

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.02**

Надежность источников и систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий

Учебный план: ФГОС3++z130301-1\_21-15.plx

Кафедра: **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
5	УП	6	6	128	4	Зачет
	РПД	6	6	128	4	
Итого	УП	6	6	128	4	
	РПД	6	6	128	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Пеленко В.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области теплотехники и энергетики, связанной с освоением методов обеспечения надежности оборудования теплотехники и проектировании и эксплуатации, современными математическими алгоритмами расчета показателей надежности систем теплотехники, тенденция развития методов расчета показателей надежности.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть мероприятия по обеспечению показателей надежности систем теплотехники при эксплуатации.
- Усвоить основные направления разработки проектных решений по обеспечению надежности систем теплотехники.
- Изучить математические алгоритмы и прикладное программное обеспечение для обеспечения, контроля и прогнозирования надежности систем теплотехники при проектировании и эксплуатации.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Техническая термодинамика

Энергетические насосы, компрессоры и системы воздухообеспечения промышленных предприятий

Гидрогазодинамика (Газодинамика)

Топливо и процессы горения в теплотехнических установках

Тепломассообменное оборудование теплотехнических предприятий

Отопительные котельные

Энергосбережение на теплотехнических объектах

Источники тепловой и электрической энергии

Тепломассообмен

Тепловые двигатели

Анализ и диагностика производственно-хозяйственной деятельности предприятия

Котельные установки и парогенераторы

Системы теплоснабжения

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-5.1: Способен выполнять специальные расчеты теплотехнологических процессов по типовым методикам**

**Знать:** конструкции и основные технические показатели оборудования источников систем теплотехнического снабжения; методы расчета надежности систем теплотехнического снабжения и методы определения недоотпуска и ущерба от ненадежности теплотехнического снабжения.

**Уметь:** рассчитать параметры надежности систем теплотехнического снабжения и определять величину ущерба от недоотпуска тепловой и электрической энергии.

**Владеть:** методами оценки систем теплотехнического снабжения и определять оптимальный вариант системы источников энергии.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Теория надежности объектов и систем теплоэнергетики.	5				
Тема 1. Основные понятия и определения, используемые при оценке надежности теплоэнергетического оборудования (надежность, безотказность, ремонтпригодность, долговечность, живучесть, безопасность, качество). Виды технических состояний изделий. Жизненный цикл объектов теплоэнергетики.		1	1	20	
Тема 2. Базовые сведения теории вероятностей и математической статистики. Основные законы надежности сложных технических систем. Количественные характеристики надежности. Характеристики надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Нормирование и выбор показателей надежности. Классификация отказов объектов промышленной энергетики. Модели отказов.		1	1	22	
Раздел 2. Оценка и контроль надежности систем теплоэнергетики при проектировании.					
Тема 3. Эмпирический путь анализа надежности. Математические методы оценки надежности сложных технических систем. Структурные схемы надежности, основные типы. Количественная оценка надежности объектов теплоэнергетики как структурно сложных систем. Метод анализа надежности, использующий основные теоремы теории вероятностей случайных событий. Анализ надежности последовательно-параллельных невосстанавливаемых систем. Параллельное, последовательное, смешанное, произвольное соединение элементов. Расчет надежности систем сложных структур. Количественная оценка надежности объектов теплоэнергетики методом минимальных путей и сечений.		1	1	20	

Тема 4. Логико-вероятностные методы анализа надежности структурно-сложных систем. Основные положения методологии деревьев отказов. Динамические модели надежности. Марковские случайные процессы. Марковская модель надежности восстанавливаемого элемента. Уравнение Колмогорова-Чепмена. Резервирование и дублирование. Виды резервирования (нагруженное, облегченное, ненагруженное). Кратность резервирования.		1	1	22	
Раздел 3. Контроль и обеспечение надежности систем теплоэнергетики при эксплуатации.					
Тема 5. Методы оценки и контроля показателей надёжности объектов промышленной теплоэнергетики на основе данных наблюдения в условиях эксплуатации. Планы наблюдения. Виды испытаний объектов промышленной теплоэнергетики и их элементов. Рассмотрение и анализ результатов оценки показателей надёжности по материалам наблюдения за количеством отказов (биномиального плана наблюдения). Оценка показателей надёжности по результатам наблюдения за наработкой на отказ (между отказами). Расчёт показателей надёжности объектов на основе разнородной эксплуатационной информации.		1	1	20	
Тема 6. Оценка показателей надёжности по результатам наблюдения отказов уникальных, высоконадежных и малосерийных объектов. Остаточный ресурс. Методы оценки остаточного ресурса систем теплоснабжения. Техническое обслуживание систем теплоэнергетики. Виды технического обслуживания. Структура системы технического обслуживания. Оценка числа запасных частей для обеспечения надёжности систем теплоснабжения.		1	1	24	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		6	6	128	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		12,25		128	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-5.1	<p>1. Показывает знание конструкций и основные технические показатели оборудования источников и систем теплоэнергоснабжения; методы расчета надежности систем теплоэнергоснабжения.</p> <p>2. Рассчитывает параметры надежности систем и схем теплоэнергоснабжения и определять величину ущерба от недоотпуска тепловой и электрической энергии.</p> <p>3. Демонстрирует навыки оценки систем теплоэнергоснабжения.</p>	<p>1. Вопросы устного собеседования.</p> <p>2. Практико-ориентированные задания.</p>

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на вопросы, устраняет их без помощи преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
Не зачтено	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 5	
1	Расчет надежности с параллельным соединением элементов.
2	Расчет надежности с параллельно-последовательным соединением элементов.
3	Расчет надежности с произвольным соединением элементов.
4	Логико-вероятностные методы анализа надежности структурно-сложных систем.
5	Марковская модель надежности.
6	Алгоритм составления уравнений Колмогорова при анализе надежности сложных технических систем.
7	Планы наблюдения за надежностью объектов промышленной теплоэнергетики.
8	Виды испытаний объектов промышленной теплоэнергетики на надежность.
9	Оценка показателей надёжности по материалам наблюдения за количеством отказов.
10	Оценка показателей надежности по результатам наблюдения за наработкой на отказ.
11	Остаточный ресурс. Методы оценки остаточного ресурса систем теплоснабжения.
12	Принципы расчёта комплекта ЗИП для обеспечения эффективного функционирования объектов энергетики.
13	Основные понятия и определения надежности технических систем.
14	Виды технического состояния энергетических объектов.
15	Жизненный цикл объектов теплоэнергетики.
16	Надежность. Функция надежности.
17	Основные законы надежности сложных технических систем.
18	Экспоненциальный закон распределения случайной величины.

19	Закон распределения Гаусса.
20	Закон распределения Вейбулла.
21	Интенсивность отказов объектов энергетики. Определение и закономерности изменения.
22	Параметр потока отказов: определение и методы вычисления.
23	Количественные характеристики надежности.
24	Характеристики надежности невосстанавливаемых объектов.
25	Характеристики надежности восстанавливаемых объектов.
26	Математические методы оценки надежности сложных технических систем. Метод структурных схем.
27	Сущность метода логических схем и метода деревьев отказов.
28	Содержание схемно-функционального метода.
29	Сущность матричного метода и метода графов.
30	Методы повышения структурной надежности.
31	Анализ надежности последовательно-параллельных и произвольных систем.
32	Расчет надежности с последовательным соединением элементов.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1.

Оценить интенсивность отказов системы за промежутков времени, если за  $T=100$  часов наблюдений из  $N=250$  числа объектов отказали  $L=12$ .

Задача 2.

Оценить вероятность отказа на прогнозируемый период времени  $T_{пр}=300$  час., если за  $T=250$  часов наблюдений из  $N=300$  числа объектов отказали  $L=15$ .

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

В течение семестра выполняются контрольные работы;  
Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;  
Время на подготовку ответа 30 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
В.В. Пеленко, А.А. Верховланцев, А.М. Хлыновский	Надежность источников и систем теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Часть 1. Основы теории: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С. Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологий и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1613458477.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1613458477.pdf</a>
Сазонова, С. А., Колодяжный, С. А., Сушко, Е. А.	Надежность технических систем и техногенный риск	Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/23110.html">http://www.iprbookshop.ru/23110.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				

Леонова, О. В.	Надёжность механических систем	Москва: Московская государственная академия водного транспорта	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/46482.html">http://www.iprbookshop.ru/46482.html</a>
Герасимова, А. Г.	Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС	Минск: Вышэйшая школа	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/24063.html">http://www.iprbookshop.ru/24063.html</a>

#### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс].

URL:<http://teplokot.ru/>

#### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional 2013

PTC Mathcad 15

MicrosoftWindows 8

#### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска