

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очно-заочная


Рабочая программа дисциплины
НАДЁЖНОСТЬ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06.02.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	10 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	10 семестр - 22 часа;
Практические занятия	10 семестр - 22 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	10 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	10 семестр - 61,5 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	10 семестр - 0,5 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ягупова Ю.Ю.
	Идентификатор	R82c64655-YagupovaYY-1a0e61d9

Ю.Ю. Ягупова


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

С.В. Мезин

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черняев А.Н.
	Идентификатор	R7a97f450-ChernyaevAN-b37575e

А.Н. Черняев

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-2 Способен участвовать в эксплуатации автоматизированных систем управления объектами профессиональной деятельности	ИД-4 _{ПК-2} Демонстрирует знание основ ввода в действие и эксплуатации современных энергоблоков АЭС	знать: - пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами; - показатели надежности технических объектов различного назначения, математические методы, используемые для анализа и оценки надежности систем управления технических объектов; - методы синтеза технических объектов с точки зрения надежности. уметь: - определять показатели надежности элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов; - выбирать системы управления технических объектов, основное и вспомогательное энергетическое оборудование с учетом показателей надежности; - рассчитывать показатели надежности тепловой схемы энергоблока, выбирать резерв в энергетической системе.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике (далее – ОПОП), направления

подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на уровне дисциплин 1-4 курсов 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	8	10	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<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	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2	Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2.1	Законы распределение случайных величин, применяемые в надежности	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

													контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 29-67
3	Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность резервируемых систем	10	4	-	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 невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность резервируемых систем" материалу.
3.1	Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность резервируемых систем	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Надежность резервируемых систем и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 39-55
4	Резервирование	12	4	-	4	-	-	-	-	-	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 "Резервирование" материалу.
4.1	Резервирование	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Резервирование и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 144-169
5	Определение показателей надежности элементов	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и

	по результатам испытаний												задачи выполнения лабораторной работы <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Повторение материала по разделу "Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 267-274
5.1	Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
6	Надежный синтез технических систем	10	2	-	4	-	-	-	-	-	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. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Надежный синтез технических систем и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 361-367
6.1	Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
7	Надежность теплоэнергетического оборудования	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Надежность теплоэнергетического оборудования"
7.1	Надежный синтез технических систем	12	4	-	4	-	-	-	-	-	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>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Надежность теплоэнергетического оборудования и подготовка к контрольной

														работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 166-174
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0		22	-	22	-	2	-	-	0.5	28	33.5	
	Итого за семестр	108.0		22	-	22		2		-	0.5		61.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Надежный синтез технических систем

6.1. Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний

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. Надежный синтез технических систем

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

3.3. Темы практических занятий

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.

3.4. 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		
Знать:										
методы синтеза технических объектов с точки зрения надежности	ИД-4ПК-2	+	+							Тестирование/Определение показателей надежности технических элементов, показателей надежности невосстанавливаемых объектов Тестирование/Основные законы распределения вероятностей, используемые в теории надежности
показатели надежности технических объектов различного назначения, математические методы, используемые для анализа и оценки надежности систем управления технических объектов	ИД-4ПК-2			+	+	+				Тестирование/Функциональные и численные показатели невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем, определение комплексных показателей надежности
пути обеспечения и повышения надежности технических объектов, в том числе систем управления техническими объектами	ИД-4ПК-2							+	+	Тестирование/Классификация и расчет надежности нерезервированных систем, классификация и расчет надежности резервированных систем Тестирование/Определение показателей надежности технических элементов, показателей надежности невосстанавливаемых объектов
Уметь:										
рассчитывать показатели надежности тепловой схемы энергоблока, выбирать резерв в энергетической системе	ИД-4ПК-2							+	+	Контрольная работа/Расчет надежности нерезервированных и резервированных систем
выбирать системы управления технических объектов, основное и вспомогательное энергетическое оборудование с учетом показателей надежности	ИД-4ПК-2	+	+							Контрольная работа/Расчет показателей надежности технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС
определять показатели надежности	ИД-4ПК-2			+	+	+				Контрольная работа/Расчет показателей надежности

<p>элементов, рассчитывать надежность отдельных элементов и узлов технических объектов</p>									<p>технических элементов и комплексных показателей надежности отдельных элементов ТЭС</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

10 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

Экзамен (Семестр №10)

В соответствии с учетом оценки в системе БАРС

В диплом выставляется оценка за 10 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. Практикум : учебное пособие для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. М. Половко, С. В. Гуров . – СПб. : БХВ-Петербург, 2006 . – 560 с. - ISBN 5-94157-542-4 .;
2. 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 .;
3. Антонов, А. В. Ресурс и срок службы оборудования энергоблоков атомных станций (на примере энергоблоков Смоленской АЭС) / А. В. Антонов, В. А. Острейковский . – М. : Инновационное машиностроение, 2017 . – 535 с. - ISBN 978-5-9909179-8-9 .;
4. Атапин В. Г.- "Основы теории надежности", Издательство: "НГТУ", Новосибирск, 2017 - (94 с.)
<https://e.lanbook.com/book/118050>.

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-410, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-410, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-210/7в, Преподавательская	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, стол для совещаний, экран, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-210/8а, Архив	шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Надёжность теплоэнергетического оборудования

(название дисциплины)

10 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 – Экзамен.

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	Надежный синтез технических систем							

6.1	Определение показателей надежности элементов по результатам испытаний	+			+		+
7	Надежность теплоэнергетического оборудования						
7.1	Надежностный синтез технических систем	+			+		+
Вес КМ, %:		15	15	15	15	20	20