Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.09.2023 14:57:06
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /К.И. Лушин/

«16» февраля 2023г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Контроль и техническая диагностика теплоэнергетического оборудования»

Направление подготовки

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль

**Интеллектуальные тепловые энергосистемы**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная и заочная**

Москва, 2023 г.

**Разработчик(и):**

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент / Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

Преподаватель / Е.А. Чугаев /
И.О. Фамилия

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент / Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

# Содержание


1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 4
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 7
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 9
   - 4.2. Основная литература ... 10
   - 4.3. Дополнительная литература ... 10
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 10
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 11
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 11
5. Материально-техническое обеспечение ... 11
6. Методические рекомендации ... 12
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 12
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 13
7. Фонд оценочных средств ... 13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
   - 7.3. Оценочные средства ... 14

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Контроль и техническая диагностика теплоэнергетического оборудования» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования, испытаний и контроля их теплотехнологических параметров;

– изучение способов повышения эффективности контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи контроля и технической диагностики традиционного и инновационного оборудования.

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования.

К основным задачам освоения дисциплины «Контроль и техническая диагностика теплоэнергетического оборудования» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования;

– научить мыслить системно на примерах повышения энергетической эффективности объектов энергетики с учетом технологических, экологических и экономических факторов;

– научить анализировать существующие методы контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;

– дать информацию о новых методах контроля и технической диагностики теплоэнергетического оборудования в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки таких методов, как отечественных, так и зарубежных;

– научить анализировать результаты контроля и диагностики оборудования, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

Обучение по дисциплине «Контроль и техническая диагностика теплоэнергетического оборудования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| **ПК-2.** Способность управлять процессами эксплуатации ОПД в соответствии с технологией производства | ИПК-2.2. Соблюдает правила технологической дисциплины при проведении профилактических осмотров и текущего ремонта |
| **ПК-4.** Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД с оценкой их энергетической, экономической и экологической эффективности | ИПК-4.1. Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на ОПД<br>ИПК-4.2. Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

«Контроль и техническая диагностика теплоэнергетического оборудования» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В части цикла дисциплин по выбору:
– Теплоэнергетические системы промышленных предприятий;
– Высокотемпературные процессы и установки;
– Энергетический комплекс промышленных предприятий;
– Тепловые измерения;
– Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем;
– Методы испытаний и наладки технологического оборудования.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единиц (**108** часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестр |
|---|---|---|---|
| | | | 8 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **36** | **36** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | 18 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 18 | 18 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **72** | **72** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Тестирование | 12 | 12 |
| 2.2 | Доклад с презентацией | 10 | 10 |
| 2.3 | Самостоятельное изучение | 50 | 50 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | **Зачет** | **Зачет** |
| | **Итого** | **108** | **108** |

3.1.2. Заочная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестр |
|---|---|---|---|
| | | | 8 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **10** | **10** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 4 | 4 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 6 | 6 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **98** | **98** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Тестирование | 12 | 12 |
| 2.2 | Доклад с презентацией | 10 | 10 |
| 2.3 | Самостоятельное изучение | 76 | 76 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | **Зачет** | **Зачет** |
| | **Итого** | **108** | **108** |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | Тема 1. Введение | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 2 | Тема 2. Контроль и диагностика технического состояния теплоэнергетического оборудования. Основные положения | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 3 | Тема 3. Разрушающие методы контроля | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 4 | Тема 4. Методы неразрушающего контроля, применяемые при диагностике металлоконструкций теплоэнергетического оборудования | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 5 | Тема 5. Системы диагностического мониторинга и непрерывного контроля | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 6 | Тема 6. Задачи и методы профилактического контроля и диагностики изоляции электрического оборудования | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 7 | Тема 7. Физические основы и методы неразрушающих испытаний изоляции | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 8 | Тема 8. Контроль изоляции методами хроматографического анализа газов (ХАГ) | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| 9 | Тема 9. Нагрев энергооборудования и контроль его температурного режима | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| **Итого** | | **108** | **18** | **18** | | | **72** |

3.2.2. Заочная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | Тема 1. Введение | 12 | 0,5 | 0,5 | | | 12 |
| 2 | Тема 2. Контроль и диагностика технического состояния теплоэнергетического оборудования. Основные положения | 12 | | | | | 11 |
| 3 | Тема 3. Разрушающие методы контроля | 12 | 0,5 | 0,5 | | | 11 |
| 4 | Тема 4. Методы неразрушающего контроля, применяемые при диагностике металлоконструкций теплоэнергетического оборудования | 12 | 0,5 | 0,5 | | | 11 |
| 5 | Тема 5. Системы диагностического мониторинга и непрерывного контроля | 12 | 0,5 | 1 | | | 10,5 |
| 6 | Тема 6. Задачи и методы профилактического контроля и диагностики изоляции электрического оборудования | 12 | 0,5 | 1 | | | 10,5 |
| 7 | Тема 7. Физические основы и методы неразрушающих испытаний изоляции | 12 | 0,5 | 1 | | | 10,5 |
| 8 | Тема 8. Контроль изоляции методами хроматографического анализа газов (ХАГ) | 12 | 0,5 | 1 | | | 10,5 |
| 9 | Тема 9. Нагрев энергооборудования и контроль его температурного режима | 12 | 0,5 | 0,5 | | | 11 |
| **Итого** | | **108** | **4** | **6** | | | **98** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение.**

*Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль технического диагностирования и контроля энергетического оборудования в повышении эффективности работы теплоэнергетического комплекса РФ. Основные термины и определения в области контроля и технической диагностики. Классификация видов контроля.*

**Тема 2. Контроль и диагностика технического состояния теплоэнергетического оборудования. Основные положения.**

*Виды дефектов и причины их образования. Условия работы конструкционных материалов теплоэнергетического оборудования. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам теплоэнергетического оборудования. Основные служебные свойства металла теплоэнергетического оборудования. Основы механики разрушения.*

**Тема 3. Разрушающие методы контроля.**

*Механические испытания (виды изгибов, нормальные напряжения, расчет на прочность; кручение; условия прочности и жесткости; сложные виды деформаций; расчеты на усталость; динамические расчеты элементов конструкций; устойчивость элементов конструкций). Оценка коррозионной стойкости материалов. Испытания на общую коррозию. Испытания на межкристаллитную коррозию. Испытания на коррозионное растрескивание.*

**Тема 4. Методы неразрушающего контроля, применяемые при диагностике металлоконструкций теплоэнергетического оборудования.**

*Физические методы неразрушающего контроля. Акустические методы неразрушающего контроля. Методы акустико-эмиссионной диагностики. Вихретоковые методы контроля. Магнитные методы контроля. Капиллярные методы контроля. Радиационные методы неразрушающего контроля. Безобразцовые методы контроля микроструктуры структуры и состава сталей.*

**Тема 5. Системы диагностического мониторинга и непрерывного контроля**.

*Вибродиагностика. Термографический контроль. Оптические системы.*

**Тема 6. Задачи и методы профилактического контроля и диагностики изоляции электрического оборудования.**

*Основные задачи контроля изоляции в условиях эксплуатации. Виды дефектов в электрической изоляции, причины и динамика их развития. Виды и методы контроля изоляции. Неразрушающие и разрушающие испытания. Стратегии, объем и периодичность неразрушающего контроля электрической изоляции. Методы комплексного автоматизированного контроля. Разрушающие испытания и экономическое обоснование испытаний.*

**Тема 7. Физические основы и методы неразрушающих испытаний изоляции.**

*Контроль изоляции по основным характеристикам. Измерение теплового сопротивления изоляции и критерии состояния. Контроль изоляции по тепловым потерям. Измерительные комплексы и методы их применения в лабораторных и эксплуатационных условиях. Методы оценки увлажнения изоляции. Приборы контроля влажности и методы их применения.*

**Тема 8. Контроль изоляции методами хроматографического анализа газов (ХАГ).**

*Причины и источники появления газов. Газовыделение при термическом разложении изоляции и разложении под воздействием частичных разрядов. Критерии, нормы и периодичность диагностики методами ХАГ. Идентификация дефекта и обоснование оперативных и профилактических мер.*

**Тема 9. Нагрев энергооборудования и контроль его температурного режима.**

*Влияние температуры на свойства изоляции и составных частей оборудования. Уравнение теплового баланса и его решение. Предельные температуры и превышения температур. Тепловое старение изоляции. перегрузки оборудования по условиям нагрева. Перегрузки оборудования по критерию износа изоляции. Способы и методы измерения рабочих температур и их превышений в элементах энергооборудования в эксплуатации. Инфракрасная термодиагностика оборудования.*

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинарское занятие 1-3. «Техническая эксплуатация и ремонт теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования предприятий».

Семинарское занятие 4-6. «Расчёт основных эксплуатационных характеристик и разработка эксплуатационных регламентов различных типов теплоэнергетических и теплотехнологических установок и систем предприятия. Расчёт допускаемых отклонений

размеров при монтаже теплоэнергетических и теплотехнологических установок и систем предприятия».

Семинарское занятие 7-9. «Оценка надежности детали по ее конструкторско-технологическим параметрам. Оценка надежности соединения деталей, узлов и механизмов. Методика оценки результатов теплового и вибрационного контроля оборудования».

3.4.2. Лабораторные занятия
Не предусмотрены.

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. No 184-ФЗ «О технического регулировании»
2. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. No 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
3. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. No 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации»
4. ГОСТ 11358-89 Толщиномеры и стенкомеры индикаторные с ценой деления 0,01 и 0,1 мм. Технические условия
5. ГОСТ 27750-88 - Контроль неразрушающий. Покрытия восстановительные. Методы контроля толщины покрытий
6. ГОСТ 28702-90 - Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования
7. ГОСТ 27655-88 Акустическая эмиссия. Термины, определения и обозначения
8. ГОСТ 23829-85 Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения
9. ГОСТ 20415-82 Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения.
10. ГОСТ 24522-80 Контроль неразрушающий капиллярный. Термины и определения
11. ГОСТ 28369-89 Контроль неразрушающий. УФ-облучатели. Общие технологические требования.
12. ГОСТ 18442-80* Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования
13. ГОСТ 23349–84 Контроль неразрушающий. Дефектоскопы капиллярные. Общие технологические требования.
14. ГОСТ Р 8.619-2006 Приборы тепловизионные измерительные. Методика поверки
15. ГОСТ Р 54852-2011 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций
16. ГОСТ 7076-99 Измерение теплопроводности
17. ГОСТ 25380-82 Метод измерения плотности тепловых потоков
18. ГОСТ 25314-82 Контроль неразрушающий тепловой. Термины и определения
19. ГОСТ 23483-79 Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования
20. ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов

## 4.2 Основная литература

1. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 2013. — 576 с.: ил.
2. Беденко, С.В. Надзор и контроль в сфере безопасности. Учет и контроль делящихся материалов: учебное пособие для среднего профессионального образования / С. В. Беденко, И. В. Шаманин. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 90 с. — (Профессиональное образование). — Текст: непосредственный.
3. Герасимова, А.Г. Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС. ISBN:978-985-06-2008-8. Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 271.
4. Пилуй, В.А. Ультразвуковой контроль объектов трубопроводного транспорта. / В. А. Пилуй- М.: Машиностроение 2008, - 429 с, 361 илл. и 53 табл.
5. Шишмарёв, В.Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 341 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11452-2.

## 4.3 Дополнительная литература

1. Науменко, А.П. Введение в техническую диагностику и неразрушающий контроль: учеб. пособие / А. П. Науменко ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2019. – 152 с. : ил.
2. Матюнин, В.М. Оперативная диагностика механических свойств конструкционных материалов : пособие для научных и инженерно-технических работников / В. М. Матюнин. - Москва : Изд. дом МЭИ, 2006 (М. : Московская типография N 6). - 213, [1] с. : ил., табл.; 21 см.

## 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

| Название ЭОР | |
|---|---|
| Контроль и техническая диагностика энергетического оборудования | https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=8311 |

Разработанный ЭОР включает в себя: лекционный и практический материал; самостоятельную работу (в виде реферата, РГР, курсовой работы или проекта); видеоматериалы; промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета *(*http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog*)*.

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. ООО НТЦ «Эксперт» – приборы неразрушающего контроля, аттестация лабораторий и специалистов НК, услуги по неразрушающему контролю https://ntcexpert.ru/gost-nk
10. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

## 5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

# 6. Методические рекомендации

## 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

## 7. Фонд оценочных средств

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

– контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

– промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– подготовка и защита докладов с презентацией с обсуждением;

– тест, зачет/экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины – защита курсового проекта, решение задач.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, |

| | |
|---|---|
| | неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

## 7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: разноуровневые задачи и задания; сообщение; устный опрос; собеседование; тест.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на 8 семестре очного обучения и на 6 семестре заочного обучения в форме зачета.

Зачет проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

**Регламент проведения зачета и экзамена:**

1. В билет включается (4) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания.
2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и лабораторных занятиях (прилагается).
3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.
4. Проведение аттестации (зачета и экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете «Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий».

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации учащийся должен выполнить все лабораторные работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

| Вид работы | Форма отчетности и текущего контроля |
|---|---|
| Лабораторные работы, указанные в разделе 3.4.2 | Оформленные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы. |
| Самостоятельная работа | Оформленный отчет о работе, предусмотренной рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы. |
| Контрольная работа | Контрольная работа, выполненная на положительную оценку |

Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

7.3.3. Вопросы для подготовки к зачету и экзамену

**Примерные вопросы к зачету**

1. Условия работы конструкционных материалов теплоэнергетического оборудования под воздействием конструкторско-технологических и эксплуатационных факторов.
2. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам теплоэнергетического оборудования.
3. Основные служебные свойства металла теплоэнергетического оборудования.
4. Виды и методы контроля металлоконструкций теплоэнергетического оборудования.
5. Классификация физических методов неразрушающего контроля.
6. Акустические методы НК, область применения и классификация.
7. Основные параметры УЗК.
8. Пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП), устройство и принцип действия.
9. Классификация ПЭП.
10. Эхо-метод ультразвукового контроля.
11. Технология проведения УЗК.
12. Область применения УЗК.
13. Классификация магнитных методов контроля.
14. Магнитопорошковый метод НК: физическая основа и область применения.
15. Магнитографический метод контроля сварных швов.
16. Метод магнитной памяти металлов.
17. Классификация и назначение капиллярных методов контроля.
18. Физические явления капиллярного контроля.
19. Технология проведения капиллярного контроля.
20. Вихретоковый метод контроля: физическая основа и область применения.
21. Принцип действия вихретокового дефектоскопа.
22. Метод расчета на усталость. Условия прочности и жесткости резервуаров, корпусных конструкций трубопроводов и дисков.
23. Радиационные методы контроля: классификация и область применения.
24. Радиационные источники излучения, применяемые при НК.
25. Детекторы, применяемые при радиационном контроле.
26. Классификация средств НК.
27. Контролируемые параметры и дефекты, выявляемые при НК.
28. Чувствительность неразрушающих методов контроля.
29. Испытания на растяжение, образцы, методика проведения. Диаграммы растяжения.
30. Испытания на ударный изгиб, образцы, методика проведения.
31. Испытания на жаропрочность: образцы для контроля, методика проведения, диаграммы.
32. Структурный анализ металлов и сплавов методами РК.
33. Коррозионные испытания.
34. Безобразцовые методы контроля микроструктуры.
35. Определение марочного состава сталей методом стилоскопирования.
36. Контроль химического и марочного состава сталей без разрушения деталей.
37. Вибродиагностические системы.
38. Термографический контроль.
39. Оптические системы.
40. Виды дефектов в тепловой изоляции, причины и динамика их развития.

41. Виды и методы контроля изоляции. Неразрушающие и разрушающие испытания.

42. Стратегии, объем и периодичность неразрушающего контроля тепловой изоляции.

43. Измерение теплового сопротивления изоляции и критерии состояния по сопротивлению.

44. Контроль изоляции по тепловым потерям.

45. Методы оценки увлажнения изоляции.

46. Газовыделение при термическом разложении изоляции.

47. Критерии, нормы и периодичность диагностики методами ХАГ.

48. Влияние температуры на свойства изоляции и составных частей теплового орудования.

49. Предельные температуры и превышения температур.

50. Тепловое старение изоляции.

51. Перегрузки оборудования по условиям нагрева. Перегрузки оборудования по критерию износа изоляции.

52. Способы и методы измерения рабочих температур и их превышений в элементах энергооборудования в эксплуатации.

53. Инфракрасная термодиагностика энергооборудования.

54. Нагрев контактных соединений и контроль их температурного режима.

## Примеры тестовых заданий

**ТЕСТ № 1**

| | |
|---|---|
| 1. При велосиметрическом методе УЗК основным признаком дефекта служит:<br>а) изменение амплитуды УЗ;<br>б) увеличение скорости УЗК;<br>в) уменьшение скорости УЗК;<br>г) образование акустической тени. | 2. При капиллярном методе контроля в качестве пенетранта выбирают жидкости:<br>а) с большим поверхностным натяжением;<br>б) с относительно низким поверхностным натяжением;<br>в) поверхностное натяжение не имеет значения. |
| 3. Магнитные методы контроля можно применять для обнаружения:<br>а) для обнаружения подповерхностных дефектов;<br>б) сквозных дефектов;<br>в) глубинных дефектов;<br>г) коррозионных повреждений | 4. В качестве источника электромагнитного поля при вихретоковом контроле применяется:<br>а) излучатель;<br>б) пьезопреобразователь;<br>в) индуктивная катушка;<br>г) пьезоэлектрическая пластина. |
| 5. Дефектоскопический материал, обладающий способностью проникать в несплошности объекта контроля и индицировать их, называется:<br>а) проявителем;<br>б) пенетрантом;<br>в) индикатором;<br>г) очистителем. | 6. Как называется процедура устранения вибрации:<br>а) центровка;<br>б) развертка;<br>в) балансировка;<br>г) калибровка. |
| 7. Основой для выбора конструкционных материалов являются:<br>а) физические свойства;<br>б) химические свойства;<br>в) механические свойства;<br>г) технологические свойства. | 8. Какие из методов НК требуют обязательного двухстороннего доступа к ОК:<br>а) вихретоковый;<br>б) ультразвуковой;<br>в) магнитографический<br>г) радиационный |
| 9. Какие методы можно использовать для обнаружения поверхностных дефектов в медном сплаве:<br>а) магнитопорошковый;<br>б) ультразвуковой;<br>в) капиллярный;<br>г) вихретоковый. | 10. Ультразвуковые волны имеют частоту:<br>а) до 20 Гц;<br>б) от 20 до 2·104 Гц;<br>в) от 2·104 до 2·109 Гц;<br>г) более 2·109 Гц. |

**ТЕСТ № 2**

| | |
|---|---|
| 1. Источник ультразвуковых колебаний обычно используется в преобразователях действует по:<br>а) магнитострикционному принципу;<br>б) пьезоэлектрическому принципу;<br>в) электродинамическому принципу;<br>г) ни один из вышеперечисленных. | 2. Прибор НК, предназначенный для определения концентрации напряжений, называется:<br>а) дефектоскоп;<br>б) структуроскоп;<br>в) стилоскоп;<br>г) толщиномер. |
| 3. Основной недостаток вихретокового метода НК:<br>а) сложность подготовки поверхности к контролю;<br>б) мертвая зона;<br>в) невозможность обнаруживать дефекты на глубине;<br>г) малая чувствительность | 4. Способность материала сопротивляться коррозии при высоких температурах называется:<br>а) жаропрочность;<br>б) окалиностойкость;<br>в) длительная прочность;<br>г) жаростойкость. |
| 5. Активной частью гамма-дефектоскопа является:<br>а) рентгеновская трубка;<br>б) электромагнит;<br>в) ампула с радионуклидом. | 6. Какие из перечисленных металлов относятся к ферромагнитным:<br>а) хром;<br>б) железо;<br>в) никель;<br>г) алюминий. |
| 7. Какой метод УЗК наиболее подходит для контроля крупнозернистого материала:<br>а) отражения;<br>б) прохождения;<br>в) импедансный;<br>г) вынужденных колебаний. | 8. Какие материалы можно контролировать вихретоковым методом:<br>а) стали;<br>б) цветные сплавы;<br>в) пластмассы;<br>г) бетон. |
| 9. Как на рентгеновской пленке будет выглядеть дефект в виде поры:<br>а) светлым пятном на темном фоне;<br>б) темным пятном на светлом фоне;<br>в) не виден вообще; | 10. Благодаря какому физическому явлению возможен контакт между дефектом и дефектоскопическим материалом при капиллярном контроле:<br>а) капиллярности;<br>б) смачивания;<br>в) магнитной проницаемости. |

**ТЕСТ № 3**

| | |
|---|---|
| 1. Магнитная индукция, выраженная через длину проводника и силу тока равна:<br>а) B= IL/F;<br>б) B = F/(IL);<br>в) B=I/LF. | 2. К пассивным методам УЗК относятся:<br>а) шумодиагностика;<br>б) метод акустической эмиссии;<br>в) свободных колебаний;<br>г) отражения. |
| 3. Расстояние, преодолеваемое упругой волной за время, равное одному периоду колебаний называется:<br>а) частота;<br>б) длина волны;<br>в) скорость звука;<br>г) длительность импульса. | 4. Неоднородность химического состава в различных зонах детали называется:<br>а) раковина;<br>б) питтинг;<br>в) ликвация;<br>г) мартенсит. |
| 5. Какие из перечисленных методов контроля относятся к бесконтактным:<br>а) магнитопорошковый;<br>б) ультразвуковой;<br>в) вихретоковый;<br>г) радиационный. | 6. Стилоскопирование позволяет определить:<br>а) механические свойства;<br>б) структуру;<br>в) марочный состав стали;<br>г) химический состав стали. |
| 7. Как на рентгеновской пленке будет выглядеть дефект в виде несплошности сварного шва:<br>а) светлым пятном на темном фоне;<br>б) темным пятном на светлом фоне;<br>в) не виден вообще; | 8. Какой проявитель для капиллярного метода контроля будет наиболее эффективен:<br>а) крупнопористый;<br>б) мелкопористый;<br>в) мелкодисперсный;<br>г) крупнодисперсный. |
| 9. Какой из видов коррозии можно определить методом шумодиагностики:<br>а) язвенную;<br>б) стояночную;<br>в) межкристаллитную;<br>г) подшламовую. | 10. Какие дефекты можно определить с использование ДАО-технологии:<br>а) подповерхностные дефекты;<br>б) глубинные дефекты;<br>в) поверхностные дефекты;<br>г) структурные несовершенства. |