

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электромеханическое преобразование энергии и методы его исследования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Качалина Е.В.
	Идентификатор	R5bd572ca-KachalinaYV-02a9e99f

Е.В. Качалина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ширинский С.В.
	Идентификатор	Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f

С.В. Ширинский

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении теоретических вопросов расчета надежности в электромеханике и сложных электромеханических системах, а также методов обеспечения надежности электрических машин и электрических аппаратов при их проектировании, изготовлении и эксплуатации.

Задачи дисциплины

- изучение основных понятий и методов расчета надежности электромеханических систем;
- изучение особенностей разных видов электрических машин и вспомогательного оборудования с точки зрения оценки надежности всей электромеханической системы;
- освоение методов экспериментальной оценки надежности узлов электрических машин и аппаратов;
- приобретение практических навыков обеспечения надежности электрических машин и аппаратов при их изготовлении и эксплуатации;
- применение теоретических знаний, полученных в специальных курсах высшей математики по теории вероятности и математической статистике для электротехнических устройств.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-2 _{ПК-2} Проводит многокритериальную оценку качества проектных решений	знать: - современные концепции надежности электрических машин и электромеханических систем; - методы экспериментальной оценки надежности; - показатели надежности, законы распределения отказов элементов и систем. уметь: - анализировать надежность сложных электромеханических систем; - учитывать вопросы надежности на этапе проектирования электрических машин; - получать статистические данные об отказах; проводить определительные и контрольные испытания на надежность.
ПК-3 Способен проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	ИД-1 _{ПК-3} Анализирует надежность электромеханических преобразователей энергии на стадии проектирования	знать: - статистику отказов и анализ повреждаемости синхронных машин; - статистику отказов и анализ повреждаемости машин постоянного тока; - статистику отказов и анализ повреждаемости асинхронных.
ПК-3 Способен проводить экспертизы предлагаемых	ИД-2 _{ПК-3} Анализирует надежность	знать: - методы экспериментальной оценки

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	электромеханических преобразователей энергии по результатам испытаний	надежности. уметь: - проводить диагностику и прогнозирование надежности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электромеханическое преобразование энергии и методы его исследования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Общие вопросы надежности электромеханических систем	16	3	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Общие вопросы надежности электромеханических систем"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Общие вопросы надежности электромеханических систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие вопросы надежности электромеханических систем"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 7-11 [5], 86-92</p>
1.1	Современная концепция надежности электрических машин и электромеханических систем. Возникновение проблемы и пути ее решения. Причины повышения требований к надежности технических изделий. Общие аспекты обеспечения и повышения надежности.	16		2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
2	Показатели надежности. Распределение вероятностей для описания надежности.	14		2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
2.1	Основные понятия и	14		2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	

	термины. Показатели надежности невосстанавливаемых изделий. Периоды работы ("кривая жизни").												необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Показатели надежности. Распределение вероятностей для описания надежности." материалу. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Показатели надежности. Распределение вероятностей для описания надежности. и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Показатели надежности. Распределение вероятностей для описания надежности." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Показатели надежности. Распределение вероятностей для описания надежности." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 53-73 [5], 5-42
3	Надежность асинхронных машин.	16	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность асинхронных машин."
3.1	Анализ объекта исследования. Статистика отказов и анализ повреждаемости. Надежность обмоток. Основы расчета долговечности изоляции. Факторы, влияющие на	16	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Надежность асинхронных машин. и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Надежность асинхронных машин." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях

	долговечности изоляции. Модель "слабейшего звена".												<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Надежность асинхронных машин." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 92-122 [5], 192-247	
4	Надежность машин постоянного тока.	10	1	-	4	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность машин постоянного тока." <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Надежность машин постоянного тока." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 127-141 [5], 253-284
4.1	Надежность машин постоянного тока. Статистика отказов машин постоянного тока. Методы расчета надежности основных узлов машины.	10	1	-	4	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность синхронных машин." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Надежность синхронных машин." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Надежность синхронных машин." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 145-155
5	Надежность синхронных машин.	8	1	-	2	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность синхронных машин." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Надежность синхронных машин." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Надежность синхронных машин." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 145-155
5.1	Надежность синхронных машин. Статистика отказов синхронных машин. Методы расчета надежности основных узлов синхронных машин.	8	1	-	2	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность элементов электромеханических систем." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u>
6	Надежность элементов электромеханических систем.	11	2	-	4	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность элементов электромеханических систем." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u>
6.1	Надежность	11	2	-	4	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u>

	механических узлов.												Изучение материала по разделу "Надежность элементов электромеханических систем." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
7	Надежность электрических аппаратов	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность электрических аппаратов"
7.1	Модели надежности электрических аппаратов. Методы оценки.	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Надежность электрических аппаратов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Надежность электрических аппаратов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 5-370 [6], 5-370
8	Методы экспериментальной оценки надежности.	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы экспериментальной оценки надежности."
8.1	Методы экспериментальной оценки надежности.	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методы экспериментальной оценки надежности." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы экспериментальной оценки надежности." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 210-267 [5], 210-267
9	Обеспечение надежности	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу

	электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации.												"Обеспечение надежности электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации." <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу
9.1	Обеспечение надежности электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации.	11	2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	Обеспечение надежности электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации. и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Обеспечение надежности электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Обеспечение надежности электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 7-11 [4], 7-11
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.50	
	Всего за семестр	144.00	16	-	32	-	2	-	-	0.5	60	33.50	
	Итого за семестр	144.00	16	-	32	2	-	-	-	0.5	93.50		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Общие вопросы надежности электромеханических систем

1.1. Современная концепция надежности электрических машин и электромеханических систем. Возникновение проблемы и пути ее решения. Причины повышения требований к надежности технических изделий. Общие аспекты обеспечения и повышения надежности.

Элементы теории вероятностей. Теоремы теории вероятностей: сложения, умножения, полной вероятности, Байеса. Повторение испытаний. Законы распределения. Числовые характеристики случайных величин. Законы распределения дискретных величин: биномиальный, Пуассона, гипергеометрический. Нормальный закон и его технические приложения. Законы распределения непрерывных величин: равномерный, логарифмически-нормальный, экспоненциальный, Вейбулла. Элементы теории математической статистики. Генеральная совокупность и выборка. Точечные и интервальные оценки. Метод наименьших квадратов. Корреляция. Проверка статистических гипотез..

2. Показатели надежности. Распределение вероятностей для описания надежности.

2.1. Основные понятия и термины. Показатели надежности невосстанавливаемых изделий. Периоды работы ("кривая жизни").

Построение гистограмм и кумулятивных кривых. Метод "слабых звеньев". Структурная надежность электромеханических систем. Анализ сложных систем. Проектирование систем с учетом надежности. Законы распределения отказов элементов и систем..

3. Надежность асинхронных машин.

3.1. Анализ объекта исследования. Статистика отказов и анализ повреждаемости. Надежность обмоток. Основы расчета долговечности изоляции. Факторы, влияющие на долговечности изоляции. Модель "слабейшего звена".

Статистические данные об отказах асинхронных двигателей. "Кривая жизни" асинхронного двигателя. Законы распределения приложенного напряжения и диэлектрической прочности изоляции обмоток. Правило 8-ми градусов. Математические модели надежности обмоток. Модель "слабейшего" звена..

4. Надежность машин постоянного тока.

4.1. Надежность машин постоянного тока. Статистика отказов машин постоянного тока. Методы расчета надежности основных узлов машины.

Анализ объекта исследования. Статистика отказов и анализ повреждаемости. Надежность коллекторно-щеточного узла. Физика отказов. Критерии работоспособности и критерии отказов. Математические модели надежности обмоток. Расчет надежности коллекторно-щеточного узла с целым и дробным коэффициентом резервирования. Оценка долговечности обмоток..

5. Надежность синхронных машин.

5.1. Надежность синхронных машин. Статистика отказов синхронных машин. Методы расчета надежности основных узлов синхронных машин.

Анализ объекта исследования. Особенность получения статистических данных об отказах синхронных машин. "Кривая жизни". Повреждения основных узлов синхронных машин..

6. Надежность элементов электромеханических систем.

6.1. Надежность механических узлов.

Надежность механических узлов. Надежность подшипниковых узлов. Законы распределения отказов. Физика отказов. Критерии работоспособности и критерии отказов. Вибрация. Расчет надежности подшипниковых узлов. Прочностная и усталостная надежность. Схемные решения обеспечения и повышения надежности электромеханических систем..

7. Надежность электрических аппаратов

7.1. Модели надежности электрических аппаратов. Методы оценки.

Надежность элементов пускорегулирующей и электронной аппаратуры. Схемные решения обеспечения и повышения надежности электромеханических систем. Булевы модели надежности. Построение модели с учетом допущений. Алгоритм вычисления показателей надежности невозстанавливаемых систем с использованием логических моделей. Деревья отказов. Вероятностная оценка завершающегося события. Преимущества и недостатки булевых моделей. Марковские модели надежности. Потoki событий случайного процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем. Дифференциальные уравнения вероятностного состояния. Алгоритм вычисления показателей надежности восстанавливаемых систем с использованием марковских моделей..

8. Методы экспериментальной оценки надежности.

8.1. Методы экспериментальной оценки надежности.

Общая схема. Определительные испытания на надежность. Контрольные испытания на надежность. Метод последовательного анализа. Ускоренные испытания: определение коэффициента ускорения, факторы форсировки, планирование испытаний, интерпретация результатов. Испытательное оборудование. Статистическая обработка данных эксплуатации и оценка законов распределения отказов. Выделение наиболее информативных показателей. Диагностика и прогнозирование надежности..

9. Обеспечение надежности электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации.

9.1. Обеспечение надежности электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации.

Входной контроль. Контроль технологического процесса обмотки и пропитки, контроль размеров деталей. Системы управления надежностью. Эксплуатационная надежность. Защита электрических машин от аварийных и аномальных режимов работы. Проблема диагностики при эксплуатации. Математические модели эксплуатационной надежности электрических машин. Планирование эксперимента при решении задач надежности электромеханических систем. Планы активного эксперимента: полный факторный эксперимент, дробный факторный эксперимент. Изменение геометрии гиперпространства. Ортогональное и рототабельное планирование второго порядка. Решение задач анализа и синтеза параметров. Отсеивающие эксперименты: метод «случайного баланса» и насыщенные планы. Методы поиска экстремума. Технические методы реализации эксперимента. Планирование, проведение и обработка результатов испытаний в условиях ограниченного объема эксперимента. Физические и математические модели..

3.3. Темы практических занятий

1. Законы распределения случайных и непрерывных величин;
2. Надежность элементов пускорегулирующей и электронной аппаратуры;

3. Надежность синхронных машин;
4. Надежность машин постоянного тока;
5. Надежность асинхронных двигателей;
6. Структурная надежность. Расчет надежности электромеханических систем.;
7. Статистическая обработка данных и определения закона распределения.;
8. Теоремы теории вероятностей;
9. Эксплуатационная надежность.

3.4. Темы лабораторных работ
не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ
Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)									Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Знать:												
показатели надежности, законы распределения отказов элементов и систем	ИД-2 _{ПК-2}	+										Контрольная работа/Законы распределения непрерывных случайных величин
методы экспериментальной оценки надежности	ИД-2 _{ПК-2}		+									Контрольная работа/Структурная надежность электромеханических систем Контрольная работа/Эксплуатационная надежность
современные концепции надежности электрических машин и электромеханических систем	ИД-2 _{ПК-2}	+										Контрольная работа/Эксплуатационная надежность
статистику отказов и анализ повреждаемости асинхронных	ИД-1 _{ПК-3}			+								Контрольная работа/Структурная надежность электромеханических систем Контрольная работа/Эксплуатационная надежность
статистику отказов и анализ повреждаемости машин постоянного тока	ИД-1 _{ПК-3}				+							Контрольная работа/Надежность щеточно-коллекторного узла
статистику отказов и анализ повреждаемости синхронных машин	ИД-1 _{ПК-3}					+						Контрольная работа/Структурная надежность электромеханических систем
методы экспериментальной оценки надежности	ИД-2 _{ПК-3}									+		Контрольная работа/Структурная надежность электромеханических систем

Уметь:											
получать статистические данные об отказах; проводить определительные и контрольные испытания на надежность	ИД-2ПК-2									+	Контрольная работа/Законы распределения непрерывных случайных величин Контрольная работа/Эксплуатационная надежность
анализировать надежность сложных электромеханических систем; учитывать вопросы надежности на этапе проектирования электрических машин	ИД-2ПК-2							+	+		Контрольная работа/Структурная надежность электромеханических систем
проводить диагностику и прогнозирование надежности	ИД-2ПК-3				+					+	Контрольная работа/Надежность щеточно-коллекторного узла

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Законы распределения непрерывных случайных величин (Контрольная работа)
2. Надежность щеточно-коллекторного узла (Контрольная работа)
3. Структурная надежность электромеханических систем (Контрольная работа)
4. Эксплуатационная надежность (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Кузнецов, Н. Л. Надежность электрических машин : учебное пособие для вузов по специальности 140601 "Электромеханика" направления 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Н. Л. Кузнецов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2006 . – 432 с. - ISBN 5-903072-07-0 .;
2. Кузнецов, Н. Л. Сборник задач по надежности электрических машин : учебное пособие для вузов по специальности 140601 "Электромеханика" направления 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Н. Л. Кузнецов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 408 с. - ISBN 978-5-383-00261-2 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4211>;
3. Аполлонский, С. М. Надежность и эффективность электрических аппаратов : учебное пособие для вузов по направлениям 140400 "Техническая физика" и 220100 "Системный анализ и управление" / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев . – СПб. : Лань-Пресс, 2018 . – 448 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1130-6 .;
4. Кузнецов Н. Л.- "Надежность электрических машин", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2006 - (432 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72436;
5. Кузнецов Н. Л.- "Сборник задач по надежности электрических машин", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2008 - (408 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72435;
6. Аполлонский С. М., Куклев Ю. В.- "Надежность и эффективность электрических аппаратов", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2011 - (448 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2034.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-213, Зал заседаний	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-213, Зал заседаний	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-213, Зал заседаний	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-206.1, Преподавательская	парта со скамьей, стеллаж для хранения книг, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-122, Кладовая	стеллаж, шкаф, шкаф для документов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность электротехнических устройств

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Законы распределения непрерывных случайных величин (Контрольная работа)

КМ-2 Структурная надежность электромеханических систем (Контрольная работа)

КМ-3 Надежность щеточно-коллекторного узла (Контрольная работа)

КМ-4 Эксплуатационная надежность (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Общие вопросы надежности электромеханических систем					
1.1	Современная концепция надежности электрических машин и электромеханических систем. Возникновение проблемы и пути ее решения. Причины повышения требований к надежности технических изделий. Общие аспекты обеспечения и повышения надежности.		+			+
2	Показатели надежности. Распределение вероятностей для описания надежности.					
2.1	Основные понятия и термины. Показатели надежности невосстанавливаемых изделий. Периоды работы ("кривая жизни").			+		+
3	Надежность асинхронных машин.					
3.1	Анализ объекта исследования. Статистика отказов и анализ повреждаемости. Надежность обмоток. Основы расчета долговечности изоляции. Факторы, влияющие на долговечности изоляции. Модель "слабейшего звена".			+		+
4	Надежность машин постоянного тока.					
4.1	Надежность машин постоянного тока. Статистика отказов машин постоянного тока. Методы расчета надежности основных узлов машины.				+	
5	Надежность синхронных машин.					
5.1	Надежность синхронных машин. Статистика отказов синхронных машин. Методы расчета надежности основных узлов синхронных машин.			+		
6	Надежность элементов электромеханических систем.					

6.1	Надежность механических узлов.		+		
7	Надежность электрических аппаратов				
7.1	Модели надежности электрических аппаратов. Методы оценки.		+		
8	Методы экспериментальной оценки надежности.				
8.1	Методы экспериментальной оценки надежности.	+	+	+	+
9	Обеспечение надежности электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации.				
9.1	Обеспечение надежности электротехнических изделий при изготовлении и эксплуатации.			+	
Вес КМ, %:		20	30	25	25