

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: ТЭС: схемы, системы и агрегаты

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 59,7 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:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Андрюшин А.В.
	Идентификатор	R58c1b096-AndriushinAV-dc5e9a3

(подпись)

А.В. Андрюшин

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Олейникова Е.Н.
	Идентификатор	R1baf83c5-OleynikovaYN-375dcd6

(подпись)

Е.Н.

Олейникова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев Н.Д.
	Идентификатор	R618dc98f-RogalevND-c9225577

(подпись)

Н.Д. Рогалев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ теории надежности технических объектов различного назначения, в том числе теплоэнергетического оборудования

Задачи дисциплины

- освоение основных положений теории надежности и показателей надежности технических объектов различного назначения, в том числе систем управления техническими объектами в теплоэнергетике;

- приобретение навыков анализа и оценки надежности технических объектов;

- освоение основных способов управления надежностью, с целью обеспечения и повышения надежности технических объектов;

- приобретение навыков применения методик определения показателей надежности технических объектов, в том числе вновь создаваемого и находящегося в эксплуатации систем управления технических объектов.

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-1 Способен к проектно-конструкторской деятельности в сфере тепло-энергетики и теплотехники	ИД-3ПК-1 Демонстрирует знание основ теории надежности для расчета сложных систем, способов и методов повышения их надежности	знать: - методы синтеза технических объектов с точки зрения надежности; - показатели надежности технических объектов различного назначения, математические методы, используемые для анализа и оценки надежности систем управления технических объектов; - пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами. уметь: - рассчитывать показатели надежности тепловой схемы энергоблока, выбирать резерв в энергетической системе; - выбирать системы управления технических объектов, основное и вспомогательное энергетическое оборудование с учетом показателей надежности; - определять показатели надежности элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе ТЭС: схемы, системы и агрегаты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на уровне бакалавриата

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	Общие сведения о надежности технических объектов	12	1	4	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Общие сведения о надежности технических объектов" материалу.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Общие сведения о надежности технических объектов и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 6-33</p>
1.1	Общие сведения о надежности технических объектов	12		4	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
2	Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности	12		4	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
2.1	Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности	12		4	2	-	-	-	-	-	-	6	-	

													материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 29-67
3	Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем	16	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем" материалу.
3.1	Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем	16	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 39-55
4	Резервирование	28	10	6	-	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u>
4.1	Резервирование	28	10	6	-	-	-	-	-	-	12	-	Изучение материалов по разделу Резервирование и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Резервирование" материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 144-159
5	Определение показателей надежности элементов	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и

	по результатам испытаний													задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний" материалу.
5.1	Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-		<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 267-274
6	Надежный синтез технических систем	12	6	2	-	-	-	-	-	-	4	-		<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Надежный синтез технических систем" материалу.
6.1	Надежный синтез технических систем	12	6	2	-	-	-	-	-	-	4	-		<u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 361-367
7	Надежность теплоэнергетического оборудования	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		<u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:
7.1	Надежность теплоэнергетического оборудования	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе

													необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Надежность теплоэнергетического оборудования" материалу. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 166-174
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	42	17.7	
	Итого за семестр	108.0	32	16	-	-	-	-	-	0.3	59.7		

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 сведения о надежности технических объектов

1.1. Общие сведения о надежности технических объектов

Введение. Надежность в теплоэнергетике. Основные понятия и определения теории надежности. Надежность технических элементов.

2. Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности

2.1. Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности

Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности. Экспоненциальный (показательный) закон, закон Вейбулла-Гнеденко, нормальный и др..

3. Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем

3.1. Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем

Показатели надежности. невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем. Структурная надежность. Последовательное соединение элементов. Параллельное соединение элементов. Комбинированные схемы. Неприводимые схемы.

4. Резервирование

4.1. Резервирование

Постоянное (нагруженное) резервирование с целой кратностью. Постоянное (нагруженное) резервирование с дробной кратностью. «Голосование по большинству» в схемах регулирования и защиты. Резервирование замещением. Нагруженное резервирование замещением. Ненагруженное резервирование замещением с целой кратностью. Ненагруженное резервирование замещением с дробной кратностью. Расчет надежности резервированных и нерезервированных систем.

5. Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний

5.1. Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний

Статистическая оценка показателей надежности восстанавливаемых объектов. Получение аналитических зависимостей.

6. Надежностный синтез технических систем

6.1. Надежностный синтез технических систем

Расчет показателей надежности тепловой схемы энергоблока. Выбор резерва в энергетической системе. Выбор аварийного резерва в энергосистеме. Выбор резерва с учетом годового графика электрической нагрузки.

7. Надежность теплоэнергетического оборудования

7.1. Надежность теплоэнергетического оборудования

Этапы обеспечения надежности. Характеристика отказов. Условия обеспечения надежности. Способы повышения надежности энергетического оборудования.

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение коэффициентов (функций) чувствительности показателей надежности систем;
2. Синтез систем минимальной сложности с заданной надежностью;
3. Определение показателей надежности резервированных систем;
4. Определение показателей надежности мажоритарных систем;
5. Определение комплексных показателей надежности восстанавливаемых элементов;
6. Основные законы теории вероятностей, применяемые в надежности ТЭС;
7. Определение показателей надежности технических элементов.;
8. Определение показателей надежности нерезервированных систем.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Надежностный синтез технических систем"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Надежность теплоэнергетического оборудования"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие сведения о надежности технических объектов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Резервирование"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Надежностный синтез технических систем"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Надежность теплоэнергетического оборудования"

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		
Знать:										
пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами	ИД-3ПК-1							+	+	Тестирование/Классификация и расчет надежности нерезервированных систем, классификация и расчет надежности резервированных систем
показатели надежности технических объектов различного назначения, математические методы, используемые для анализа и оценки надежности систем управления технических объектов	ИД-3ПК-1			+	+	+				Тестирование/Функциональные и численные показатели невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем, определение комплексных показателей надежности
методы синтеза технических объектов с точки зрения надежности	ИД-3ПК-1	+	+							Тестирование/Определение показателей надежности технических элементов, показателей надежности невосстанавливаемых объектов Тестирование/Основные законы распределения вероятностей, используемые в теории надежности
Уметь:										
определять показатели надежности элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов	ИД-3ПК-1			+	+	+				Контрольная работа/Расчет надежности нерезервированных и резервированных систем Контрольная работа/Расчет показателей надежности технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС
выбирать системы управления технических объектов, основное и вспомогательное энергетическое оборудование с учетом показателей надежности	ИД-3ПК-1	+	+							Контрольная работа/Расчет показателей надежности технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС
рассчитывать показатели надежности	ИД-3ПК-1							+	+	Контрольная работа/Расчет надежности

тепловой схемы энергоблока, выбирать резерв в энергетической системе									нерезервированных и резервированных систем
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Классификация и расчет надежности нерезервированных систем, классификация и расчет надежности резервированных систем (Тестирование)
2. Определение показателей надежности технических элементов, показателей надежности невосстанавливаемых объектов (Тестирование)
3. Основные законы распределения вероятностей, используемые в теории надежности (Тестирование)
4. Функциональные и численные показатели невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем, определение комплексных показателей надежности (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет надежности нерезервированных и резервированных систем (Контрольная работа)
2. Расчет показателей надежности технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Половко, А. М. Основы теории надежности / А. М. Половко . – М. : Наука, 1964 . – 448 с.;
2. Острейковский, В. А. Теория надежности : учебник для вузов по направлениям "Техника и технологии" и "Технические науки" / В. А. Острейковский . – 2-е изд., испр . – М. : Высшая школа, 2008 . – 463 с. - ISBN 978-5-06-005954-0 .;
3. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС и АЭС : Учебное пособие для теплоэнергетических и энергомашиностроительных специальностей вузов / Г. П. Гладышев, и др. ; Ред. А. И. Андрущенко . – М. : Высшая школа, 1991 . – 303 с. - ISBN 5-06-001752-4 .;
4. В. Г. Атапин- "Основы теории надежности", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2017 - (94 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574624>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ.

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 журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. 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	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-508, Учебная аудитория	стол, шкаф, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Т-512, Компьютерный класс	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-501, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	Т-512, Компьютерный класс	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Т-509, Кабинет заведующего кафедрой ТЭС	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-507, Архив, библиотека кафедры	стеллаж для хранения книг, стол, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории надежности

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Определение показателей надежности технических элементов, показателей надежности невосстанавливаемых объектов (Тестирование)
- КМ-2 Основные законы распределения вероятностей, используемые в теории надежности (Тестирование)
- КМ-3 Функциональные и численные показатели невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем, определение комплексных показателей надежности (Тестирование)
- КМ-4 Классификация и расчет надежности нерезервированных систем, классификация и расчет надежности резервированных систем (Тестирование)
- КМ-5 Расчет показателей надежности технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС (Контрольная работа)
- КМ-6 Расчет надежности нерезервированных и резервированных систем (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	15
1	Общие сведения о надежности технических объектов							
1.1	Общие сведения о надежности технических объектов		+	+			+	
2	Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности							
2.1	Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности		+	+			+	
3	Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем							
3.1	Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность нерезервируемых систем				+		+	+
4	Резервирование							
4.1	Резервирование				+		+	+
5	Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний							
5.1	Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний				+		+	+
6	Надежностный синтез технических систем							

6.1	Надежностный синтез технических систем				+		+
7	Надежность теплоэнергетического оборудования						
7.1	Надежность теплоэнергетического оборудования				+		+
Вес КМ, %:		15	15	15	15	20	20