Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.14 Надежность электрических машин»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Электромеханика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.8 Практикум по электромеханике*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № 5 от "18" 01 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой
автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры *подпись* А.С. Безгин *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент *должность* *подпись* Д.В. Сурков *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника *код наименование* *личная подпись* С.В. Митрофанов *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись Н.Н. Бигалиева *расшифровка подписи* С.А. Бикташева

Уполномоченный по качеству факультета
личная подпись С.А. Сильвашко *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Сурков Д.В., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины:

- изучить теоретические основы надежности;
- овладеть методами определения, прогнозирования и управления надежностью электрических машин и аппаратов.

Задачи:

- познакомиться с понятием надежности и его значением в современной технике;
- изучить основы теории надежности;
- изучить физические основы старения и износа, надежность основных узлов электрических машин и аппаратов;
- изучить методы испытания изделий на надежность и прогнозирования надежности электрических машин и аппаратов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15 Математика, Б1.Д.В.10 Инженерное проектирование и системы автоматизированного проектирования электрических машин, Б1.Д.В.11 Технология изготовления электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей, Б1.Д.В.12 Испытание, эксплуатация и ремонт электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей, Б1.Д.В.13 Диагностика электрических машин, Б2.П.Б.П.1 Эксплуатационная практика, Б2.П.В.П.1 Технологическая практика*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК*-2-В-2 Определяет отклонения от нормальных режимов и неисправности электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов	**Знать:** - показатели надежности основных узлов электрических машин. **Уметь:** - выполнять планирование, организацию и документирование испытаний на надежность. **Владеть:** - методикой оценки экономической эффективности повышения надежности изделия.
ПК*-3 Способен применять методы и технические средства испытаний и диагностики электромеханических	ПК*-3-В-1 Демонстрирует навыки определения и контроля состояния узлов электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов	**Знать:** - методы проведения испытаний на надежность **Уметь:** - примененять методы испытания изделий на надежность и прогнозирования надежности; - применять методики расчета надежно-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
преобразователей энергии		сти. **Владеть:** - навыками обработки результатов эксперимента.
ПК*-6 Способен проводить оценку надежности, шума и вибраций электромеханических преобразователей энергии	ПК*-6-В-1 Демонстрирует знание теоретических и физических основ процесса износа электрических машин, типов отказов и способы их выявления и устранения ПК*-6-В-3 Демонстрирует знание методики проведения испытаний на надежность и основные стандарты в области испытаний на надежность электрических машин ПК*-6-В-4 Определяет показатели надежности по статистическим данным об отказах и авариях электрооборудования ПК*-6-В-5 Применяет знания теории надежности для расчета показателей надежности электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов	**Знать:** - физические основы старения и износа; - основные методы испытания изделий на надежность и прогнозирования надежности; - основные стандарты в области надежности электрических машин; - надежность основных узлов электрических машин и аппаратов. **Уметь:** - проводить оценку показателей надежности электрических машин. **Владеть:** - методиками испытаний электрических машин на надежность; - навыками обработки результатов эксперимента.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**	**216**
Контактная работа:	**34,25**	**50,5**	**84,75**
Лекции (Л)	18	16	34
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю*	**73,75**	**57,5** +	**131,25**
Вид итогового контроля	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Понятие надежности и его значение для современной техники	10	2			8
2	Показатели надежности. Стандартизация в области надежности	60	8		16	36
3	Физические основы старения и износа	22	6			16
4	Надежность электрических аппаратов	16	2			14
	Итого:	108	18		16	74

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Надежность электрических аппаратов	14	4	2		8
5	Надежность основных узлов электрических машин	42	6	6	16	14
6	Основные методы оценки надежности. Обеспечение надежности при эксплуатации	40	4	6		30
7	Прогнозирование надежности электрических машин и управление качеством	12	2	2		8
	Итого:	108	16	16	16	60
	Всего:	216	34	16	32	134

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Понятие надежности и его значение для современной техники

Цель и задачи курса. Понятие надежности и его значение для современной техники. Статистика отказов электрических машин. Обеспечение и повышение надежности электрических машин. Оценка экономической эффективности повышения надежности изделия.

2 Основы теории надежности

Основные понятия и термины теории надежности. Основные показатели надежности. Периоды работы технических изделий. Структурная надежность. Законы распределения отказов. Распределение экстремальных значений. Модель «слабейшего звена». Стандартизация в области надежности.

3 Физические основы старения и износа

Процессы старения и износа, условия возникновения, меры снижения и профилактики старения и износа. Визуальная картина при различных видах износа и старения.

4 Надежность электрических аппаратов

Факторы, влияющие на надежность элементов электрических аппаратов. Повышение надежности электрических аппаратов. Расчет надежности с учетом восстановления и различной глубины контроля. Расчет функциональной надежности электрических аппаратов. Обоснование и распределение требований к надежности элементов электрических аппаратов. Основы моделирования надежности сложных электрических аппаратов

5 Надежность основных узлов электрических машин

Надежность коллекторно-щеточного узла и контактных колец. Модель надежности коллекторно-щеточного узла. Расчет надежности щеточного узла. Надежность подшипниковых узлов электрических машин. Вибрация подшипниковых узлов и критерии их работоспособности. Надежность изоляции обмоток электрических машин. Расчет надежности обмоток. Факторы воздействия на изо-

ляцию. Модели надежности изоляции обмоток электрических машин и математическая модель надежности обмоток.

6 Основные методы испытания изделий на надежность

Контрольные испытания. Основные положения методики контрольных испытаний на надежность. Метод последовательного анализа. Определительные испытания и оценка надежности по данным эксплуатации. Выделение информативных показателей при оценке работоспособности основных узлов электрических машин. Ускоренные испытания на надежность. Планирование испытаний по определению коэффициентов ускорения. Методы теории планирования экспериментов. Обработка результатов эксперимента. Характеристика испытательного оборудования.

7 Прогнозирование надежности электрических машин и аппаратов и управление качеством

Основные методы прогнозирования надежности и технического состояния электрических машин. Основы теории управления качеством. Взаимосвязь общего менеджмента и менеджмента качества. Петля качества. Механизм управления качеством. Существующие системы управления качеством. Планирование процесса управления качеством. Диагностика и прогнозирование технического состояния электрических машин.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Оценка экономической эффективности повышения надежности изделия	6
2	2	Структурная надежность и резервирование	6
3	2	Расчет параметров законов распределения отказов	4
4	5	Скорость развития повреждений в изоляции обмотки	16
		Итого:	32

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Повышение надежности электрических аппаратов	2
2	5	Определение надежности обмотки на основе расчета скорости развития повреждений в изоляции	6
3	6	Составление плана эксперимента и обработка его результатов	6
4	7	Планирование процесса управления качеством	2
		Итого:	16

4.5 Курсовая работа (8 семестр)

Целью выполнения курсовой работы является закрепление практических навыков обработки результатов эксперимента и проведения оценки показателей надежности электрических машин, развитие умения пользоваться технической, нормативной и справочной литературой.

Темы курсовой работы (с индивидуальными вариантами):

- определение закона распределения отказов на основе статистических данных;
- расчет показателей надежности обмотки электрической машины.

В курсовой работе по определению закона распределения отказов на основе статистических данных выполняется статистическая обработка результатов эксперимента, представляющих собой выборку наработок на отказ электромеханического изделия (не менее 100 значений). Исходные данные для выполнения выдаются преподавателем. В курсовой работе выполняется группировка исходных данных и построение гистограммы, выдвижение гипотез о соответствии экспериментальных данных закону распределения (экспоненциальному, нормальному, закону

Вейбулла), определение параметров законов распределения, проверка соответствия экспериментальных данных закону распределения по критериям Пирсона и Колмогорова.

В курсовой работе по расчету показателей надежности обмотки электрической машины выполняется расчет вероятности безотказной работы обмотки при различном сроке службы двигателя. Расчет проводится на основе данных, выданных преподавателем или взятых из выпускной квалификационной работы студента.

Методика расчета задается преподавателем по основной и дополнительной литературе.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Гольдберг, О. Д. Надежность электрических машин [Текст] : учеб. для вузов / О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская. - М. : Академия, 2010. - 288 с. - (Высшее профессиональное образование. Электротехника). - Прил.: с. 275-284. - Библиогр.: с. 285. - ISBN 978-5-7695-5739-2.

5.2 Дополнительная литература

1. Кузнецов, Н. Л. Надежность электрических машин [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / Н. Л. Кузнецов. - М. : МЭИ, 2006. - 432 с. : ил. - Прил.: с. 392-423. - Библиогр.: с. 424-425. - ISBN 5-903072-07-0.

2. Кузнецов, Н. Л. Сборник задач по надежности электрических машин [Текст] : учеб. пособие / Н. Л. Кузнецов. - М. : Изд-во МЭИ, 2008. - 408 с. : ил. - Прил.: с. 381-403. - ISBN 978-5-383-00261-2.

3. Шелихов, Е. С.

Надежность технических систем в энергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и 13.06.01 Электро- и теплотехника / Е. С. Шелихов, Э. Л. Греков, А. А. Горбань; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. автоматизир. электропривода, электромеханики и электротехники. - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2022. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. - Систем. требования: Intel Core или аналогич.; Microsoft Windows 7, 8, 10 ; 512 Мб ; монитор, поддерживающий режим 1024x768 ; мышь или аналогич. устройство. - ISBN 978-5-7410-2840-7.. - № гос. регистрации 0322203513.

4. Котеленец, Н. Ф. Испытания и надежность электрических машин [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. Ф. Котеленец, Н. Л. Кузнецов. - М. : Высш. шк., 1988. - 232 с. : ил. - Прил.: с. 214-226. - Библиогр.: с. 227-229. - ISBN 5-06-001233-6.

5. Ермолин, Н. П. Надежность электрических машин [Текст] / Н. П. Ермолин, И. П. Жерихин. - Л. : Энергия, 1976. - 248 с. : ил. - Прил.: с. 235-240. - Библиогр.: с. 241-246.

6. Падеев, А. С. Испытания и надежность электрических машин [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению лаб. работ по дисциплине "Испытания и надежность электрических машин" / А. С. Падеев, С. В. Митрофанов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. электромеханики. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. -Adobe Acrobat Reader 5.0

Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/908_20110727.pdf.

7. Апсин, В. П. Специальные главы надежности и основы планирования экспериментов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Апсин, Е. В. Бондаренко, В. И. Рассоха; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. -Adobe Acrobat Reader 5.0

Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2651_20110923.pdf.

5.3 Периодические издания

1. Электричество: журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2010-2019.
2. Электротехника: журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2010-2023.
3. Известия высших учебных заведений. Электромеханика: журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2023.
4. Электрические станции: журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2010-2019.
5. Надежность: журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2007-2023.

5.4 Интернет-ресурсы

- http://window.edu.ru - Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
- https://openedu.ru/course/spbstu/RELDIAGMEE/ – «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Надежность и диагностика горного электрооборудования».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Microsoft Windows – операционная система.
2. Open Office - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. PTC MathCAD 14.0 – интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач.
4. Технорма / Документ [Электронный ресурс] : [система программных продуктов] / ООО Глосис-Сервис, ФБУ КВФ Интерстандарт. – Версия 1.11.36. – Электрон. дан. и прогр. –[Москва; Санкт-Петербург], [1999–2023]. – Режим доступа осуществляется в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории 8111 и 8112, 8115 используются для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций и текущего контроля.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели (столы, стулья), техническими средствами обучения (компьютер и проектор) служащими для представления учебной информации.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс (аудитория 8111) оснащенный: проектором, одиннадцатью компьютерами и соответствующим комплектом мебели.

Помещение аудиторий 8111, 8115, используемое для самостоятельной работы обучающихся, оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

– Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.