

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Надежность систем теплоэнергоснабжения»

**Направления подготовки**

«13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

**Основная профессиональная образовательная программа**

«Промышленная теплоэнергетика»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Заочная

## Цель освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Надежность систем теплоэнергоснабжения»: изучение методов оценки надежности теплоэнергетического оборудования на стадии проектирования, изучение методов оценки надежности систем теплоэнергоснабжения, находящихся в эксплуатации.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

- 24.083 Специалист-теплоэнергетик атомной станции;
- 24.009 Специалист по управлению проектами и программами в области производства электроэнергии атомными электростанциями;
- 20.014 Работник по организации эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции.

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение курса «Надежность систем теплоэнергоснабжения» связано с необходимостью знаний основ физики (общая), химии (общая), технической термодинамики, широкое использование, которых не только даёт возможность наиболее точно выразить теоретические закономерности, но и является необходимым инструментом их установления.

Для освоения дисциплины «Надежность систем теплоэнергоснабжения» необходимы знание, умение и владение материалом по предшествующим: математика; физика; химия.

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- А/01.6 Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара (ПС 24.083);
- А/02.6 Организация работ по направлению деятельности проекта (ПС 24.009);
- А/02.6. Анализ технического состояния тепломеханического оборудования, технологических систем и трубопроводов (ПС 24.083);
- В/02.6 Планирование работ по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС (ПС 20.014).

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: профессиональные

Задачи ПД	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологически-	ПК -1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	З-ПК-1 Знать: документы и стандарты организации в области проектной деятельности; принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубопроводов и технологических систем турбинного отделения У-ПК-1 Уметь: работать с информационным пространством на сервере (веб-сервере) организации для

	ми процессами в теплоэнергетике		хранения, обмена и совместного использования информации по проекту В-ПК-1 Владеть: методиками составления документации с описанием объема работ по направлению проекта; методами контроля ключевых показателей эффективности и качества по направлению проекта
Участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-7 Способен управлять технологическими процессами и участвовать в работах по освоению и доводке технологических процессов	З-ПК-7 Знать: технические характеристики обслуживаемого оборудования, устройство и порядок его работы, паспортные данные и пределы безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов У-ПК-7 Уметь: анализировать техническое состояние оборудования и технологических систем; применять приемы и методы по доводке и освоению технологических процессов В-ПК-7 Владеть: современными технологиями для выполнения работ по доводке и освоению технологических процессов
Сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования	Тепловые и атомные электрические станции, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, а также другое тепломеханическое оборудование согласно профессиональной деятельности; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике	ПК-4.1 Способен осуществлять систематический контроль поддержания работоспособности оборудования систем нормальной эксплуатации	З-ПК-4.1 Знать: технические характеристики обслуживаемого оборудования, устройство и порядок его работы, паспортные данные и пределы безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов, требования, предъявляемые к теплоносителю, и способы поддержания параметров водно-химического режима. У-ПК-4.1 Уметь: анализировать техническое состояние оборудования и

			технологических систем, определять готовность оборудования систем нормальной эксплуатации В-ПК-4.1 Владеть: методами анализа технического состояния турбинного оборудования
--	--	--	--

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 6-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 акад. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	17	Основные понятия теории надежности	17	1	-	1	15		

	18	Количественные показатели надежности	18	1	-	1	15/1		
	18	Методы количественного анализа надежности систем теплоэнергоснабжения	18	1		1	15/1	КЛ	25
2	17	Элементы теории оптимизации	17	1	-	1	15		
	19/1	Надежность и оптимизация систем водоснабжения	19/1	1	-	2/1	15/1		
	19/1	Надежность и оптимизация систем теплоснабжения	19/1	1	-	2/1	15/1	КЛ	25
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108/2</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>8/2</b>	<b>90/4</b>	<b>3</b>	<b>50</b>

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
З	Зачет

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
Лекция 1. <i>Основные понятия теории надежности.</i> Основные определения теории надежности. Классификация отказов. Способы и средства обеспечения надежности систем теплоэнергоснабжения.	1	ОИ [1-6]
Лекция 2 <i>Количественные показатели надежности.</i> Локальные показатели надежности. Комплексные показатели надежности.	1	ОИ [1-6]
Лекция 3. <i>Методы количественного анализа надежности систем теплоэнергоснабжения.</i> Последовательность решения задач надежности. Резервирование. Метод дерева отказов.	1	ОИ [1-6]
Лекция 4. <i>Элементы теории оптимизации.</i> Критерии оптимальности. Методы решения задач оптимизации.	1	ОИ [1-6]
Лекция 5 <i>Надежность и оптимизация систем водоснабжения.</i> Характеристика систем водоснабжения. Отказы систем водоснабжения и их последствия. Расчет показателей надежности систем водоснабжения.	1	ОИ [1-6]
Лекция 6 <i>Надежность и оптимизация систем теплоснабжения.</i> Проблема обеспечения надежности систем теплоснабжения. Надежность тепловых сетей. Надежность тепловых пунктов.	1	ОИ [1-6]

## Перечень лабораторных занятий – не предусмотрены учебным планом

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Задания, опросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<p><i>Основные понятия теории надежности.</i>                      Основные определения теории надежности.                      Классификация отказов.                      Способы и средства обеспечения надежности систем теплоэнергоснабжения.</p>	1	ОИ [1-6]
<p><i>Количественные показатели надежности.</i>                      Локальные показатели надежности.                      Комплексные показатели надежности.</p>	1	ОИ [1-6]
<p><i>Методы количественного анализа надежности систем теплоэнергоснабжения.</i>                      Последовательность решения задач надежности.                      Резервирование.                      Метод дерева отказов.</p>	1	ОИ [1-6]
<p><i>Элементы теории оптимизации.</i>                      Критерии оптимальности.                      Методы решения задач оптимизации.</p>	1	ОИ [1-6]
<p><i>Надежность и оптимизация систем водоснабжения.</i> Характеристика систем водоснабжения.                      Отказы систем водоснабжения и их последствия.                      Расчет показателей надежности систем водоснабжения.</p>	2	ОИ [1-6]
<p><i>Надежность и оптимизация систем теплоснабжения.</i> Проблема обеспечения надежности систем теплоснабжения.                      Надежность тепловых сетей.                      Надежность тепловых пунктов.</p>	2	ОИ [1-6]

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3
<p><i>Основные понятия теории надежности.</i>                      Основные определения теории надежности.                      Классификация отказов.                      Способы и средства обеспечения надежности систем теплоэнергоснабжения.</p>	15	ОИ [1-6]
<p><i>Количественные показатели надежности.</i>                      Локальные показатели надежности.                      Комплексные показатели надежности.</p>	15	ОИ [1-6]
<p><i>Методы количественного анализа надежности систем теплоэнергоснабжения.</i>                      Последовательность решения задач надежности.                      Резервирование.                      Метод дерева отказов.</p>	15	ОИ [1-6]

Элементы теории оптимизации. Критерии оптимальности. Методы решения задач оптимизации.	15	ОИ [1-6]
Надежность и оптимизация систем водоснабжения. Характеристика систем водоснабжения. Отказы систем водоснабжения и их последствия. Расчет показателей надежности систем водоснабжения.	15	ОИ [1-6]
Надежность и оптимизация систем теплоснабжения. Проблема обеспечения надежности систем теплоснабжения. Надежность тепловых сетей. Надежность тепловых пунктов.	15	ОИ [1-6]

### Контрольная работа

Контрольная работа содержит четыре задачи.

Номер варианта исходных данных выбирается из таблиц к каждой задаче в соответствии с номером в журнале группы.

**Задача 1.** (числовые данные представлены в таблице 1)

На испытание поставлено  $A$  образцов радиоэлектронного оборудования. За время  $B$  часов отказало  $C$  образцов, за интервал времени  $D$  часов отказало  $E$  образцов. Требуется определить вероятность безотказной работы, вероятность отказа, частоту и интенсивность отказов образцов радиоэлектронного оборудования за  $F$  часов,  $G$  часов,  $H$  часов.

Таблица 1

№ варианта		A	B	C	D	E	F	G	H
1	14	500	2000	140	150	50	2000	2150	2100
2	15	400	3000	100	100	40	3000	3100	3050
3	16	560	1000	110	150	30	1000	1150	1100
4	17	460	4000	120	100	50	4000	4050	4100
5	18	345	2000	130	150	60	2000	2150	2100
6	19	456	3000	140	100	70	3000	3100	3050
7	20	654	1000	150	150	80	1000	1150	1100
8	21	678	4000	160	100	40	4000	4050	4100
9	22	444	2000	123	150	50	2000	2150	2100
10	23	555	3000	143	100	30	3000	3100	3050
11	24	656	1000	124	150	40	1000	1150	1100
12	25	321	4000	125	100	56	4000	4050	4100
13	26	320	1000	126	150	65	1000	1150	1100

**Задача 2.1.** (числовые данные представлены в таблице 2.1, задача для вариантов с 1 по 13)

Допустим, что на испытание поставлено  $A$  однотипных электронных ламп типа 6Ж4. За  $B$  часов отказало  $C$  ламп. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа электронных ламп в течение  $D$  часов.

Таблица 2.1

№ варианта	A	B	C	D
1	1100	3100	100	3100
2	1200	3000	50	3000
3	500	1000	25	1000
4	600	1200	45	1200
5	700	1200	35	1200
6	800	1000	60	1000

<b>7</b>	1300	3000	300	3000
<b>8</b>	1400	3600	400	3600
<b>9</b>	900	3600	85	3600
<b>10</b>	1000	2400	120	2400
<b>11</b>	1500	4200	200	4200
<b>12</b>	1600	4000	320	4000
<b>13</b>	1700	3800	240	3800

**Задача 2.2.** (числовые данные представлены в таблице 2.2, задача для вариантов с 14 по 26)

На испытание было поставлено **A** резисторов. За первые **B** часов отказало **C** резисторов, а за интервал времени **D** часов отказало еще **E** резисторов. Требуется определить частоту и интенсивность отказов резисторов в промежутке времени **F** часов.

Таблица 2.2

<b>№ варианта</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>14</b>	1100	2000	50	2000-3000	25	2000-3000
<b>15</b>	1150	2500	100	2500-3000	20	2500-3000
<b>16</b>	1200	3000	150	3000-4000	50	3000-4000
<b>17</b>	1050	1500	25	1500-2000	20	1500-2000
<b>18</b>	1000	1000	75	1000-2000	50	1000-2000
<b>19</b>	900	2000	90	2000-2500	45	2000-2500
<b>20</b>	800	2500	80	2500-3000	50	2500-3000
<b>21</b>	700	3000	70	3000-4000	45	3000-4000
<b>22</b>	600	2000	60	2000-2500	30	2000-2500
<b>23</b>	1250	3500	250	3500-4000	50	3500-4000
<b>24</b>	1300	3000	200	3000-4000	45	3000-4000
<b>25</b>	1150	2500	100	2500-3000	20	2500-3000
<b>26</b>	1200	3000	150	3000-4000	50	3000-4000

**Задача 3.1.** (числовые данные представлены в таблице 3.1, задача для вариантов с 1 по 13)

В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного экземпляра радиолокационной станции. За весь период наблюдения было зарегистрировано **A** отказов. До начала наблюдения станция проработала **B** часов, к концу наблюдения наработка станции составила **C** часов. Требуется определить среднюю наработку на отказ.



Таблица 3.1

№ варианта	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
1	10	250	1333
2	11	260	1435
3	12	270	1543
4	13	280	1654
5	14	290	1324
6	15	300	1234
7	16	310	1432
8	17	320	1324
9	18	330	1543
10	19	340	1564
11	20	280	1654
12	22	290	1324
13	24	300	1234

**Задача 3.2.** (числовые данные представлены в таблице 3.2, задача для вариантов с 14 по 26)

За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано *A* отказов. Время восстановления составило *B, C, D...L* минут. Требуется определить время восстановления аппаратуры.

Таблица 3.2

№ варианта	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>K</i>	<i>L</i>
14	7	23	32	21	31	24	34	22	-	-
15	9	32	31	32	31	32	34	33	34	23
16	5	12	15	16	20	30	-	-	-	-
17	6	23	22	31	22	34	33	-	-	-
18	4	23	23	23	31	-	-	-	-	-
19	5	32	31	34	35	36	-	-	-	-
20	6	13	23	22	21	32	34	-	-	-
21	7	30	32	31	32	34	23	23	-	-
22	4	23	24	25	26	-	-	-	-	-
23	9	15	16	18	19	23	24	25	32	33
24	5	12	15	16	20	30	-	-	-	-
25	6	23	22	31	22	34	33	-	-	-
26	4	23	23	23	31	-	-	-	-	-

**Задача 4.** (числовые данные представлены в таблице 4)

Электронная аппаратура состоит из *k* групп элементов. В процессе эксплуатации зафиксировано *n* отказов. Количество отказов в *j*-й группе равно *n<sub>j</sub>*; среднее время восстановления элементов *j*-й группы равно *t<sub>j</sub>*. Требуется вычислить среднее время восстановления аппаратуры.

Таблица 4

№ варианта	Исходные данные												
	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>n<sub>1</sub></i>	<i>t<sub>1</sub></i> , мин	<i>n<sub>2</sub></i>	<i>t<sub>2</sub></i> , мин	<i>n<sub>3</sub></i>	<i>t<sub>3</sub></i> , мин	<i>n<sub>4</sub></i>	<i>t<sub>4</sub></i> , мин	<i>n<sub>5</sub></i>	<i>t<sub>5</sub></i> , мин	
1	14	5	12	1	20	4	30	3	16	2	36	2	40
2	15	5	40	5	15	8	25	12	60	6	40	9	20
3	16	4	9	2	37	1	480	2	60	4	25	-	-
4	17	5	18	3	72	5	40	4	36	2	120	4	60

5	18	5	68	14	18	8	40	27	20	6	30	13	15
6	19	5	12	1	20	4	30	3	16	2	36	2	40
7	20	5	40	5	15	8	25	12	60	6	40	9	20
8	21	4	9	2	37	1	480	2	60	4	25	-	-
9	22	5	18	3	72	5	40	4	36	2	120	4	60
10	23	5	68	14	18	8	40	27	20	6	30	13	15
11	24	4	9	2	37	1	480	2	60	4	25	-	-
12	25	5	18	3	72	5	40	4	36	2	120	4	60
13	26	5	68	14	18	8	40	27	20	6	30	13	15

Контрольная работа выполняется в ученической тетради или на одной стороне листа формата А4 рукописным способом. Допускается набирать на компьютере и распечатывать на принтере на одной стороне стандартного листа формата А4. Шрифт: Times New Roman, высота 14; интервал – полторный, выравнивание текста - по ширине.

### **Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом**

### **Курсовая работа не предусмотрена учебным планом**

#### **Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций в аудиториях с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

#### **Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			

2	Элементы теории оптимизации	ПК-1, ПК-7, ПК-4.1	КЛ
3	Надежность и оптимизация систем теплоснабжения	ПК-1, ПК-7, ПК-4.1	КЛ
Промежуточная аттестация			
4	Зачёт	ПК-1, ПК-7, ПК-4.1	Вопросы к зачёту (Письменно)

### **Вопросы входного контроля.**

1. Неразъемные соединения
2. Что называется напряжением, единица измерения?
3. Работа, ее определение и размерность
4. В чем различие между деформацией и перемещением?
5. Определение массы тела и ее размерность
6. Виды передач
7. Виды соединений деталей машин
8. Как называется инструмент для измерения диаметра валов, отверстий?
9. Отличие чугуна от стали
10. Факторы, влияющие на коэффициент трения
11. Что такое допуск?
12. Что такое припуск?

### **Вопросы к промежуточному тестированию**

#### **Коллоквиум №1**

1. Основные определения теории надежности
2. Классификация отказов
3. Основные показатели надежности систем теплоэнергоснабжения
4. Способы и средства обеспечения надежности систем теплоэнергоснабжения
5. Локальные показатели надежности
6. Комплексные показатели надежности
7. Последовательность решения задач надежности
8. Резервирование
9. Метод дерева отказов
10. Нормирование надежности
11. Метод статистических испытаний
12. Метод интенсивностей переходов
13. Элементы теории оптимизации

#### **Коллоквиум №2**

1. Критерии оптимальности
2. Методы решения задач оптимизации
3. Надежность и оптимизация систем водоснабжения
4. Характеристика систем водоснабжения
5. Отказы систем водоснабжения и их последствия
6. Расчет показателей надежности систем водоснабжения
7. Обеспечение надежности систем водоснабжения при эксплуатации
8. Надежность и оптимизация систем теплоснабжения
9. Проблема обеспечения надежности систем теплоснабжения
10. Надежность тепловых сетей
11. Надежность тепловых пунктов
12. Модернизация и реконструкция СТС

### Вопросы к зачёту

1. Основные определения теории надежности.
2. Классификация отказов.
3. Основные показатели надежности систем теплоэнергоснабжения.
4. Способы и средства обеспечения надежности систем теплоэнергоснабжения.
5. Локальные показатели надежности.
6. Комплексные показатели надежности.
7. Последовательность решения задач надежности.
8. Резервирование.
9. Метод дерева отказов.
10. Критерии оптимальности.
11. Методы решения задач оптимизации.
12. Характеристика систем водоснабжения.
13. Отказы систем водоснабжения и их последствия.
14. Расчет показателей надежности систем водоснабжения.
15. Проблема обеспечения надежности систем теплоснабжения.
16. Надежность тепловых сетей.
17. Надежность тепловых пунктов.

### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
100-60	«зачтено»	– Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
59-0	«не зачтено»	– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины Основная литература

1. Барочкин, А. Е. Тепловые сети : учебное пособие / А. Е. Барочкин, С. Д. Горшенин, Ю. Е. Барочкин. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 112 с. <https://e.lanbook.com/book/154544>
2. Беляев, С. А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС : учебное пособие / С. А. Беляев, А. В. Воробьев, В. В. Литвак. — Томск : ТПУ, 2015. — 248 с. <https://e.lanbook.com/book/82857>

### Дополнительная литература:

3. Белкин, А. П. Диагностика теплоэнергетического оборудования : учебное пособие / А. П. Белкин, О. А. Степанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. <https://e.lanbook.com/book/139255>
4. Даева, Т. В. Организация и управление производством: практикум / Т. В. Даева. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2016. — 88 с. <https://e.lanbook.com/book/76669>
5. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике. Т. 3: Теплогидравлические процессы при переходных и нестандартных режимах. Тяжелые аварии. Защитная оболочка. Коды, их возможности, неопределенности. [Текст] / сост., ред. Кирилов П. Л. . - М. : ИздАт, 2014 - 688 с.
6. Учебное пособие по освоению дисциплины "Котельные установки и парогенераторы" для бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 - «Теплоэнергетика и теплотехника» очной и заочной форм обучения, специалистов по повышению квалификации «Энергообеспечение предприятий» и работников теплоэнергетики : учебное пособие / составители Ю. А. Иванов [и др.]. — Нальчик : Кабардино-Балкарский ГАУ, 2019. — 554 с. <https://e.lanbook.com/book/137668>

### Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории №414.

Оборудование:

Автоматизированное рабочее место преподавателя:

Компьютер ORION 215;

процессор - AMD Athlon (tm) Px2220, 2.80 GHz.; оперативная память – 8,00 Gb.

Лицензионное и свободное программное обеспечение общего и профессионального назначения.

Проектор Viewsonic – 1; Микрофон Aceline AMIC-5 -1; Колонки Microlad B-72;

Практические занятия проводятся в лаборатории «Теплотехника и термодинамика» (ауд.318)

Оборудование:

Комплект учебно-наглядных пособий и плакатов;

Комплект документации, методическое обеспечение;

Лабораторный стенд ТОТ-ТПБ для испытания различных конструкций теплообменников;

Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ:

1. Определение теплоемкости воздуха;

2. Определение критического диаметра тепловой изоляции;

3. Определение критического перепада давления и критической скорости;

4. Определение коэффициента теплопроводности сыпучих материалов.

Лабораторный стенд «Технология очистки и обезвреживания промышленных выбросов»

Реализация компетентностного подхода в процессе изучения дисциплины предполагает организацию интерактивных занятий. Интерактивные занятия проводятся в виде лабораторных занятий, во время которых обучающиеся в непосредственном контакте с преподавателем осваивают практические навыки проведения экспериментальных исследований.

### Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

Получить у преподавателя задание на выполнение практического задания, как правило это решение задачи по пройденному лекционному материалу. Решение задачи оформить письменно или выполнить с использованием компьютера и при необходимости распечатать и сдать преподавателю на проверку.

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

## 3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопро-

сы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Подготовить теоретические вопросы или задачи, которые должны выполнить студенты вовремя практического занятия. Подготовить список литературных источников, необходимых для выполнения задания и которые студенты могут получить в библиотеке института. Подготовить перечень интернет-ресурсов, которые помогут в выполнении практического задания. После получения отчет выполнить проверку и на следующем практическом занятии разобрать допущенные ошибки и подсказать, как их необходимо устранить.

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практики задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Рабочую программу составил: доцент Устинов Н.А.

Рецензент: доцент Костин Д.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Председатель учебно-методической комиссии Разуваев А.В.