персонала электроремонтного цеха?

#### *Тема 8 Диагностика неисправностей, разборка, ремонт, сборка и испытание электрических машин после ремонта*

- 1) Как осуществляется разборка асинхронных электродвигателей при ремонте?
- 2) Как осуществляется дефектация асинхронных электродвигателей при ремонте?
- 3) Как осуществляется механический ремонт деталей и узлов асинхронных электродвигателей?
- 4) Как осуществляется восстановление круглых обмоточных медных проводов?
- 5) Как осуществляется укладка обмоток в статор?
- 6) Как осуществляется ремонт обмоток роторов?
- 7) Как осуществляется пропитка обмоток статоров и роторов при ремонте?
- 8) Как осуществляется ремонт высоковольтных катушечных обмоток статоров?
- 9) Как осуществляется сборка асинхронных электродвигателей после ремонта?
- 10) Как осуществляется отделка якоря?
- 11) Как осуществляется ремонт обмоток полюсов?
- 12) Как осуществляется сборка электрических машин постоянного тока после ремонта?

13) Как выполняются испытания асинхронных двигателей после ремонта?

14) Как осуществляется разборка и дефектация электрических машин постоянного тока при ремонте?

15) Как осуществляется ремонт обмоток якорей?

16) Как осуществляется ремонт коллектора?

#### *Тема 9 Технология производства и ремонта беспилотной техники*

1) Какие современные материалы наиболее эффективны в производстве БПЛА и почему?

2) Как аддитивные технологии (3D-печать) применяются при изготовлении деталей беспилотников и каковы их преимущества перед традиционными методами?

3) Какие методы неразрушающего контроля используются для проверки качества конструкций БПЛА после производства?

4) Как организован процесс сборки и монтажа электронных компонентов в беспилотных системах?

5) Каковы основные этапы ремонта БПЛА при повреждении несущей конструкции или электронных систем?

6) Какие цифровые технологии (цифровые двойники, ИИ-анализ) применяются для оптимизации производства и ремонта БПЛА?

7) Как решаются вопросы утилизации и экологической безопасности при производстве и эксплуатации беспилотной техники?

### **6.5 Вопросы для подготовки к экзамену (тестовым коллоквиумам)**

#### **6.5.1 Вопросы для подготовки к коллоквиуму №1**

1) Какие типы производств присущи процессу изготовления электрических машин? Какие отличительные признаки они имеют?

2) Какие существуют конструкции и технологические способы изготовления магнитопроводов электрических машин?

3) Как осуществляется пакетирование сердечников из штампованных листов и выбор технологической базы при пакетировании сердечника?

4) Какие существуют способы уменьшения величины дефектов сердечника?

5) Какие известны технологические процессы производства клееных сердечников?

6) Какие методы и оборудование применяются для контроля качества шихтованных сердечников?

7) Каковы основные направления механизации и автоматизации обмоточных работ?

8) В чём состоит технологический процесс производства якорных обмоток из одновитковых секций для тяговых электродвигателей?

9) В чём состоит технологический процесс укладки якорной обмотки малого электродвигателя непрерывным проводом?

10) В чём состоит технологический процесс производства выпных обмоток?

11) Какие известны схемы и конструкции обмоток для машинной укладки?

12) В чём состоит технологический процесс производства и укладки стержневых обмоток машин переменного тока?

13) Какие известны способы заливки роторов алюминием?

14) Каковы металлургические основы процессов пайки и сварки соединений в обмотках?

15) Какую конструкцию имеет оборудование и приспособления для пайки обмоток к коллектору?

16) Какую конструкцию и принцип работы имеют установки для пропитки изоляции электрических машин?

17) Какие известны способы сушки обмоток электрических машин?

18) Какую конструкцию и принцип работы имеет сушильное оборудование?

### **6.5.2 Вопросы для подготовки к коллоквиуму №2**

1) В чём состоит организация и характеристики технологических процессов поточной и стационарной сборки электрических машин?

2) Какие существуют виды дебаланса ротора и способы его устранения?

3) В чём состоит технологический процесс сборки асинхронных электродвигателей?

4) В чём заключаются особенности сборки крупных машин: турбо и гидрогенераторов?

5) Какова структура электроремонтного предприятия, цеха по ремонту электрооборудования?

6) Каков состав оборудования и технологическая оснастка электроремонтного цеха?



- 7) Как выполняется разборка и дефектация асинхронных электродвигателей при ремонте?
- 8) Как выполняется ремонт обмоток роторов асинхронных электродвигателей?
- 9) Как выполняется сборка асинхронных электродвигателей после ремонта?
- 10) Как выполняется сборка электрических машин постоянного тока после ремонта?
- 11) Как выполняются испытания асинхронных двигателей после ремонта?
- 12) Как выполняется разборка и дефектация электрических машин постоянного тока при ремонте?
- 13) Как выполняется ремонт обмоток якорей электрических машин постоянного тока?
- 14) Как выполняется ремонт коллектора электрических машин постоянного тока?
- 15) Какие современные материалы наиболее эффективны в производстве БПЛА и почему?
- 16) Как аддитивные технологии (3D-печать) применяются при изготовлении деталей беспилотников и каковы их преимущества перед традиционными методами?
- 17) Какие методы неразрушающего контроля используются для проверки качества конструкций БПЛА после производства?
- 18) Как организован процесс сборки и монтажа электронных компонентов в беспилотных системах?
- 19) Каковы основные этапы ремонта БПЛА при повреждении несущей конструкции или электронных систем?
- 20) Какие цифровые технологии (цифровые двойники, ИИ-анализ) применяются для оптимизации производства и ремонта БПЛА?
- 21) Как решаются вопросы утилизации и экологической безопасности при производстве и эксплуатации беспилотной техники?

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

Курсовой проект по дисциплине не предусмотрен.

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### *Основная литература*

1. Эксплуатация и ремонт электрических машин металлургического производства : учебно-справочное пособие / Аршинов Н. П., Кожевников А. В., Кожевникова А. В. ... - Текст : непосредственный. Ч. 1 : Эксплуатация и ремонт электрических машин металлургического производства. В 2 ч. Ч. 1 : учебно-справочное пособие, Ч. 1 / Аршинов Н. П., Кожевников А. В., Кожевникова А. В. - Череповец : ЧГУ, 2023. - 255 с. - ISBN 978-5-85341-945-2 — URL: <https://bik.sfu-kras.ru/elib/view?id=LANY-669.02/.09%3A669.01/Э%20414-978229603> (дата обращения: 20.08.2024).

2. Дайнеко, В. А. Технология ремонта и обслуживания электрооборудования : учебник / В. А. Дайнеко. — 2-е изд. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2020. — 396 с. — ISBN 978-985-7234-43-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/100395> (дата обращения: 20.08.2024).

3. Технология электромашиностроения : учебное пособие / М.Ю.Сибикин, Ю.Д.Сибикин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 1922. – 352 с. Режим доступа: <https://znanium.ru/read?id=379050> (дата обращения: 20.08.2024).

4. Ковалёв, М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие / М.А. Ковалёв, Д.Н. Овакимян. – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 96 с. Режим доступа: [https://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Bespilotnye-letatelnye-apparaty-vertikalnogo-vzleta-sborka-nastroika-i-programmirovaniye-107946/1/978-5-7883-2025-0\\_2023.pdf?ysclid=m8vsnmg0od248283526](https://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Bespilotnye-letatelnye-apparaty-vertikalnogo-vzleta-sborka-nastroika-i-programmirovaniye-107946/1/978-5-7883-2025-0_2023.pdf?ysclid=m8vsnmg0od248283526) (дата обращения: 20.08.2024)

#### *Дополнительная литература*

1. Антонов, М. В. Технология производства электрических машин [Текст] / М. В. Антонов. - М. Энергоатомиздат, 1994. - 646 с. Режим доступа: <https://opac.mpei.ru/OpacUnicode/app/webroot/index.php?url=/notices/index/IdNotice:15469/Source:default> (дата обращения: 20.08.2024).

2. Технология крупного электромашиностроения : в 3-х т. / Б. П. Фомин, Б. Г. Циханович, Г. М. Виро. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Энергоиздат, Ленингр. отд-ние, 1981 - . [Текст]. Т. 1 : Турбогенераторы. - 1981. - 390 с. Режим доступа: <https://bik.sfu-kras.ru/elib/view?id=BOOK1-621.31/T23-306454> (дата обращения: 20.08.2024).

3. Осьмаков А.А. Технология и оборудование производства электрических машин [Учебник для электромех. и электромашиностроит. техникумов].

— Москва : Высш. школа, 1971. — 343 с. ил.; 22. Режим доступа: <https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/oborudovanie-prva-el-mashin/> (дата обращения: 20.08.2024).

4. Малые беспилотные летательные аппараты [Текст] / Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. — М. : Техносфера, 2015. — 314 с. — URL: <https://djvu.online/file/3Po88d3McUAsL> (дата обращения: 20.08.2024)

## **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.

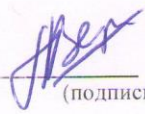
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. — Текст : электронный.

[illegible]

## Лист согласования РПД

Разработал  
ст. преп. кафедры электромеханики  
им. А.Б. Зеленова  
(должность)

  
(подпись) А.В. Верхола  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись) Д.И. Морозов  
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 \_\_\_\_ заседания кафедры  
электромеханики им. А.Б. Зеленова

от 22.08 2024 г.

И.о. декана факультета информационных  
технологий и автоматизации  
производственных процессов

  
(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                              |                           |