

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Целью дисциплины является создание необходимой основы для технической диагностики электромеханических устройств.

Задачей дисциплины является освоение различных подходов к изучению технической диагностики электромеханических устройств и формирование навыков разработки, проектирования и исследования электромеханических устройств.

Дисциплина нацелена на формирование

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональной компетенции ПК-4.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в часть БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», формируемую участниками образовательных отношений по направлению 13.04.02 «Автоматизированные электромеханические комплексы и системы».

Дисциплина реализуется кафедрой электромеханики имени А.Б. Зеленова. Основывается на базе дисциплин ООП подготовки бакалавра: «Физическое и математическое моделирование электромеханических преобразователей энергии».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (магистерская работа)».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (9 ак.ч.), практические (45 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (542 ак.ч.).

Для заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 ак.ч.), практические (6 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (98 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 1 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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

Процесс изучения дисциплины «Комплектные электропривода» 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 участвовать в эксплуатации технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	ПК-4	ПК-4.1 Способен участвовать эксплуатации технологического оборудования объектов профессиональной деятельности ПК- 4.2. Способен применять методы и технические средства эксплуатации технологического оборудования объектов профессиональной деятельности ПК- 4.3. Способен оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, выполнение домашнего задания, подготовку к практическим занятиям, 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:	54	54
Лекции (Л)	9	9
Практические занятия (ПЗ)	45	45
Лабораторные работы (ЛР)		
Курсовая работа/курсовой проект		
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к практическим занятиям / семинарам		
Выполнение курсовой работы / проекта		
Расчетно-графическая работа (РГР)		
Реферат (индивидуальное задание)		
Домашнее задание	18	18
Подготовка к контрольной работе		
Подготовка к коллоквиуму		
Аналитический информационный поиск	3	3
Работа в библиотеке	3	3
Подготовка к зачету	3	3
Промежуточная аттестация – зачет (З)	3	3
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	108	108
з.е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 5 тем:

- *тема 1* (Диагностика электромеханических систем);
- *тема 2* (Технические средства тепловизионной диагностики);
- *тема 3* (Диагностика электродвигателей);
- *тема 4* (Экспертные системы диагностики электромеханических устройств);
- *тема 5* (Методы поиска неисправностей в аналоговых и цифровых системах.).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 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.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Диагностика электромеханических систем.	Основные термины и определения. Задачи технической диагностики. Современные требования, предъявляемые к системам функционального диагностирования электрических машин. Современные методы неразрушающего контроля электромеханических преобразователей.	1	Методы неразрушающего контроля: акустические, капиллярные, магнитные, оптические, радиационные, радиоволновые, тепловые, электрические, электромагнитные (метод вихревых токов)	9		-
2	Технические средства тепловизионной диагностики	Технические средства тепловизионной диагностики. Основные технические параметры приборов инфракрасной техники, их физический смысл и влияние на метрологические характеристики этих приборов	2	Создание тепловизора при помощи Arduino, состоящего из двух сервоприводов, контроллера, лазерного модуля, бесконтактного датчика температуры MLX90614ESF	9		-

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных заня- тий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы практических занятий	Тру- доем- кость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудо- ем- кость в ак.ч.
3	Диагностика электродвигателей	Диагностика электродвигателей. Диагностика промышленных электродвигателей и генераторов по спектру потребляемого тока. ГОСТ ISO 20958-2015 «Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя».	2	Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя. Анализ тока статора, электрического тока, напряжения и мощности, магнитного потока, частичного разряда, исследование электромагнитных помех, тока ротора, напряжения на концах вала.	9		-
	Экспертные системы диагностики электро-механических устройств	Создание прототипа экспертной системы диагностики электрических машин. Диагностическая модель электрооборудования на основе нечетких отношений	2	Создание прототипа экспертной системы диагностики электрических машин. Диагностическая модель электрооборудования на основе нечетких отношений	9		-
5	Методы поиска неисправностей в аналоговых и цифровых системах. Диагностика места пробоя кабеля.	Диагностика места пробоя кабеля. Диагностика трансформаторов	2	Создание RLC-тестера на основе Arduino	9		-
Всего аудиторных часов			9		45		-

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

1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Диагностика электромеханических систем.	Диагностика электромеханических систем. Основные термины и определения. Задачи технической диагностики. Современные требования, предъявляемые к системам функционального диагностирования электрических машин. Современные методы неразрушающего контроля электромеханических преобразователей.	4	Создание тепловизора при помощи Arduino, состоящего из двух сервоприводов, контроллера, лазерного модуля, бесконтактного датчика температуры MLX90614ESF	4		-
Всего аудиторных часов			4		4		-

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) 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
ПК-1	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

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

- за выполнение и защиту практических работ 60 баллов
- за выполнение домашнего задания – всего 40 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 «Охрана труда и производственная безопасность» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), 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 Домашнее задание

Создать диагностическую модель электромеханического устройства на основе метода иерархии. Для этого

1. Выявить признаки неисправности.
2. Провести попарное сравнение признаков между собой для каждой из возможных причин по фундаментальной шкале Саати.
3. На основе матрицы попарных сравнений определить вектор-столбец приоритетов (ВСП) признаков неисправностей для каждой из возможных причин.
4. Определить вектор-столбец собственных значений матрицы.
5. Оценить согласованность, разделив сумму компонент вектора решения на число компонент.
6. Составить диагностическую модель.

Таблица 7 – Варианты задания

№ варианта	Электромеханическое устройство
1	Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором
2	Асинхронный электродвигатель с фазным ротором
3	Синхронный электродвигатель
4	Электродвигатель постоянного тока независимого возбуждения
5	Электродвигатель постоянного тока последовательного возбуждения
6	Электродвигатель постоянного тока смешанного возбуждения
7	Вентильный электродвигатель
8	Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором
9	Асинхронный электродвигатель с фазным ротором
10	Синхронный электродвигатель

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Рефераты по курсу не предусмотрены.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 (Диагностика электромеханических систем).

- 1) Что такое диагностика электромеханических систем?
- 2) Каковы основные термины и определения технической диагностики?
- 3) Каковы задачи технической диагностики?
- 4) Каковы современные требования, предъявляемые к системам функционального диагностирования электрических машин?
- 5) Каковы современные методы неразрушающего контроля электромеханических преобразователей?

Тема 2 (Технические средства тепловизионной диагностики).

- 1) Что относится к техническим средствам тепловизионной диагностики?
- 2) Каковы основные технические параметры приборов инфракрасной техники, их физический смысл и влияние на метрологические характеристики этих приборов?
- 3) Как выбрать тепловизор?
- 4) В каких случаях необходим дополнительный узкоугольный объектив?
- 5) Что такое технология SuperResolution?
- 6) Возможно ли наблюдать процессы нагрева и охлаждения в динамике?

Тема 3 (Диагностика электродвигателей).

- 1) Какие методы применяют при диагностике электродвигателей?
- 2) Как проверить электродвигатель на наличие замыкания обмоток статора на корпус?
- 3) Как проверить обмотку электродвигателя на наличие межвитковых замыканий?
- 4) Как проверить якорь электродвигателя?
- 5) Как проверить пусковой конденсатор?

Тема 4 (Экспертные системы диагностики электромеханических устройств).

- 1) Что такое экспертная система?
- 2) Какие задачи решаются при разработке систем диагностирования?
- 3) Какие этапы включает создание модели для расчётов остаточного ресурса?
- 4) Какие типы входных переменных могут быть в экспертных системах?

5) Какие преимущества обеспечивает модель экспертной системы оценки и прогнозирования технического состояния?

Тема 5 (Методы поиска неисправностей в аналоговых и цифровых системах.).

1) Чем отличаются методы поиска неисправностей в аналоговых и цифровых системах?

2) Какие методы поиска неисправностей существуют?

3) В чём заключается метод последовательных поэлементных проверок?

4) В чём заключается метод групповых проверок?

5) В чём заключается комбинационный метод?

6.5 Вопросы для подготовки к зачету (тестовому коллоквиуму)

1) Что такое диагностика электромеханических систем?

2) Каковы основные термины и определения технической диагностики?

3) Каковы задачи технической диагностики?

4) Каковы современные требования, предъявляемые к системам функционального диагностирования электрических машин?

5) Каковы современные методы неразрушающего контроля электромеханических преобразователей?

6) Что относится к техническим средствам тепловизионной диагностики?

7) Каковы основные технические параметры приборов инфракрасной техники, их физический смысл и влияние на метрологические характеристики этих приборов?

8) Как выбрать тепловизор?

9) В каких случаях необходим дополнительный узкоугольный объектив?

10) Что такое технология SuperResolution?

11) Возможно ли наблюдать процессы нагрева и охлаждения в динамике?

12) Какие методы применяют при диагностике электродвигателей?

13) Как проверить электродвигатель на наличие замыкания обмоток статора на корпус?

14) Как проверить обмотку электродвигателя на наличие межвитковых замыканий?

15) Как проверить якорь электродвигателя?

16) Как проверить пусковой конденсатор?

17) Что такое экспертная система?

18) Какие задачи решаются при разработке систем диагностирования?

- 19) Какие этапы включает создание модели для расчётов остаточного ресурса?
- 20) Какие типы входных переменных могут быть в экспертных системах?
- 21) Какие преимущества обеспечивает модель экспертной системы оценки и прогнозирования технического состояния?
- 22) Чем отличаются методы поиска неисправностей в аналоговых и цифровых системах?
- 23) Какие методы поиска неисправностей существуют?
- 24) В чём заключается метод последовательных поэлементных проверок?
- 25) В чём заключается метод групповых проверок?
- 26) В чём заключается комбинационный метод?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Шеховцов, В. П. Электрическое и электромеханическое оборудование : учебник / В.П. Шеховцов. — 3-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 407 с. — ISBN 978-5-16-013394-2. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894612>

2. Дайнеко, В. А. Технология ремонта и обслуживания электрооборудования : учебник / В. А. Дайнеко. — 2-е изд. — Минск : РИПО, 2020. — 396 с. — ISBN 978-985-7234-43-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/100395.html>

5. Диагностика оборудования систем электроснабжения : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : Параграф, 2020. — 236 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/109376.html>

Дополнительная литература

1. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 181 с. — ISBN 978-5-534-00798-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513195>

Учебно-методическое обеспечение

1. Практикум по дисциплине «Комплектные электропривода»/ Сост.: М.А. Ямковая. — Алчевск: ДонГТУ, 2021. — 134 с — URL: <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=1640> . - Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

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

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: 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. — 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
Специальные помещения: <i>Научно-исследовательская лаборатория «Теории электропривода» (25 посадочных мест)</i> , оборудованная учебной мебелью и лабораторными стендами <i>Компьютерный класс (25 посадочных мест)</i> , оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет	Ауд. 118, корп. главный Ауд. 319, корп. главный

Лист согласования РПД

Разработал
к.т.н., доц. кафедры электромеханики
им. А. Б. Зеленова
(должность)

(должность)

(должность)


(подпись)

М.А. Ямковая
(Ф.И.О.)

(подпись)

(Ф.И.О.)

(подпись)

(Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой


(подпись)

Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

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

от 22.08.2024г.

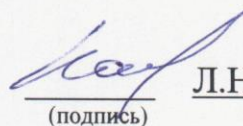
Декана факультета


(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	