

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.15
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 63,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серебрянников С.С.
	Идентификатор	R7593b58d-SerebriannikSS-1e9481f

С.С.
Серебрянников

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов А.С.
	Идентификатор	R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6

А.С. Иванов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

М.Я.
Погребисский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью дисциплины является изучение основ расчета показателей надежности и долговечности электрической изоляции, кабелей, проводов и электрических конденсаторов на стадиях их проектирования и эксплуатации, как неотъемлемой компоненты электроэнергетического, электротехнического и радиоэлектронного оборудования.

Задачи дисциплины

- изучение основных видов электроизоляционных изделий и систем электрической изоляции.;
- освоение теоретических и практических основ разработки и изготовления электрической изоляции.;
- освоение основных методов электрического, теплового и механического расчета электроизоляционных изделий.;
- освоение основных методов систем электрической изоляции..

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-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования	ИД-бПК-3 Демонстрирует понимание и взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации электротехнического оборудования	знать: - теоретические и практические основы разработки и изготовления электрической изоляции.. уметь: - получать сведениями об основных процессах, протекающих при эксплуатации электрических машин, трансформаторов и аппаратов..
ПК-4 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых исследований по заданной методике, выбирать методы исследований, интерпретировать и представлять полученные результаты	ИД-3ПК-4 Умеет использовать математические модели явлений и процессов, протекающих в электротехнических материалах	знать: - математические законы для расчета надежности материалов и изделий.. уметь: - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехника и электрификация (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.	10	8	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Показатели надежности невосстанавливаемых объектов. и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Показатели надежности невосстанавливаемых объектов."</p>	
1.1	1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.	10		4	-	2	-	-	-	-	-	4	-		
2	2. Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов.	14		6	-	2	-	-	-	-	-	-	6		-
2.1	2. Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов.	14		6	-	2	-	-	-	-	-	-	6		-
														<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов."</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов. и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных</u></p>	

													<u>источников:</u> [3], 121-130
3	3. Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u>
3.1	3. Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Изучение материала по разделу "Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике. и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 111-131 [1], 111-131 [4], 263-282
4	4. Определение показателей надежности резервированных систем.	14	6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Определение показателей надежности резервированных систем."
4.1	4. Определение показателей надежности резервированных систем.	14	6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Определение показателей надежности резервированных систем." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u>

													Изучение материалов по разделу Определение показателей надежности резервированных систем. и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 203-225 [3], 100-119
5	5. Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины.	13	4	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины."
5.1	5. Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины.	13	4	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины. и подготовка к контрольной работе
6	6. Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов.	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов. и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u>
6.1	6. Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	Изучение материала по разделу "Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях

	материалов.													<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 432-441 [3], 205-227
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	108.0	28	-	14	-	2	-	-	0.5	30	33.5		
	Итого за семестр	108.0	28	-	14		2		-	0.5		63.5		

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. 1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.

1.1. 1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.
Показатели надежности невосстанавливаемых объектов..

2. 2. Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов.

2.1. 2. Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов.
Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов..

3. 3. Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.

3.1. 3. Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.

Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике..

4. 4. Определение показателей надежности резервированных систем.

4.1. 4. Определение показателей надежности резервированных систем.
Определение показателей надежности резервированных систем..

5. 5. Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины.

5.1. 5. Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины.

Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины..

6. 6. Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов.

6.1. 6. Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов.

6. Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов..

3.3. Темы практических занятий

1. Определить вероятность безотказной работы.;
2. Определение коэффициента готовности изделия.;
3. Определение частоты отказов восстанавливаемых объектов в период времени.;
4. Определить наработку на отказ системы.;
5. Определить наработку объектов на отказ.;
6. Провести расчет и определить интенсивность отказов на промежутке времени.;
7. Определить вероятность безотказной работы..

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Показатели надежности невосстанавливаемых объектов."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Определение показателей надежности резервированных систем."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины."
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов."

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Показатели надежности невосстанавливаемых объектов."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике."
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Определение показателей надежности резервированных систем."
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины."
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов."

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	
Знать:								
теоретические и практические основы разработки и изготовления электрической изоляции.	ИД-6ПК-3		+				+	Контрольная работа/Методы определения показателей надежности, основанные на теоремах теории вероятностей. Общий метод. Метод статистических испытаний.
математические законы для расчета надежности материалов и изделий.	ИД-3ПК-4			+			+	Тестирование/Общая характеристика методов определения надежности. Прогнозирование. Расчеты надежности. Ретроспективные методы и испытания на надежность.
Уметь:								
получать сведениями об основных процессах, протекающих при эксплуатации электрических машин, трансформаторов и аппаратов.	ИД-6ПК-3				+			Контрольная работа/Резервирование в электротехнических объектах. Параметры резервирования. Виды резервирования.
выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.	ИД-3ПК-4	+						Тестирование/Общая характеристика методов определения надежности. Прогнозирование. Расчеты надежности. Ретроспективные методы и испытания на надежность.

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Методы определения показателей надежности, основанные на теоремах теории вероятностей. Общий метод. Метод статистических испытаний. (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Общая характеристика методов определения надежности. Прогнозирование. Расчеты надежности. Ретроспективные методы и испытания на надежность. (Тестирование)
2. Резервирование в электротехнических объектах. Параметры резервирования. Виды резервирования. (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

общепринятые правила

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Труханов, В. М. Надежность, испытания, прогнозирование ресурса на этапе создания сложной техники / В. М. Труханов, В. В. Клюев . – М. : Спектр, 2014 . – 313 с. - ISBN 978-5-4442-0066-7 .;
2. Труханов, В. М. Надежность сложных систем на всех этапах жизненного цикла / В. М. Труханов, А. М. Матвеевко ; ред. В. М. Труханов . – М. : Спектр, 2012 . – 664 с. - ISBN 978-5-904270-94-0 .;
3. Гольдберг, О. Д. Надежность электрических машин : учебник для вузов для дистанционных образовательных технологий открытого образования по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", по специальности "Электромеханика" / О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская ; Ред. О. Д. Гольдберг . – М. : АКАДЕМИЯ, 2010 . – 288 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-5739-2 .;
4. Е. Е. Привалов- "Основы электроматериаловедения", (2-е изд., стер.), Издательство: "Директ-Медиа", Москва, Берлин, 2017 - (301 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481652>.

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. Windows Server / Серверная операционная система семейства Linux;
6. GPSS World Student.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНИТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-305, Аудитория для проведения лекционных и практических занятий	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения инвентаря, стол преподавателя, стул, вешалка для одежды, оборудование специализированное
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-305, Аудитория для проведения лекционных и практических занятий	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения инвентаря, стол преподавателя, стул, вешалка для одежды, оборудование специализированное
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-301, Лаборатория полупроводниковых приборов и компонентов	стол, стул, шкаф для документов, стол письменный, оборудование учебное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-305, Аудитория для проведения лекционных и практических занятий	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения инвентаря, стол преподавателя, стул, вешалка для одежды, оборудование специализированное
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-310а, Кабинет сотрудников каф. "ФТЭМК"	кресло рабочее, стеллаж для хранения книг, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, сервер, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения	Е-301/1, Методический кабинет сотрудников	стол, стул, оборудование специализированное

оборудования и учебного инвентаря	каф. "ФТЭМК"	
--------------------------------------	--------------	--

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность электрооборудования

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-2 Общая характеристика методов определения надежности. Прогнозирование. Расчеты надежности. Ретроспективные методы и испытания на надежность. (Тестирование)
- КМ-3 Методы определения показателей надежности, основанные на теоремах теории вероятностей. Общий метод. Метод статистических испытаний. (Контрольная работа)
- КМ-4 Резервирование в электротехнических объектах. Параметры резервирования. Виды резервирования. (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12
1	1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.				
1.1	1. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.		+		
2	2. Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов.				
2.1	2. Методы расчета надежности восстанавливаемых объектов.			+	
3	3. Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.				
3.1	3. Основные виды распределений случайных величин, применяемые в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.		+		
4	4. Определение показателей надежности резервированных систем.				
4.1	4. Определение показателей надежности резервированных систем.				+
5	5. Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины.				
5.1	5. Экспериментальное определение вида распределения исследуемой случайной величины.			+	
6	6. Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов.				
6.1	6. Применение функции желательности для оценки совместимости электроизоляционных материалов.		+		
Вес КМ, %:			30	35	35