

**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**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.06.02.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>10 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>10 семестр - 22 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>10 семестр - 22 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>10 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>10 семестр - 61,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>10 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2022**

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

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

														работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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. Синтез систем минимальной сложности с заданной надежностью;
2. Определение показателей надежности нерезервированных систем;
3. Определение показателей надежности технических элементов.;
4. Основные законы теории вероятностей, применяемые в надежности ТЭС;
5. Определение комплексных показателей надежности восстанавливаемых элементов;
6. Определение показателей надежности мажоритарных систем;
7. Определение показателей надежности резервированных систем;
8. Определение коэффициентов (функций) чувствительности показателей надежности 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		
<b>Знать:</b>										
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
<b>Уметь:</b>										
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. Андрющенко . – 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](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