Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Надёжность энергетических систем

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: f751bff68056aa81d7a4109cd019dba418043418
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 17 мая 2024 г. по 10 августа 2025 г.
Дата и время: 03-06-2025 10:43:49 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование основных понятий о теории надежности энергетических систем и методологии повышения надежности энергетического оборудования.

Задачами учебной дисциплины являются:

– приобретение знаний об основах теории надежности технических систем, методологии прогнозирования и повышения показателей надежности энергетического оборудования, условиях возникновения техногенных рисков и снижение их уровня в промышленной теплоэнергетике.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Информационные технологии;

– Физика;

– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Основы теории горения.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
	ОПК-5: Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых	ОПК-5.2 Выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	– знать: конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности с учетом

	нагрузок		закономерностей теории надежности энергетических систем. – уметь: выбирать конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности с учетом закономерностей теории надежности энергетических систем.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 4 курс***	***2 сессия / 4 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*36*	*144*
	зачетных единиц	***5***	*1*	*4*
Лекции, *академ. час.*		***10***	*2*	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***8***	*0*	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Самостоятельная работа, *академ. час.*	***153***	*34*	*119*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основные понятия и термины надежности энергетических систем;

Тема 1.1 Цели, задачи дисциплины и ее роль в промышленной теплоэнергетике;

Тема 1.2 Основные понятия, термины, показатели технических объектов и теории надежности энергетических систем;

Тема 1.3 Номенклатура и классификация показателей надежности;

Тема 1.4 Физические причины и характеристики отказов, повреждений и аварий;

Раздел 2 Основные положения теории надежности энергетических систем;

Тема 2.1 Физические процессы, снижающие долговечность и надежность технических объектов и энергетических систем;

Тема 2.2 Надежность как комплексное свойство технических систем, повышающее эффективность производства;

Тема 2.3 Характеристика работоспособности энергетических систем и их структурных элементов;

Тема 2.4 Методы повышения надежности энергетических систем;

Раздел 3 Основы техногенного риска;

Тема 3.1 Классификация потенциально опасных объектов и технологий и причины аварийности и чрезвычайных ситуаций;

Тема 3.2 Понятие техногенного риска и причины его возникновения.

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Основные понятия и термины надежности энергетических систем	3	
Раздел 2.	Основные положения теории надежности энергетических систем	4	
Раздел 3.	Основы техногенного риска	3	

Итого:	**10**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Расчет вероятности отказа энергетической системы с заданной вероятностью отказа технологических узлов	4	
Раздел 2.	Расчет параметров работоспособности и коэффициента готовности энергоблока, состоящего из котлоагрегата, паровой турбины и электрогенератора	4	
Итого:		**8**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка реферата; 3. Прохождение тестирования.	62	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного	62	

	материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка реферата; 4. Прохождение тестирования.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа.	29	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**162**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-5	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Реферат; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-5	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Реферат; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-5	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-5	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; реферат; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию реферата

Написание реферата предполагает глубокое изучение обозначенной проблемы.

Критерии оценки реферата

Наименование параметра оценки	Оценка
Выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, достигнуто пороговое значение оригинальности реферата.	отлично
Основные требования к реферату выполнены, в том числе достигнуто пороговое значение оригинальности реферата, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются недочеты в оформлении.	хорошо
При достигнутом пороговом значении оригинальности реферата имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема реферата освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата.	удовлетворительно
Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание в содержании проводимого исследования, невыполнение порогового значения оригинальности реферата (превышение объема некорректных заимствований).	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без

непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми

Оценка	Требования к знаниям
	умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Теплогенерирующие установки : учебник для вузов / Г.Н. Делягин, В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков, П.А. Хаванов. – Москва : Бастет, 2010. – 623 с. : ил.;

2 Быстрицкий, Г.Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / Г.Ф. Быстрицкий. – 3-е изд., стер. – Москва : Академия, 2006. – 304 с. : ил. – (Высшее профессиональное образование).;

3 Безопасность и надежность технических систем : учебное пособие / Александровская Л.Н., Аронов И.З., Круглов В.И. [и др.]. – Москва : Логос, 2017. – 376 с. – ISBN 978-5-98704-115-5. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987041155.html (дата обращения: 02.06.2025);

4 Зубарев, Ю. М. Основы надежности машин и сложных систем : учебник / Ю. М. Зубарев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 180 с. – ISBN 978-5-8114-5183-8. – URL: https://e.lanbook.com/book/134345 (дата обращения: 02.06.2025);

5 Надежность технических систем. Резервирование, восстановление : учебное пособие / Шашурин В.Д., Башков В.М., Ветрова Н.А., Шалаев В.А. – Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 60 с. – ISBN 978-5-7038-3315-5. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833155.html (дата обращения: 02.06.2025);

6 Пучин, Е.А. Надежность технических систем : учебник / Пучин Е.А., Лисунов Е.А. – Москва : КолосС, 2013. – 318 с. – ISBN 978-5-9532-0812-3. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953208123.html (дата обращения: 02.06.2025);

7 Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-8001-2. – URL: https://e.lanbook.com/book/171887 (дата обращения: 02.06.2025);

8 Лисунов, Е. А. Практикум по надежности технических систем : учебное пособие / Е. А. Лисунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1756-8. – URL: https://e.lanbook.com/book/211829 (дата обращения: 02.06.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

доцент Павловец Виктор Михайлович (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:
Заместитель начальника ПТО
Центральная ТЭЦ ООО «ЭнергоТранзит»  А. Ю. Поромов

Приложение

1 Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

Вопрос 1. Что называют процессом горения органического топлива в топке парогенератора?

⭘ окисление горючих составляющих; ⭘ соединение горючих; ⭘ распад горючих

Вопрос 2. Что происходит с топливом при его горении?

⭘ распад; ⭘ соединение; ⭘ окисление горючих составляющих топлива и теплогенерация

Вопрос 3. Реакция полного горения углерода - …..

⭘ $2C + O_2 = 2CO$; ⭘ $C + O_2 = CO_2$; ⭘ $2C + 3O_2 = 2CO_3$

Вопрос 4. Реакция полного горения водорода - ……

⭘ $H_2 + O_2 = H_2O_2$; ⭘ $H_2 + O_2 = 2OH$; ⭘ $H_2 + 1/2O_2 = H_2O$

Вопрос 5. Назовите компоненты газообразного топлива, формирующие при горении диоксид серы (SO_2) -

⭘ CO_2; ⭘ H_2S; ⭘ H_2;

Вопрос 6. Назовите компоненты жидкого органического топлива, образующие при горении диоксид углерода - …..

⭘ C; ⭘ CO; ⭘ CH_4, H_2 , H_2S;

Вопрос 7. Назовите компоненты газообразного топлива, образующие при горении водяные пары - …..

⭘ C; ⭘ CO; ⭘ CH_4, H_2, H_2S;

Вопрос 8. Назовите горючие элементы элементарного состава рабочей массы твердого и жидкого топлива:

⭘ C, H, S; ⭘ H; ⭘ CO;

Вопрос 9. Процесс горения твердого топлива в парогенераторе может быть организован в…..

⭘ топке котла в форме пылеугольного факела и способом слоевого сжигания на подвижной или стационарной колосниковой решетке; ⭘ в дымоходе; ⭘ в загрузочном бункере;

Вопрос 10. Какие технологические операции предшествуют сжиганию твердого топлива в форме факела?

⭘ увлажнение; ⭘ сортировка; ⭘ сушка в барабанном сушиле. измельчение в шаровой мельнице с получением угольной пыли и ее пневмотранспорт к горелочным устройствам

Вопрос 11. В каких видах органического топлива отсутствуют балластные примеси?

⭘ в некоторых газообразных и обезвоженных жидких; ⭘ в жидких; ⭘ в твердых;

Вопрос 12. С какой целью подогревают топочный мазут перед сжиганием?

⭘ для повышения теплоты сгорания; ⭘ для повышения

теплосодержания; ❍ для улучшения распыливания, смесеобразования и факельного сжигания

Вопрос 13. Какие горючие газы находятся в составе газообразного органического топлива?

❍ H_2, CO_2; ❍ C_nH_m, CO, H_2S, H_2; ❍ CO, H_2;

Вопрос 14. Влага в твердом и в жидком топливе является ……примесью

❍ балластной и вредной; ❍ полезной; ❍ нейтральной

Вопрос 15. Почему влага топлива снижает тепловую ценность топлива?

❍ на ее нагрев и испарение расходуется значительное количество тепловой энергии, которую уносят водяные пары с продуктами горения в окружающую среду; ❍ влажное топливо ухудшает условия труда обслуживающего персонала; ❍ ухудшается транспортировка топлива по топливопроводу;

Вопрос 16. Какими преимуществами обладает газообразное топливо?

❍ высокая теплота сгорания, отсутствие балластных примесей, легкость воспламенения, минимальное количество газообразных и полное отсутствие твердых вредностей в дымовых газах, отсутствие пылеуловителей на дымовом тракте газовых котельных; ❍ отсутствует необходимость в подогреве топлива; ❍ использование электрического запальника;

Вопрос 17. Теплота сгорания топлива - это …..

❍ количество теплоты, выделяемой при сжигании топлива; ❍ тепловая мощность топлива; ❍ количество теплоты, выделяемой при полном сжигании единицы массы или объема топлива

Вопрос 18. Назовите характеристику органического топлива, определяющую его тепловую ценность - …

❍ тепловая мощность; ❍ теплота сгорания; ❍ цена единицы топлива

Вопрос 19. Условное топливо - это топливо с теплотой сгорания ….

❍ 29310 кДж/кг; ❍ 39319 кДж/кг; ❍ 19310 кДж/кг;

Вопрос 20. Какова размерность теплоты сгорания газообразного топлива?

❍ кДж/К; ❍ кВт/кг; ❍ кДж/$м^3$

Вопрос 21. Назовите основные горючие составляющие твердого топлива - ... .

❍ элементарный углерод и водород; ❍ водород; ❍ кислород;

Вопрос 22. Коэффициент избытка воздуха - это…

❍ отношение расхода воздуха к расходу топлива; ❍ отношение теоретически необходимого количества воздуха к практически вводимому; ❍ отношение практически подаваемого расхода воздуха к теоретически необходимому расходу;

Вопрос 23. Назовите параметры, которые необходимо знать для аналитического расчета процесса горения топлива:

❍ вид топлива, химический состав, коэффициент расхода воздуха; ❍ место добычи; ❍ время происхождения;

Вопрос 24. Расчет калориметрической температуры горения топлива требует знания - …

O теплоты сгорания топлива; **O** химического состава топлива, теплоты сгорания топлива, температуры подогрева топлива и воздуха, теплоемкости продуктов горения; **O** температуры подогрева топлива и воздуха;

Вопрос 25. Температура горения топлива возрастет, если …

O увеличить температуру подогрева воздуха; **O** увеличить коэффициент избытка воздуха; **O** увеличить недожог топлива

Вопрос 26. Температура горения топлива снизится, если….

O увеличить теплоту сгорания топлива; **O** уменьшить теплоту сгорания топлива; **O** уменьшить коэффициент избытка воздуха до $\alpha = 1$

Вопрос 27. Какие горючие газы в продуктах горения характеризуют неполноту горения газообразного топлива при коэффициенте избытка воздуха $\alpha < 1{,}0$:

O CO, H_2; **O** CO_2, H_2; **O** SO_2;

Вопрос 28. Назовите формулу для расчета коэффициента избытка воздуха α - …..

O $\alpha = L_0 - L\,\alpha$; **O** $\alpha = L_0 \cdot L\,\alpha$; **O** $\alpha = L\,\alpha / L_0$

Вопрос 29. Какие материалы являются горючими природными ископаемыми?

O уголь, газ, нефть, горючие сланцы, торф**; O** руда, вода, воздух**; O** шламы, шлаки.

Вопрос 30. Какие материалы являются возобновляемыми источниками тепловой энергии?

O солнечная и ветровая энергия, энергия приливов и отливов, геотермальная энергия, растительные и биологические ресурсы**; O** руда; **O** пресная вода.

2 Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам учебной дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и термины надежности энергетических систем

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Какие конструкционные материалы в максимальной степени влияют на уровень надежности и стабильной работы технических и энергетических систем?

2) Кто должен контролировать техническое состояние конструкционных материалов и устранять отказы в процессе эксплуатации котлоагрегатов?

3) Каковы обязанности обслуживающего персонала энергетического объекта для обеспечения надежности технологического оборудования?

4) Как должны обслуживаться конструкционные материалы энергетического объекта с учетом критериев надежности?

5) Какие виды физического воздействия оказывает топочная среда на конструкционные материалы котлоагрегата, работающего на твердом топливе?

6) Каковы принципы надежности при подготовке и запуске в эксплуатацию парового котла, работающего на минеральном топливе?

7) Какие физические нагрузки влияют на эксплуатационные свойства конструкционных материалов и надежность котлоагрегата, работающего на минеральном топливе?

8) Может ли кратковременная и аварийная остановки котлоагрегата повлиять на рабочие свойства конструкционных материалов и надежность его систем?

9) Влияет ли частота теплосмен на эксплуатационные свойства огнеупоров и теплоизоляторов обмуровки парогенераторов и как эти тепловые нагрузки связаны с критериями надежности?

10) Могут ли правильно выбранные конструкционные материалы повысить технику безопасности при эксплуатации энергетических объектов?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1. Что называют надежностью технических объектов и энергетических систем?

⭘ свойство конструкционных материалов и всего объекта выполнять заданные функции и выдавать в эксплуатации проектные параметры технологической работы; ⭘ свойство объекта выдавать заданные скорости теплоносителя; ⭘ свойство объекта выдавать заданные параметры давления пара.

Вопрос 2. Объектами надежности в теплоэнергетике являются…

⭘ энергетические системы, паровые котлы и их технологические системы, при сооружении которых были выбраны необходимые

конструкционные материалы; ❹ теплоносители; ❹ параметры питательной воды и пара.
Вопрос 3. Что называют отказом в работе технического объекта?
❹ полное нарушение работоспособности с потерей функциональных параметров конструкционных материалов и всех технологических систем; ❹ отказ электропитания; ❹ отказ подачи топлива.
Вопрос 4. Какие отказы в работе оборудования относятся к функциональным?
❹ потеря функционального назначения конструкционных материалов и основных производственных функций объекта; ❹ отказ электропитания; ❹ отказ в топливоподаче.
Вопрос 5. Какие отказы оборудования относятся к параметрическим?
❹ физическое состояние конструкционных материалов и технологические параметры объекта недопустимы для работы и не соответствуют проектным; ❹ нет показаний приборов; ❹ нет телефонной связи.
Вопрос 6. Какие отказы в работе объекта относятся к систематическим?
❹ усталость оборудования и конструкционных материалов; ❹ перебой в электропитании; ❹ перебой в системе автоматизации.
Вопрос 7. Какие физико-химические процессы котельного процесса вызывают повреждения конструкционных материалов и систематические отказы в работе теплоэнергетического оборудования?
❹ коррозия, усталость, абразивный износ, старение, окисление, эрозия, термические, структурные и механические напряжения; статические и динамические нагрузки: ❹ металлоструйная обработка поверхности; ❹ испарение влаги топлива.
Вопрос 8. Каковы признаки надежности в обеспечении высокой работоспособности объекта?
❹ безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость, стабильность функциональных и технологических параметров;
❹ высокое давление и температура; ❹ высокая производительность.
Вопрос 9. В чем заключается признак безотказности в работе конструкционных материалов и всего теплоэнергетического объекта?
❹ в сохранении надежной работоспособности, заданных функциональных параметров и в отсутствии систематических и параметрических отказов; ❹ в сохранении стабильного энергоснабжения; ❹ в сохранении стабильной топливоподачи.
Вопрос 10. Какие показатели в эксплуатации объекта характеризуют надежность всей системы?
❹ технический ресурс; срок службы, длительность безотказной работы, коэффициент готовности; ❹ высокое напряжение в электросети; ❹ соответствие продукции мировым стандартам;
Вопрос 11. Что называют техническим ресурсом конструкционных материалов при работе теплоэнергетического объекта?

⭘ потеря конструкционными материалами основных эксплуатационных свойств и календарная наработка объекта до ремонта; ⭘ соответствие параметров эксплуатации ГОСТ; ⭘ соответствие выпускаемой продукции мировому уровню.

Вопрос 12. Какие существуют показатели безотказности конструкционных материалов при эксплуатации объекта?

⭘ вероятность безотказной работы, вероятность бесперебойной работы; вероятность наступления отказа; вероятность работы при заданных физических параметрах

⭘ работа в пределах ГОСТ; ⭘ работа без аварий.

Вопрос 13. Что называют вероятность безотказной работы объекта?

⭘ работа без отказов в заданном интервале времени; ⭘ прогнозирование новых возможностей оборудования; ⭘ длительность безотказной работы.

Вопрос 14. Априорный анализ надежности объекта проводится на стадии…

⭘ проектирования промышленного и энергетического оборудования и при выборе необходимых конструкционных материалов с требуемыми характеристиками и с учетом динамических и тепловых нагрузок; ⭘ эксплуатации энергетического оборудования; ⭘ ремонта отдельных узлов.

Вопрос 15. Апостериорный анализ надежности объекта проводят на стадии…

⭘ длительной эксплуатации ТЭС и опыта продолжительной работы конструкционных материалов при динамических и тепловых нагрузках; ⭘ ремонта; ⭘ пуска и остановки оборудования.

Вопрос 16. Что называют временем восстановления работоспособности технического объекта

⭘ временной период выхода конструкционных материалов на заданный температурный режим и всего объекта на заданные функциональные параметры; ⭘ выход на отсутствия отказов; ⭘ время от остановки до пуска объекта.

Вопросы для тестирования с открытым ответом

Вопрос 17.Что называют конструкционными материалами в промышленной теплоэнергетике? _____

Вопрос 18.Какие конструкционные материалы используют в промышленной теплоэнергетике для сооружения энергетических систем и отдельных устройств? _____

Вопрос 19.Какие конструкционные материалы в максимальных объемах используют в теплоэнергетике для сооружения энергетических систем и отдельных устройств? _____

Вопрос 20.Какими требуемыми физическими свойствами должны обладать металлы и сплавы, используемые для сооружения объектов в промышленной теплоэнергетике? _____

Вопрос 21.Какие ограничения могут возникнуть при выборе конструкционных материалов с повышенным комплексом физических свойств? _____
Вопрос 22.На основе, каких физических свойств выбирают теплоизоляционные материалы, используемые для сооружения обмуровки парогенераторов? _____
Вопрос 23.Какие материалы называют огнеупорными, применяемыми для сооружения теплозащитных обмуровок энергетических систем и отдельных устройств, работающих при высоких температурах? _____
Вопрос 24.Какие формованные огнеупорные изделия наиболее часто применяют для сооружения теплозащитных обмуровок энергетических систем и отдельных устройств, работающих при высоких температурах? _____
Вопрос 25.Какими требуемыми характеристиками должны обладать огнеупоры, используемые для сооружения объектов в промышленной теплоэнергетике? _____
Вопрос 26. Какие материалы называю теплоизоляционными, применяемыми для сооружения теплозащитных обмуровок энергетических систем и отдельных устройств? _____
Вопрос 27.С какой целью обмуровку парогенераторов и тепловых устройств в теплоэнергетике выполняют многослойной? _____
Вопрос 28.Какими эксплуатационными характеристиками должны обладать теплоизоляционные материалы, используемые для сооружения объектов в промышленной теплоэнергетике? _____
Вопрос 29. Для каких элементов и систем котлоагрегатов используют металлы и сплавы? _____
Вопрос 30. Для каких элементов и систем котлоагрегатов используют огнеупорные и теплоизоляционные материалы? _____
Вопрос 31.С какой целью используют резиновые и прокладочные материалы в промышленной теплоэнергетике? _____

3 Подготовка реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Тема раздела реферата представлены в таблице:

Таблица **–** Тема разделов реферата для самостоятельной работы

№ раздела дисциплины	Темы раздела реферата
1	1. Роль методологии выбора конструкционных материалов в структуре надежности и промышленной

	безопасности теплоэнергетического предприятия.

Объем раздела реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для собеседования

1. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые к расходным и конструкционным материалам, при подготовке, например, энергоблока к эксплуатации и во время эксплуатации котлоагрегата?
2. В чем заключаются роль надежности промышленного оборудования на основе новых конструкционных материалов в структуре промышленной безопасности современного производства?
3. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые к техническому объекту и новым конструкционным материалам при подготовке к эксплуатации?
4. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые к гидравлической трубной системе и к новым конструкционным материалам при подготовке к запуску котлоагрегата в эксплуатацию?
5. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые к системе теплоутилизации при подготовке к запуску теплового агрегата в эксплуатацию и при его эксплуатации?
6. Какие мероприятия предусмотрены для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения безопасности при запуске технического объекта в работу?
7. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые, например, к системе дымоудаления при подготовке к запуску теплового агрегата в эксплуатацию и при его эксплуатации?
8. Какова роль КИП и А в обеспечении безаварийного запуска и безопасности технического объекта?
9. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые к системе газоочистки при подготовке к запуску пылегенерирующего объекта в эксплуатацию и при его эксплуатации?
10. Каковы принципы надежности, предъявляемые к системе подготовки любого вида топлива к сжиганию при запуске теплового агрегата в эксплуатацию и при его эксплуатации?

Раздел 2. Основные положения надежности энергетических систем

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Какие конструкционные материалы и технологические мероприятия организуют для надежной и безопасной эксплуатации котлоагрегатов в работе?

2) В чем заключаются обязанности персонала котельной для надежной и безопасной эксплуатации котлоагрегатов?

3) Как организуется наблюдение обслуживающего персонала котельной за стабильной и надежной работой конструкционных материалов и систем котлоагрегата?

4) Каковы правила надежности при эксплуатации гидравлической трубной системы котлоагрегата?

5) Каковы принципы надежности при эксплуатации котлоагрегата, работающего с применением новых конструкционных материалов?

6) Каковы принципы надежности при эксплуатации парового котла, работающего на жидком и газообразном топливе?

7) Каков должен быть уровень подготовки обслуживающего персонала при эксплуатации основных теплотехнических систем котлоагрегата, работающего на газообразном топливе?

8) Какие дополнительные требования предъявляются к конструкционным материалам при эксплуатации теплоэнергетического оборудования котлоагрегата, работающего на твердом топливе?

9) Может ли кратковременная или аварийная остановки котлоагрегата снизить надежность и долговечность огнеупорной и теплоутилизационной обмуровки?

10) Каким образом некачественные конструкционные материалы могут снизить надежность оборудования и безопасность при эксплуатации котлоагрегатов и их основных систем?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1. Каковы причины отказов в работе промышленного оборудования?

- неправильно выбранные конструкционные материалы, низкое качество изготовления оборудования**,** ошибки при эксплуатации, низкое качество ремонта и монтажа оборудования**,** дефекты механосварочных работ, производственные дефекты, формирующиеся и накапливающиеся в процессе длительной эксплуатации; низкая квалификация персонала, отсутствие проектных решений по повышению надежности узлов объекта
- человеческий фактор;
- метеоусловия.

Вопрос 2. Какие причины отказов энергетического оборудования находятся на первом месте?

⭘ ошибки в принятии решений, грубые нарушения в технике эксплуатации оборудования, неправильно выбранные конструкционные материалы**;** ⭘ дефекты ремонта; ⭘ низкое качество стали и огнеупоров.
Вопрос 3. Каковы показатели отказа теплового оборудования в общем объеме отказов всей энергетической системы?
⭘ 40-50 %; ⭘ 50-80 %; ⭘ 80-100 %.
Вопрос 4. Каковы показатели отказов турбинного оборудования в общем объеме отказов всей энергетической системы?
⭘ 20-30 %; ⭘ 30-80 %; ⭘ 80-100 %.
Вопрос 5. Какое оборудование имеет наибольшее количество отказов при эксплуатации энергетических систем?
⭘ котельное**;** ⭘ механическое**;** ⭘ электрическое.
Вопрос 6. От каких факторов зависит количество отказов оборудования ТЭС?
⭘ от тепловой мощности ТЭС и паропроизводительности агрегата; ⭘ от вида топлива; ⭘ от температуры теплоносителя.
Вопрос 7. Какие системы ТЭС в наибольшей степени подвержены отказам?
⭘ трубные металлические поверхности экранных труб, экономайзеров, пароперегревателей и воздухоподогревателей; ⭘ системы топливоподачи; ⭘ аппараты очистки газов от пыли.
Вопрос 8. Какова доля отказов металлических поверхностей нагрева котлоагрегата в общем объеме отказов энергетического объекта?
⭘ до 80 %; ⭘ до 100 %; ⭘ 0.
Вопрос 9. Каковы причины отказов турбоустановок ТЭС?
⭘ дефекты лопаток, повреждения систем пароснабжения и регулирования, маслоснабжения, арматуры, подшипников, проточной части установки;
⭘ обрыв электрических сетей; ⭘ заедание вентилей.
Вопрос 10. Какие технические мероприятия по предотвращению отказов планируют при эксплуатации тепловых объектов?
⭘ работа на проектных характеристиках, на запроектированном виде топливе, на заданном режиме работы; своевременной заменой оборудования и его ремонтом; резервирование узлов и оборудования, в наибольшей степени подверженным отказам; ⭘ установкой зарубежных аналогов; ⭘ системой автоматики.
Вопрос 11. Каковы средние показатели наработки на отказ энергообрудования ТЭС?
⭘ 500-600 часов; ⭘ 1000-2000 часов; ⭘ до 10000 часов.
Вопрос 12. Каков процент вынужденных остановок котлов-утилизаторов и их вспомогательных систем?
⭘ 15-20 %; ⭘ 70-80 %; ⭘ более 80 %.
Вопрос 13. Предельно допустимые эксплуатационные температуры котельных сталей 20,15ГС, 15ХМ,12ХМФ составляют …
⭘ 450-550 ºС; ⭘1000-1200 ºС; ⭘более 1200 ºС.

Вопрос 14. Каковы предельно допустимые температуры эксплуатации котельных сталей 12ХВ2МФ, 12Х18Н12Т, 12Х12Н10Т?

⭘ 630-640 ^{0}С; ⭘ 1000-1200 ^{0}С; ⭘ более 1200 ^{0}С.

Вопрос 15. От каких фактов зависят допустимые напряжения для жаропрочных котельных сталей?

⭘ от перепада температур, марки стали и теплофизических свойств металла; ⭘ от высоты котла; ⭘ от диаметра котельных труб.

Вопрос 16. Каков уровень допускаемых напряжений для жаропрочных котельных сталей 12Х1МФ при температуре 450-480 ºС.

⭘ 120-138 МПа; ⭘ 150-200 МПа; ⭘ 200-300 МПа.

Вопросы для тестирования с открытым ответом

Вопрос 17. В чем заключается задача выбора конструкционных материалов для сооружения объектов промышленной теплоэнергетики в соответствии с требуемыми характеристиками и с учетом закономерностей теории надежности энергетических систем? _____

Вопрос 18.Какие физические процессы котельного процесса негативно воздействуют на конструкционные материалы, используемые для сооружения объектов в промышленной теплоэнергетике? _____

Вопрос 19.Какие физические процессы внутри топочного и трубного пространства негативно воздействуют на металлы и сплавы, используемые для сооружения объектов в промышленной теплоэнергетике? _____

Вопрос 20.Какие физические процессы внутри топочного пространства снижают рабочие характеристики огнеупорных и теплоизоляционных материалов, используемых для сооружения тепловых объектов в промышленной теплоэнергетике? _____

Вопрос 21.Что называют тепловым расчетом в промышленной теплоэнергетике? _____

Вопрос 22.Какие показатели вычисляют при проведении теплового расчета огнеупорной и теплоизоляционной футеровки парогенератора? _____

Вопрос 23.От каких факторов зависит состав конструкционных материалов для сооружения огнеупорной и теплоизоляционной футеровки парогенератора? _____

Вопрос 24.Как учитываются статические и динамические нагрузки, действующие от собственной массы огнеупорной и теплоизоляционной футеровки, в конструктивном оформлении теплозащитной обмуровки парогенератора? _____

Вопрос 25.Какова связь тепловых и конструктивных расчетов с принципами надежности энергетических систем? _____

Вопрос 26.Как учитываются статические и динамические нагрузки, действующие на конструкционные материалы, в тепловых и конструктивных расчетах? _____

Вопрос 27.Какие физические дефекты и новообразования у конструкционных материалов возникают в процессе эксплуатации энергетических систем в промышленной теплоэнергетике? _____
Вопрос 28.Какими технологическими и организационными мероприятиями можно повысить надежность конструкционных материалов, наиболее часто используемых в теплоэнергетике? _____
Вопрос 29.Как связано появление отказов в работе оборудования ТЭЦ с низким качеством конструкционных материалов, используемых для сооружения объектов в промышленной теплоэнергетике? _____
Вопрос 30.Как с помощью ремонтов и восстановительных техноло-гий можно повысить надежность работы неметаллических конструкци-онных материалов используемых для сооружения объектов в промыш-ленной теплоэнергетике? _____
Вопрос 31.Как с помощью торкретирования и сварки огнеупоров можно повысить надежность и требуемые физические свойства теплозащитной футеровки котлоагрегатов ТЭЦ? _____
Вопрос 32. Какие теплоизоляционные материалы наиболее часто ис-пользуют для сооружения теплозащитной футеровки котлоагрегатов ТЭЦ? _____

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Практические занятия по теме №1: Расчет вероятности отказа энергетической системы с заданной вероятностью отказа технологических узлов

Контрольные вопросы

1. Какие процессы могут повлиять на безопасность процесса промышленной теплогенерации?
2. Каковы характер и причины возникновения отказов и снижения работоспособности элементов системы тепловой защиты парогенератора и их роль в структуре безопасности?
3. Какими методами можно снизить вероятность отказа энергетического оборудования и повысить надежность и безопасность работы сложного теплоэнергетического объекта?
4. Какими методами можно повысить надежность энергетического объекта на стадии проектирования?

5. Каким образом можно использовать принцип резервирования в процессе промышленной теплогенерации для обеспечения безопасности?

6. Какими техническими мероприятиями можно повысить запас прочности топливных брикетов и безопасность теплогенерации при слоевом сжигании топлива?

1. Рассчитать коэффициент запаса прочности топливного брикета размером 20 мм, лежащего на колосниковой решетке парогенератора слоевого горения, если его прочность равна 5 МПа, а высота слоя брикетов в топке парогенератора составляет 0,3 м? Как он изменится, если диаметр и высота брикета будут 50 мм, а плотность повысится до 2000 кг/м^3?

8. Рассчитать коэффициент запаса прочности топливного брикета размером 20 мм, лежащего на колосниковой решетке парогенератора, если его прочность снизилась до 1 МПа из-за наличия дефектов поверхности, а высота слоя брикетов в топке парогенератора выросла до 0,4 м? Как он изменится, если диаметр и высота брикета будут 50 мм, а плотность составит 2000 кг/м^3?

9. Для ремонта огнеупорной обмуровки промышленного объекта, на которой образовались поверхностные дефекты, требуется выбрать один из известных способов: торкретирование или сварку огнеупоров. Ответ обоснуйте.

10. Рассчитать удельную нагрузку от собственной массы огнеупорной обмуровки парогенератора ТЭЦ высотой 5 м на разгрузочную балку, выполненную толщиной в 2,5 кирпича (стандартные размеры огнеупорного изделия 230×115×65 мм). Как изменится искомая величина, если высота слоя обмуровки на разгрузочной балке при проектировании агрегата увеличится до 10 м? Плотность шамотных огнеупоров принять равной 2350 кг/м^3.

Практические занятия по теме №2: Расчет параметров работоспособности и коэффициента готовности энергоблока, состоящего из котлоагрегата, паровой турбины и электрогенератора

Контрольные вопросы

1. Каковы характер и причины возникновения отказов и снижения работоспособности элементов системы?
2. В чем заключаются обязанности персонала котельной или ТЭЦ для устранения отказов и безопасной эксплуатации котлоагрегатов?
3. Что такое вероятность и интенсивность отказов в соответствующий момент времени в промышленной теплоэнергетике?
4. Какие виды нарушений работоспособности влияют на классификацию отказов и культуру безопасности?
5. Какими методами можно повысить надежность и работоспособность сложного энергетического объекта?
6. Какими мероприятиями можно воздействовать на коэффициент готовности $К_Г$ технического объекта?
7. Какими методами можно повысить безопасность и надежность энеогетического объекта на стадии проектирования?
8. Рассчитать время наработки объекта теплоэнергетики на отказ, если интенсивность отказов составляет 20 штук/год. Как оно изменится, если интенсивность отказов из-за выбора более эффективных конструктивных материалов уменьшится до 10? Ответ обоснуйте.
9. Рассчитать время восстановления объекта теплоэнергетики на отказ, если интенсивность восстановления составляет 100 штук/год? Как оно изменится, если интенсивность восстановления увеличится из-за выбора более эффективных конструктивных материалов и применения современных организационных мероприятий до 1000.
10. Рассчитать коэффициент готовности $К_Г$ объекта теплоэнергетики к эксплуатации, если время наработки объекта теплоэнергетики на отказ составляет 0,05, а интенсивность восстановления составляет 0,01. Как он изменится, если из-за выбора более эффективных конструктивных материалов и применения современных организационных мероприятий интенсивность отказов снизится до 5?

3 Подготовка реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Тема раздела реферата представлены в таблице:

Таблица **–** Тема разделов реферата для самостоятельной работы

№ раздела дисциплины	Темы раздела реферата
2	Надежность как комплексное свойство технических систем, повышающее эффективность производства и промышленную безопасность на основе выбора конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области промышленной теплоэнергетики

Объем раздела реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для собеседования

1. В чем заключаются принципы повышения работоспособности и обеспечения высокой надежности объекта теплоэнергетики при его эксплуатации на основе выбора современных конструкционных материалов?
2. В чем заключаются принципы повышения работоспособности и надежности, предъявляемые к топливу, энергоносителям и конструкционным материалам при подготовке к запуску и во время эксплуатации любого теплоэнергетического агрегата?
3. В чем заключаются принципы повышения надежности конструкционных материалов технических систем, повышающие эффективность объекта промышленной теплоэнергетики?
4. Как влияют результаты расчетов показателей надежности элементов энергетической системы на работоспособность всего объекта теплоэнергетики при эксплуатации?
5. В чем заключаются причины потери объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа?
6. Какие мероприятия на основе выбора конструкционных материалов предусмотрены для предотвращения причин потери объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа?

7. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые к основным технологическим системам и конструкционным материалам при запуске теплового объекта в эксплуатацию и при его эксплуатации?

8. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые к КИП и А в обеспечении безаварийного запуска и эксплуатации любого технического объекта?

9. В чем заключаются принципы надежности на основе выбора конструкционных материалов, предъявляемые к основным технологическим системам на стадии проектирования?

10. Какова методология повышения надежности сложного объекта, предъявляемая к технической системе, за счет соблюдения принципа резервирования отдельных узлов и на основе правильного выбора конструкционных материалов элементов системы на стадии их проектирования?

Раздел 3. Основы техногенного риска

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Какие события называют техногенной опасностью?

2) Какова структура чрезвычайных ситуаций?

3) Почему чрезвычайные ситуации наносят значительный материальный ущерб и приводят к гибели людей?

4) Как классифицируются техногенные опасности по способу воздействия на окружающую среду?

5) Что понимают под механическими опасностями в промышленной теплоэнергетике?

6) Какие нежелательные воздействия и поражения вызывает у человека электрический ток?

7) Что называют пожарами и к каким последствиям они приводят?

8) Какие конструкционные материалы относятся к пожароопасным в структуре теплоэнергетических объектов?

9) Какие конструкционные материалы применяют при ремонтах и эксплуатации тепловых объектов, чтобы устранить опасность возникновения пожаров?

10) В чем заключаются принципы техники безопасности при ремонтах теплотехнических объектов?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1. От чего зависит уровень надежности производственного оборудования?

O от степени износа оборудования, качества конструкционных материалов, уровня проектирования и изготовления отдельных узлов и систем**,** ошибок при эксплуатации, качества ремонта и монтажа оборудования**,** дефектов механосварочных работ, количества производственных дефектов, формирующиеся и накапливающиеся в процессе длительной эксплуатации; **O** от человеческого фактора. **O** от уровня квалификации персонала проектной организации.

Вопрос 2. Что называют техногенной опасностью?

O состояние, присущие техническому объекту, реализуемому в виде поражающих негативных воздействий источника техногенной чрезвычайной ситуации на человека и окружающую среду; **O** техногенные аварии. **O** чрезвычайные ситуации

Вопрос 3**.** Какие чрезвычайные ситуации относятся к техногенным?

O ситуации, связанные с производственно-хозяйственной деятельностью человека на объектах техносферы и сопровождающиеся самопроизвольным выбросом в окружающее пространство вещества и энергии. **O** ситуации, связанные с ремонтом и обслуживанием объектов. **O** ситуации, связанные с наладкой оборудования.

Вопрос 4**.** Какова структура чрезвычайных ситуаций, инициирующих ЧС?

O транспортные аварии, пожары и взрывы, аварии с выбросом ХОВ, аварии с выбросом РВ, аварии с выбросом БОВ, внезапное обрушение зданий и сооружений, аварии на электроэнергетических системах, аварии в системе ЖКХ, аварии на очистных сооружениях, гидродинамические аварии. **O** климатические процессы в гидро -, лито - и атмосфере. **O** низко и высокотемпературные чрезвычайные ситуации

Вопрос 5**.** Какие чрезвычайные ситуации наносят значительный материальный ущерб и приводят к гибели людей?

O пожары и взрывы. **O** отказы оборудования. **O** наводнения.

Вопрос 6.Что называют очагом пожара или взрыва?

O зона максимального тепловыделения. **O** зона воспламенения. **O** зона обрушения сооружения.

Вопрос 7. Как классифицируются техногенные опасности по способу воздействия на окружающую среду?

O механические, физические, химические, психофизиологические. **O** по степени опасности. **O** по способу восполнения материальных затрат.

Вопрос 8. Что является объектом механической опасности?

O механические и технические объекты, воздействующие на человека массой и кинетической энергией. **O** объекты транспорта. **O** воздухоплавательные объекты.

Вопрос 9. Какие нежелательные воздействия вызывает у человека электрический ток?

⭘ термические, биологические и психологические травмы. ⭘ эмоциональные травмы. ⭘ психические травмы.

Вопрос 10. По каким признакам классифицируется техногенные риски?

⭘ по причинам возникновения. ⭘ по негативным последствиям. ⭘ по способом снижения вредного воздействия.

Вопрос 11. Что является одной из причин техногенного риска?

⭘ недостаток информации о возможных сбоях, отказах, нарушениях в работе технологического оборудования. ⭘ человеческий фактор. ⭘ неизученная технология.

Вопрос 12. На каком этапе экспертизы проводится оценка экологических рисков конкретного производства?

⭘ на этапе экологической экспертизы; ⭘ на этапе строительства объектов; ⭘ на этапе наладки и пуска.

Вопрос 13. В чём заключается принцип экологизации производства?

⭘ развитие репарационных платежей за пользование природными ресурсами и за загрязнение окружающей среды; ⭘ в следовании природоохранному законодательству; ⭘ в использование современных технологий.

Вопрос 14. Эффективным способом снижения техногенных рисков является…

⭘ получение дополнительной рискоориентированной информации о конкретном промышленном производстве и о путях преодоления рисков; ⭘ снижение издержек; ⭘ снижение затрат.

Вопрос 15. В чём заключается сущность технологических рисков на предпроектной стадии производства работ?

⭘ неквалифицированное использование параметров лабораторных экспериментов и геологических изысканий, неквалифицированный выбор конструкционных материалов и оборудования; ⭘ неверный научный прогноз; ⭘ неполная патентная проработка темы.

Вопросы для тестирования с открытым ответом

Вопрос 17.В чем сущность концепции риск-ориентированного мышления при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики? _____

Вопрос 18.Как связана концепции риск-ориентированного мышления при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики? _____

Вопрос 19.Что предполагает высокий уровень культуры безопасности жизнедеятельности при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики? _____

Вопрос 20.Как связан риск-ориентированный подход к объекту промышленной теплоэнергетики со снижением количества государственных контрольных проверок? _____

Вопрос 21.Какие специалисты могут проводить оценку рисков при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики? _____
Вопрос 22.Какие физические процессы, приводящие к производственным дефектам и появлению техногенных рисков, следует учитывать при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики? _____
Вопрос 23.Каким образом человеческий фактор приводит к производственным авариям и появлению техногенных рисков при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики? _____
Вопрос 24.Каким образом учет рисков позволяет повысить результативность и эффективность производства при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики? _____
Вопрос 25.Каковы основные причины аварийности на объектах промышленной теплоэнергетики? _____
Вопрос 26.Что включает в себя термин человеческий фактор? _____
Вопрос 27.Как связано риск-ориентированное мышление при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики с обеспечением социальной, экологической и производственной (профессиональной и промышленной) безопасности? _____
Вопрос 28.Как проводится выбор конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики и находится решение в нестандартных ситуациях, когда нет готовых способов действия? _____
Вопрос 29.Как на практике контролируеся качество деталей и узлов, а также устраняются возможные риски для производственных процессов при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики? _____
Вопрос 30.Как правильный выбор конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики позволяет повысить надежность производственного оборудования? _____
Вопрос 31.Как риск-ориентированное мышление при выборе конструкционных материалов объекта промышленной теплоэнергетики помогает обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды? _____

3 Подготовка реферата

Рефераты подготавливаются в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, с целью определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы.

Тема раздела реферата представлены в таблице:

Таблица **–** Тема разделов реферата для самостоятельной работы

№ раздела дисциплины	Темы раздела реферата
3	1. Роль конструкционных материалов и современного оборудования в процессах снижения аварийности и чрезвычайных ситуаций на объектах промышленной теплоэнергетики.

Объем раздела реферата составляет 10 – 15 страниц машинописного текста формата А4, шрифт Times New Roman 14 пт, междустрочный интервал – полуторный.

Реферат загружается обучающимся в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для собеседования

1. В чем заключаются принципы снижения уровня техногенных рисков на стадии проектирования?
2. В чем заключаются причины аварийности и чрезвычайных ситуаций на объектах промышленной теплоэнергетики?
3. Как связаны принципы промышленной безопасности с причинами аварийности и чрезвычайных ситуаций в промышленности?
4. Как влияют результаты технического обследования энергетической системы на работоспособность конструкционных материалов, из которых сооружен объект теплоэнергетики?
5. В чем заключаются причины повышения техногенного риска в случае потери объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа?
6. Какие мероприятия предусмотрены для повышения объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа?
7. Как связаны условия эксплуатации тепловых объектов с аварийностью, чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью в промышленной теплоэнергетике?
8. В чем заключается роль КИП и А в обеспечении безаварийного запуска и эксплуатации любого технического объекта?
9. В чем заключаются принципы надежности и безопасности технических систем по результатам выделения предвестников аварий?
10. Какова методология снижения техногенных рисков и повышения надежности теплоэнергетического объекта за счет соблюдения принципа резервирования отдельных узлов и конструктивных элементов системы на стадии их проектирования и производства?

4 Контрольная работа

Тема контрольной работы: «Анализ методов повышения надежности теплоэнергетического оборудования ТЭЦ».

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются принципы повышения работоспособности и обеспечения высокой надежности объекта теплоэнергетики при его эксплуатации на основе выбора современных конструкционных материалов?
2. В чем заключаются принципы повышения работоспособности и надежности, предъявляемые к топливу, энергоносителям и конструкционным материалам при подготовке к запуску и во время эксплуатации любого теплоэнергетического агрегата?
3. В чем заключаются принципы повышения надежности конструкционных материалов технических систем, повышающие эффективность объекта промышленной теплоэнергетики?
4. Как влияют результаты расчетов показателей надежности элементов энергетической системы на работоспособность всего объекта теплоэнергетики при эксплуатации?
5. В чем заключаются причины потери объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа?
6. Какие мероприятия на основе выбора конструкционных материалов предусмотрены для предотвращения причин потери объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа?
7. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые к основным технологическим системам и конструкционным материалам при запуске теплового объекта в эксплуатацию и при его эксплуатации?
8. В чем заключаются принципы надежности, предъявляемые к КИП и А в обеспечении безаварийного запуска и эксплуатации любого технического объекта?
9. В чем заключаются принципы надежности на основе выбора конструкционных материалов, предъявляемые к основным технологическим системам на стадии проектирования?
10. Какова методология повышения надежности сложного объекта, предъявляемая к технической системе, за счет соблюдения принципа резервирования отдельных узлов и на основе правильного выбора конструкционных материалов элементов системы на стадии их проектирования?

3 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Основные термины и понятия надежности энергетических систем и обязанности персонала теплоэнергетического объекта.
2. Обязанности персонала теплоэнергетического объекта по обеспечению надежности и работоспособности объекта.

3. Основные принципы надежности теплоэнергетических систем и их элементов.

4. Принципы надежности при подготовке к запуску теплоэнергетического объекта в эксплуатацию.

5. Принципы повышения работоспособности энергетического объекта при эксплуатации.

6. Принципы повышения работоспособности, предъявляемые к расходным и конструкционным материалам, при подготовке энергоблока в эксплуатацию и при эксплуатации котлоагрегата.

7. Причины аварийных ситуаций, повлекших нарушение работоспособности на объектах теплоэнергетики.

8. Действия персонала котельной в аварийной ситуации и мероприятия по восстановлению работоспособности объекта.

9. Принципы повышения работоспособности, предъявляемые к топливу и энергоносителю при подготовке к запуску и при эксплуатации котлоагрегата.

10. Принципы повышения работоспособности и надежности, предъявляемые к технологическим системам: подачи и сжигания топлива; воздухоподачи; питания котла и подготовки теплоносителя: дымоудаления и отчистки газов; утилизации тепла отходящих газов.

11. Обязанности персонала, обеспечивающие безаварийную и надежную работу теплоэнергетического объекта и эксплуатационные свойства конструкционных материалов.

12. Влияние стабильного теплового режима работы теплоэнергетического объекта на его работоспособность.

13. Техническое обслуживание основных технологических систем и конструкционных материалов котлоагрегата и его роль в повышении надежности.

14. Обслуживание гидравлической системы котла и его роль в повышении надежности.

15. Обслуживание системы топливо- и воздухоподачи и его роль в повышении надежности.

16. Обслуживание экранных труб, паро- и водоподогревателей, рекуператора, измерительных средств, электрооборудования и механических систем и его роль в повышении надежности объекта.

17. Организация ремонтов паровых и водогрейных котлов и их роль в повышении надежности.

18. Требования к расходным материалам, сварочным и ремонтным работам в организации надежной работы оборудования.

19. Принципы надежности при эксплуатации теплоутилизационного оборудования котлоагрегата, работающего на твердом топливе

20. Организация сварочных и ремонтных работ их роль в повышении надежности.

21. Организация ремонтов трубной и гидравлической системы котла их роль в повышении надежности.

22. Техническая документация, регламентирующая технику безопасности и надежную работу объекта при эксплуатации.

23. Технический паспорт котла и условия надежной эксплуатации агрегата.

24. Принципы надежности при эксплуатации технологического оборудования котлоагрегата, работающего на жидком топливе.

25. Принципы надежности при эксплуатации технологического оборудования котлоагрегата, работающего на газообразном топливе.

26. Методология повышения надежности сложного объекта, предъявляемая к энергетической системе, за счет соблюдения принципа резервирования отдельных узлов и элементов системы на стадии их проектирования и создания.

27. Характеристика и признаки техногенной опасности.

28. Классификация и структура чрезвычайных ситуаций на производстве и их связь с надежностью технических систем.

29. Причины пожаров и взрывов на объектах теплоэнергетики и пути их предотвращения.

30. Характеристика принципов экологизации теплоэнергетического производства и охраны окружающей среды?