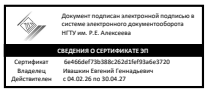
**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**
**высшего образования**
**«Нижегородский государственный технический университет**
**имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии (ПИШ)




УТВЕРЖДАЮ
Директор ПИШ
_____ А.В. Тумасов

«20» мая 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## М1.В.ОД.4 «Организация теплофизического эксперимента»

## для подготовки магистров

Направление подготовки: 14.04.01 "Ядерная энергетика и теплофизика"

Направленность: "Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки"

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2026

Выпускающая кафедра: АТС

Кафедра-разработчик: АТС

Объем дисциплины: 108/3
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой

Разработчик(и): к.т.н., доцент кафедры «АТС» Соборнов А.Е.
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2026 год

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 14.04.01 "Ядерная энергетика и теплофизика", утвержденным приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 № 214 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол № 26 от «22» января 2026 г.)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от «14» апреля 2026 г. № 7).

Заведующий кафедрой «Атомные
и тепловые станции», д.т.н., профессор

_____ С.М. Дмитриев
(подпись)

Рабочая программа рекомендована Советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от «19» мая 2026 г. № 3).

Председатель Совета ИЯЭиТФ,
директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент

_____ М.А. Легчанов
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.04.01-в-12

Начальник методического отдела УМУ

_____
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____ Н.И. Кабанина
(подпись)

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) .....4

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....4

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....5

4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения оп .....**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**

5. Структура и содержание дисциплины .....7

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.12

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....21

8. Информационное обеспечение дисциплины.....23

9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз .....24

10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....24

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....25

12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....28

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является** овладение профессиональными знаниями в области организации теплофизического эксперимента

**1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- изучение нормативной документации, регламентирующей организацию и проведение теплофизического эксперимента;
- изучение методологии организации теплофизического эксперимента;
- изучение современных методов измерения основных теплофизических параметров процессов, протекающих в контурах ЯЭУ;
- изучение и применение методов математической обработки результатов теплофизического эксперимента.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) **«Организация теплофизического эксперимента»** включена в перечень дисциплин обязательной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина **«Организация теплофизического эксперимента»** являются «Техническая термодинамика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Механика жидкости и газа», «Тепломассообмен в энергетических установках», «Математические методы моделирования физических процессов в НИР», изученные магистрантами при освоении образовательных программ бакалавриата или специалитета УГН 14.00.00 «Ядерная энергетика и технологии».

Требования к входным знаниям, умениям и владениям студентов:

**Знать:**

- основные способы переноса теплоты и массы, основы расчета тепломассообмена в элементах энергетического оборудования, методы определения температуры и коэффициентов теплоотдачи для различных процессов, методику оценки эффективности теплообмена в теплообменных аппаратах, основы методики теплогидравлического расчета активных зон ядерных реакторов;
- основы проектирования и конструирования энергетического оборудования;
- методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- принципы измерения теплофизических величин.

**Уметь:**

- производить типовые расчеты для различных видов тепломассообмена, оценивать эффективность использования энергетического оборудования с точки зрения процессов тепломассообмена в нем;
- использовать компьютер как средство работы с информацией, применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации;
- анализировать научно-техническую информацию;

**Владеть:**

- первичными профессиональными умениями и навыками;
- методами математической статистики при обработке экспериментальной информации;
- навыками использования справочной и методической литературы для проведения расчетов различных видов тепломассообмена.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», а также для успешного прохождения производственной практики (научно-исследовательская работа) и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Организация теплофизического эксперимента» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с

учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Организация теплофизического эксперимента» у обучающегося частично формируется компетенция ПК-2, полное формирование которой последовательно осуществляется в процессе практической подготовки (таблица 1).

**Таблица 1- Формирование компетенции ПК-2 по дисциплинам**

| Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно | Семестры, формирования дисциплины | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Методы решения инженерных задач при проектировании и конструировании энергетических установок | X | | | |
| **Организация теплофизического эксперимента** | **X** | | | |
| Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок | | X | X | |
| Специальные методы измерения и контроля | | X | | |
| Нейтронно-физические характеристики ВТГР | | X | | |
| Кинетика ядерных реакторов | | X | | |
| Научно-исследовательская работа | | X | X | X |
| Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | | | | X |

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Компетенция ПК-2 формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этой компетенции, и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

**Таблица 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине | | | Оценочные средства | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Текущего контроля | Промежуточной аттестации |
| ПК-2. Способен владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования теплогидравлических процессов, использовать принципы организации научно-исследовательской работы, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов | ИПК-2.2. Использует принципы организации научно-исследовательской работы, выполняет экспериментальные исследования и проводит обработку, анализ и обобщение полученных результатов | **Знать:**<br>- принципы определения объекта и предмета экспериментального исследования;<br>- критерии оценки его результатов и основы планирования эксперимента;<br>- методологию теплофизических экспериментальных исследований. | **Уметь:**<br>- выявлять проблемную область и определять приоритеты, характер, замысел и направленность экспериментального исследования;<br>- применять современные методы экспериментального исследования. | **Владеть:**<br>- навыками формулирования цели и задач эксперимента;<br>- навыками оперативной оценки по выбранным критериям и представления научному сообществу результатов эксперимента. | Задания к практическим работам по разделам, тесты из банка вопросов (200 вопросов), задания для выполнения рефератов | Вопросы для устного собеседования на экзамене (24вопроса) |

Освоение дисциплины причастно к освоению профессиональных компетенций ТФ С/02.6 «Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ» ПС 40.011 «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок», решает следующую профессиональную задачу:

•разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности, планирование реализации проекта

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. 108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

**Таблица 3. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

| Вид учебной работы | Трудоёмкость в час | |
|---|---|---|
| | Всего час. | В т.ч. по семестрам |
| | | 1 |
| **Формат изучения дисциплины** | с использованием элементов электронного обучения | |
| **Общая трудоёмкость** дисциплины по учебному плану | **108** | **108** |
| **1. Контактная работа:** | **55** | **55** |
| **1.1. Аудиторная работа, в том числе:** | | |
| занятия лекционного типа (Л) | 34 | 34 |
| практические занятия (ПЗ) | 17 | 17 |
| 1.2. **Внеаудиторная, в том числе** | 4 | 4 |
| курсовая работа | - | - |
| текущий контроль, консультации по дисциплине | 4 | 4 |
| контактная работа на промежуточном контроле (КРА) | - | - |
| **2. Самостоятельная работа** (СРС) | **53** | **53** |
| самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, зачету и т.д.) | 53 | 53 |

### 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

**Таблица 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем | Виды учебной работы | | | | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Контактная работа | | | Самостоятельная работа студентов (СРС), час | | | | |
| | | Лекции, час | Лабораторные работы, час | Практические занятия, час | | | | | |
| **1 семестр** | | | | | | | | | |
| ПК-2 (ИПК-2.2) | **Раздел 1 Общие сведения об организации теплофизического эксперимента** | | | | | | | | |
| | **Тема 1.1** Виды теплофизического эксперимента. Роль и место теплофизического эксперимента в общем процессе создания оборудования для атомных электростанций | 2 | | | 4 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.1)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Семинар-диалог | | |
| | **Практическое занятие №2 (Тема 1.1)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Семинар-диалог | | |
| | **Тема 1. 2** Описание и характеристика основных глобальных этапов по организации и реализации теплофизического эксперимента | 2 | | | 4 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.2)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Семинар-диалог | | |
| | **Тема 1. 3** Техническое задание, как ключевой этап планирования эксперимента | 2 | | | 4 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем | Виды учебной работы | | | | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Контактная работа | | | Самостоятельная работа студентов (СРС), час | | | | |
| | | Лекции, час | Лабораторные работы, час | Практические занятия, час | | | | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.3)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Работа в малых группах | | |
| | **Тема 1.4** Программа испытаний. Порядок разработки, описание содержания основных разделов | 2 | | | 4 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.4)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Работа в малых группах | | |
| | **Тема 1.5** Метрологическое обеспечение испытаний. Основные понятия и классификации | 4 | | | 4 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.5)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Семинар-диалог | | |
| | **Тема 1.6** Измерение основных теплофизических параметров | 2 | | | 2 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.6)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Работа в малых группах | | |
| | **Тема 1.7** Полевые методы измерения теплофизических параметров | 2 | | | 3 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Тема 1.8** Методика испытаний | 2 | | | 3 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.8)** | | | 1 | | | Семинар-диалог | | |
| | **Тема 1.9** Понятие представительности эксперимента | 2 | | | 4 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.9)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Семинар-диалог | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем | Виды учебной работы | | | | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Контактная работа | | | Самостоятельная работа студентов (СРС), час | | | | |
| | | Лекции, час | Лабораторные работы, час | Практические занятия, час | | | | | |
| | **Тема 1.10** Критерии оценки качества теплофизического эксперимента | 2 | | | 3 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.10)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Семинар-диалог | | |
| | **Практическое занятие №2 (Тема 1.10)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Работа в малых группах | | |
| | **Тема 1.11** Особенности теплогидравлических и гидродинамических исследований характеристик теплообменного оборудования и тепловых электростанций | 2 | | | 4 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 1.11)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Семинар-диалог | | |
| | **Практическое занятие №2 (Тема 1.11)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Работа в малых группах | | |
| | **Раздел 2 Элементы математической статистики** | | | | | | | | |
| ПК-2 (ИПК-2.2) | **Тема 2.1** Основные понятия математической статистики | 4 | | | 4 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 2.1)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Работа в малых группах | | |
| | **Тема 2.2** Обработка экспериментальных данных | 2 | | | 4 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 2.2)** | | | 1 | | | Работа в малых группах | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов, тем | Виды учебной работы | | | | Вид СРС | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Контактная работа | | | Самостоятельная работа студентов (СРС), час | | | | |
| | | Лекции, час | Лабораторные работы, час | Практические занятия, час | | | | | |
| | **Тема 2.3** Спектрально-корреляционный анализ экспериментальных данных. Полиспектральный анализ | 2 | | | 3 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 2.3)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Работа в малых группах | | |
| | **Тема 2.4** Погрешности теплофизического эксперимента | 2 | | | 3 | Подготовка к лекциям | Проблемная лекция | | |
| | **Практическое занятие №1 (Тема 2.4)** | | | 1 | | Подготовка к практическим занятиям | Работа в малых группах | | |
| | **ИТОГО по дисциплине** | **34** | | **17** | **53** | | | | |

## 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

#### 6.1.1 Примерная тематика рефератов

1. Полевые методы измерения температуры в теплофизическом эксперименте. Тепловизор.
2. PIV – метод измерения скорости потока в теплофизическом эксперименте. Преимущества, недостатки метода. Особенности применения.
3. Спектрально-корреляционный анализ и его применение при проведении исследований элементов теплообменного оборудования ЯЭУ.
4. Применение технологии нейронных сетей при проведении теплофизического эксперимента и анализе его результатов.
5. Применение технологии машинного зрения при проведении теплофизического эксперимента.
6. Расчетные исследования процессов смешения рабочих сред с различной температурой в тройниковых соединениях применительно к элементам ЯЭУ с применением CFD – кодов.
7. Определение гидродинамических характеристик потока вязкой несжимаемой жидкости визуальными методами.
8. Визуальные методы исследования структуры неизотермических течений применительно к ЯЭУ.
9. Пневмометрический метод и приборы измерения скорости однофазного потока применительно к оборудованию ЯЭУ.
10. Проведение теплофизических экспериментальных исследований в вопросе обращения с ОЯТ и его захоронения.
11. Экспериментальное исследование массообмена и поля концентраций применительно к оборудованию ЯЭУ. Сетчатые датчики.
12. Экспериментальное исследование естественно- конвективных течений однофазного теплоносителя, применительно к оборудованию ЯЭУ.
13. Экспериментальное исследование долговечности элементов ЯЭУ при термической усталости.
14. Экспериментальное исследование двухфазных потоков применительно к ЯЭУ. Методы измерения основных теплофизических параметров в многофазных потоках применительно к ЯЭУ.
15. Распределения случайной величины. Виды распределений в теплофизическом эксперименте. Проверка статистических гипотез применительно к теплофизическим исследованиям.

Реферат, представляет собой цельный, связный текст, изложенный не менее чем на 15 стр. формата А4, 12 кеглем с полуторным интервалом. Информация, используемая при подготовке индивидуальных заданий, должна быть достоверной, изложена грамотным техническим языком. Источники информации – рецензируемые российские и международные научные издания. Количество ссылочных источников не менее 10. По результатам подготовки реферата выполняется презентация в PowerPoint или иной схожей программе.

#### 6.1.2 Тесты в системе дистанционного обучения НГТУ eLearning для текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся.

С целью осуществления текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся в системе дистанционного обучения НГТУ eLearning разработаны 200 тестовых заданий по разделам изучаемой дисциплины. Наборы тестовых заданий формируются индивидуально по 40 вопросов. Время, отводимое на выполнение заданий, составляет 30 минут.

#### 6.1.3 Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям:

1. Что следует относить к задачам проведения экспериментальных исследований?
2. Что следует отнести к основным целям организации и планирования экспериментальных исследований?
3. Что следует относить к основным этапам конструирования оборудования АЭС?
4. Что относится к стадии конструирования оборудования АЭС?

5. К какой стадии разработки конструкторской документации относится разработка эксплуатационной документации?
6. Что является эксплуатационным документом, не содержащим сведений о гарантии изготовителя?
7. Что относится к числу обязательных к разработке эксплуатационных документов?
8. Как называется документ, содержащий номенклатуру, назначение, количество и места укладки запасных частей, инструментов, принадлежностей и материалов, расходуемых за срок службы изделия
9. Какой документ содержит эконмическое обоснование разработки экспериментальной модели?
10. Какой этап разработки конструкторской документации содержит принципиальные конструкторские решения дающие общие представления об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия?
11. Какой этап разработки конструкторской документации содержит окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разработанного изделия и исходные данные для разработки рабочей документации?
12. Какой этап создания оборудования АЭС и ТЭС включает разработку
13. Какой этап разработки конструкторской документации включает разработку расчетно-конструкторской документации на испытательный стенд?
14. Какие испытания проводятся с целью оценки готовности опытного образца к приемочным испытаниям?
15. Какие испытания проводятся с целью принятия решения о возможности промышленного производства изделия?
16. Какие испытания проводятся с целью оценки всех определяющих техническим заданием характеристик изделия, проверки и подтверждения соответствия опытного образца требованиям ТЗ в условиях максимально приближенных к условиям реальной эксплуатации?
17. Какие стадии разработки изделия предусматривают проведение экспериментальных исследований?
18. Какая стадия разработки изделия является наиболее насыщенной с точки зрения проведение экспериментальных исследований?
19. Какая стадия разработки изделия не предусматривает проведение экспериментальных исследований?
20. На какой стадии разработки изделия формируется предварительный перечень научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ?
21. На какой стадии разработки изделия проводится техническое обоснование безопасности?
22. На какой стадии разработки изделия проводятся квалификационные испытания?
23. Что называют контрольными испытаниями установочной серии или первой промышленной партии, проводимыми с целью оценки готовности предприятия к выпуску продукции данного типа в заданном объеме?
24. На какой стадии разработки изделия проводятся периодические испытания?
25. Что называют контрольными испытаниями выпускаемой продукции, проводимыми в объемах и в сроки, установленные нормативно-технической документацией, с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска?
26. Целью каких испытаний является подтверждение стабильности качества изготовления продукции во времени?
27. На какой стадии «жизненного цикла» изделия проводятся испытания посвященные оптимизации конструкторских решений?
28. На какой стадии разработки изделия проводятся испытания посвященные оценки остаточного ресурса, а также определению фактических характеристик оборудования?
29. Какие экспериментальные исследования проводятся для проверки гипотез?
30. На каком этапе организации эксперимента осуществляется обоснование представительности испытаний?

31. Какая стадия постановки задачи организации эксперимента позволяет ответить на вопрос: «что нужно делать?»
32. Какая стадия постановки задачи организации эксперимента позволяет ответить на вопрос: «как нужно делать?»
33. Что называют конструкторским документом, включающим в себя перечень измеряемых параметров, диапазоны и погрешности измерений, номенклатуру средств измерения, условия работы первичных датчиков, требования к динамическим характеристикам преобразователей, признак параметра, а также фактическую погрешность средств измерений?
34. Что включает в себя таблица измеряемых параметров?
35. Что является конструкторским документом, содержащим основные требования к разрабатываемому изделию, научно – исследовательской или опытно-конструкторской работе?
36. Что является документом, входящим в комплект конструкторской документации, составляемой на изделие на стадии разработки, устанавливающим порядок испытаний и способы контроля их результатов?
37. Что называют детальным описанием объема испытаний, представляющим собой перечень основных параметров, режимов испытаний и их характеристик называется?
38. Как классифицируют измерения по характеру зависимости измеряемой величины от времени?
39. Как классифицируют измерения по способу выражения результата измерения?
40. Как классифицируют измерения по способу получения результатов измерения?
41. Что называют сходимостью измерений?
48. Что называют воспроизводимостью измерений?
49. Что такое методика измерений?
50. Что является отклонением результата измерения от истинного значения измеряемой величины?
51. Что называют измерительным преобразователем?
52. Что включает в себя процедура измерения физической величины?
53. Как классифицируют погрешности измерения?
54 Что называют грубой погрешностью, связанной с ошибками оператора или неучтенными внешними воздействиями?
58. Что может являться нормирующим значением приведенной погрешности?
59. Что называют пределом допускаемой основной погрешности?
60. От каких параметров зависит характеристика емкостных преобразователей давления?
61. На чем основан принцип действия тензорезисторных преобразователей давления ?
62. Что является основным недостатком фольговых тензопреобразователей?
63. Применение каких термометрических средств предпочтительно при проведении верификационных экспериментов, направленных на получение статистических и спектрально-корреляционных характеристик температурного поля в потоке однофазного теплоносителя вблизи теплообменной стенки в условиях низкого градиента температуры и низкого давлениях рабочей среды?
64. Применение каких термометрических средств предпочтительно при проведении верификационных экспериментов, направленных на получение статистических и спектрально-корреляционных характеристик температурного поля в потоке однофазного теплоносителя вблизи теплообменной стенки в условиях высокого градиента температуры и высокого давления рабочей среды?
65. Нормированная статическая характеристика термопары какого типа имеет наибольший уклон?
66. Термоэлектрические преобразователи какого типа исполнения рационально применить если необходимо осуществлять контроль температуры в одной точке испытательного стенда, но с различной частотой опроса, при условии необходимости доставки сигнала к разным вторичным преобразователям?
67. Какой способ заделки термопары на теплообменную поверхность является предпочтительным при проведении исследования термопульсаций в материале теплообменных стенок?

68. Каким способом рационально диагностировать корректность заделки большого количества термоэлектрических преобразователей на теплообменной поверхности экспериментальной модели?
69. Какое изменение претерпит шкала показывающего измерительного прибора при измерении уровня жидкости в сосуде с помощью измерительного преобразователя дифференциального давления?
70. Какую поправку необходимо учитывать при измерении миливольтового сигнала генерируемого термоэлектрическими преобразователями?
71. Какую поправку необходимо учитывать при измерении температуры термопреобразователями сопротивления?
72. Какую поправку необходимо учитывать при измерении миливольтового сигнала генерируемого термоэлектрическими преобразователями при условии термостатирования «холодного» спая при 0 °С?
73. Какую поправку в показания датчика дифференциального давления необходимо внести при измерении перепада давления однородной несжимаемой жидкости в вертикальном канале со значительным изменением температуры по ходу ее движения снизу вверх?
74. Что включает комплектация расходомера переменного перепада давления?
75. По какой формуле следует рассчитывать массовый расход применяя расходомеры переменного перепада давления?
76. Каким соотношением связаны объемный расход и ЭДС, генерируемая в электромагнитном расходомере, при условии применения переменного магнитного поля?
77. Расходомер какого типа предпочтителен для измерения малых расходов однофазных несжимаемых жидкостей с высокой температурой и давлением?
78. Применение расходомера какого типа затруднительно в дистиллированной и химически обессоленной воде?
79. Возможно ли производить измерение уровня в резервуаре при помощи датчика избыточного давления?
80. Какие датчики давления следует применить для измерения уровня в закрытом резервуаре без уравнительного сосуда?
81. Какие датчики давления следует применить для измерения уровня в закрытом резервуаре с уравнительным сосудом?
82. Что называют совокупностью подходов, способов и приемов проведения научных исследований?
83. Что включает в себя обоснования представительности испытаний?
84. Каким принципом обоснования представительности испытаний необходимо руководствоваться при проведении верификационных исследований?
85. Каким принципом обоснования представительности испытаний необходимо руководствоваться при проведении подтверждающего эксперимента на модели, обладающей ухудшенными характеристиками по сравнению с натурным изделием?
86. Какой принцип обоснования представительности испытаний не получил широкого распространения вследствие высоких материальных и временных затрат на изготовление экспериментальной модели и низкой точности получаемых результатов?
87. Как называется совокупность выборочных функций, определяющая случайный процесс?
88. Что относится к основным требованиям к стационарности теплофизического режима?
89. Что является необходимым условием поддержания устойчивого изотермического режима в экспериментальной установке (имеющей в составе замкнутые контуры теплоносителя и охладителя, насос, нагреватель, охладитель и пр.)?
90. Какие теплофизические параметры необходимо измерить для экспериментального определения коэффициента теплопередачи?
91. Какие теплофизические параметры необходимо измерить для экспериментального определения коэффициента теплопередачи методом теплового потока?
92. Каким способом следует повысить точность экспериментального определения коэффициента теплоотдачи методом теплового потока при неравномерном распределении температуры по высоте теплообменного канала?

93. Какое минимальное количество теплофизических параметров необходимо измерить для экспериментального определения среднего коэффициента теплоотдачи методом теплообменника?
94. Какие мероприятия предусмотрены для обеспечения чистоты поверхностей испытуемого теплообменного оборудования?
95. Какие требования предъявляют к испытательному оборудованию для обеспечения чистоты сред заполнения и теплообменных поверхностей?
96. Что такое математическое ожидание?
97. Как следует вычислять суммарную погрешность, обусловленную погрешностью средств измерения и случайной составляющей погрешности?
98. Как оценить качество теплофизического режима?
99. Какое выражение соответствует определению термина коррозия?
100. Для защиты металла от чего предназначена пассивация?
101. Что называют совокупностью всех возможных результатов наблюдений случайной величины, которые могут быть приведены при данных условиях?
102. Что называют выборкой случайной величины?
103. Что называют выборкой, полученной в результате расположения в порядке возрастания исходной последовательности независимых одинаково распределённых случайных величин?
104. Какие значения может принимать интегральная функция распределения случайной величины?
105. Что является статистическим аналогом среднего значения является
106. Что является статистическим аналогом среднеквадратического отклонения?
107. Что характеризует дисперсия?
108. В чем состоит метод наименьших квадратов (МНК)?
109. Какие условия необходимо проверить при оценке расхождения между эмпирическим и теоретическим распределениями при проверке гипотезы с применением критерия Пирсона (возможно несколько правильных вариантов ответов)?
110. Какой критерий гидродинамического подобия рационально применить для моделирования напорного движения в каналах и трубопроводах
111. Какой критерий гидродинамического подобия рационально применить для моделирования безнапорного движения в каналах под действием
112. Какой критерий гидродинамического подобия рационально применить для моделирования свободно конвективных и свободно-вынужденных течений в каналах и сосудах?
113. Что принимают в качестве модельной среды при моделировании процессов гидродинамики в потоке натриевого теплоносителя?
114. Какими преимуществами обладает расчетно-экспериментальный подход с применением трехмерных теплогидравлических расчетных кодов по отношению к натурным испытаниям?
115. Для чего применяют спектрально корреляционный анализ в теплофизическом эксперименте?
116. Что называют автокорреляционной функцией от случайного дискретного сигнала?
117. Какую характеристику температурных пульсаций позволительно не анализировать в ходе проведения экспериментальных исследований теплоотдачи?
118. Какой физический смысл имеет площадь под графиком на энергетическом спектре сигнала?
119. Какой набор статистических и спектрально-корреляционных параметров, как правило, дает полное представление о случайной пульсационной составляющей исследуемого теплофизического процесса?
120. Какой критерий теплового подобия характеризует интенсивность конвективного теплообмена между поверхностью тела и потоком газа или жидкости?
121. Какой критерий теплового подобия определяет соотношение вкладов теплопроводности и времени в процесс теплопереноса?
122. Какой критерий теплового подобия характеризует меру соотношения конвекции и теплопроводности?

123. Какой критерий теплового подобия характеризует меру соотношения толщин гидродинамического ламинарного и теплового слоев?

**6.1.4. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится путем устного собеседования на экзамене по следующим вопросам:

1. Цели и задачи экспериментальных исследований. Основные стадии создания оборудования для АЭС
2. Стадии создания оборудования для АЭС с точки зрения проведения экспериментальных исследований.
3. Классификация теплофизического эксперимента
4. Основные этапы планирования и выполнения эксперимента
5. Техническое задание. Основные разделы ТЗ
6. Программа испытаний. Содержание программы испытаний
7. Принципы обоснования представительности испытаний
8. Критерии оценки качества теплофизического эксперимента
9. Экспериментальное определение эффективности ТМО. Определение коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи.
10. Методика испытаний. Содержание методики испытаний
11. Обеспечения чистоты сред и поверхностей испытуемого оборудования при теплофизическом эксперименте. Определение критического диаметра тепловой изоляции.
12. Основные понятия и элементы теории вероятности и математической статистики. Интегральная и дифференциальная функции распределения
13. Основные понятия и элементы теории вероятности и математической статистики. Распределения случайной величины. Виды распределений в теплофизическом эксперименте. Проверка статистических гипотез
14. Теория гидродинамического подобия. Основные критерии подобия и их физический смысл.
15. Основные теплофизические величины и методы их измерения.
16. Методы измерения температуры. Методы измерения давления.
17. Методы измерения перепада давления и расхода.
18. Полевые методы измерения температуры в теплофизическом эксперименте. Тепловизор
19. PIV – метод измерения скорости потока в теплофизическом эксперименте. Преимущества, недостатки метода. Особенности применения
20. Визуальные методы исследования структуры неизотермических течений применительно к ЯЭУ
21. Экспериментальное исследование массообмена и поля концентраций применительно к оборудованию ЯЭУ. Сетчатые датчики
22. Экспериментальное исследование долговечности элементов ЯЭУ при термической усталости
23. Спектрально-корреляционный анализ и его применение в теплофизическом эксперименте. Порядок расчета автокорреляционной функции и спектральной плотности мощности сигнала. Полиспектральный анализ.
24. Погрешность экспериментальных исследований. Классификация погрешностей.

**6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

1. Положение о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования (НГТУ ПВД-11.4/158-23).

2. Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.1/30-23).

В результате изучения дисциплины «Организация теплофизического эксперимента» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенции ПК-2, и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения этой же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенции в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7

**Таблица 7. Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

| Коды | | Виды и номера тем занятий | Критерии оценивания компетенций | Показатели оценивания компетенций | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| компетенций | индикаторов достижения компетенций | | | «Отлично» | «Хорошо» | «Удовлетворительно» | «Неудовлетворительно» |
| ПК-2 | ИПК-2.2 | Семинары по темам 1.1, 1.2, 1.5, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11 | Критерий 1<br>Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним | Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара | Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения | Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара | Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада |
| | | | Критерий 2<br>Степень понимания изученного материала | Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников и не допускает ошибок | Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет | Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить | Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции ПКС-5 |
| | | | Критерий 3<br>Степень готовности презентации и доклада или тезисов (планов) ответа на вопросы по плану семинара | Наличие у докладчика мультимедийной презентации без нарушений принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, настройке, содержанию и текста (плана) доклада, а у выступающих - тезисов (планов) выступлений по | Наличие у докладчика мультимедийной презентации с единичными незначительными нарушениями принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, | Наличие у докладчика мультимедийной презентации со многими незначительными нарушениями принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, настройке, содержанию и текста (плана) доклада, а у выступающих - тезисов (планов) выступлений по менее | Наличие у докладчика мультимедийной презентации с грубыми нарушениями принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, настройке, содержанию и текста (плана) доклада или их отсутствие, а у выступающих – полное |

| Коды | | Виды и номера тем занятий | Критерии оценивания компетенций | Показатели оценивания компетенций | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| компетенций | индикаторов достижения компетенций | | | «Отлично» | «Хорошо» | «Удовлетворительно» | «Неудовлетворительно» |
| | | | | всей тематике семинара | настройке, содержанию и текста (плана) доклада, а у выступающих - тезисов (планов) выступлений по не менее 50% вопросов, вынесенных на семинар | 50% вопросов, вынесенных на семинар, но не при полном их отсутствии | отсутствие тезисов (планов) выступлений по вопросам, вынесенным на семинар |
| | | Работа в малых группах по темам 1.10, 2.1-2.4 | Критерий 4<br>Степень усвоения методики расчетов | Задание выполнено без ошибок | Задание выполнено, методика его выполнения выдержана, но допущены незначительные ошибки в расчетах | Задание выполнено, методика его выполнения в целом выдержана, но допущены значительные ошибки в расчетах | Задание не выполнено, методика его выполнения ошибочна |

В соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.1/30-23) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями и выполняли практические задания, включая обязательное присутствие на коллоквиуме (при наличии).

**Таблица 8. Шкала оценивания результата обучения в процессе промежуточной аттестации**

| Компетенции | Уровень усвоения | Описание шкалы оценивания на зачете с оценкой |
|---|---|---|
| ПК-2 | Высокий уровень «5» (отлично) | Оценку «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всесторонние систематические и глубокие знания материалов изученной дисциплины, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| | Средний уровень «4» (хорошо) | Оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом балов, в основном сформировал практические навыки. |
| | Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) | Оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. |
| | Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | Оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

**Таблица 9. Список учебной литературы, печатных и электронных изданий**

| № | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---|---|---|
| | **1 Основная литература** | |
| 1 | Пергамент М.И. Методы исследований в экспериментальной физике : Учеб.пособие / М. И. Пергамент. - Долгопрудный : Изд.дом "Интеллект", 2010. - 301 с. : ил. - (Физтеховский учебник). - Библиогр.в конце гл. - ISBN 978-5-91559-026-6. | 10 |
| 2 | Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики : Учеб.пособие / А. Н. Бородин. - 7-е изд.,стер. - СПб. : Лань, 2008. - 255 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.:с.251. - Предм.указ.:с.252-254. - ISBN 978-5-8114-0442-1. | 15 |
| 3 | Герасимов Б.И. Основы научных исследований : Учеб.пособие / Б. И. Герасимов [и др.]. - М. : ФОРУМ, 2009. - 272 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.:с.254-256. - Прил.:с.257-267. - ISBN 978-5-91134-340-8. | 8 |
| 4 | С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС. Учебное пособие; под ред. С.М. Дмитриева. – Минск: Вышэйшая школа, 2015 - 288 с | 49 |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2010. – 776 с. (т. 1); 2013. – 688 с. (т. 2); 2014. – 688 с. (т.3). | 12 (т.1)<br>17 (т.2)<br>28 (т.3) |
| **2 Дополнительная литература** | | |
| 6 | Александров А.А.Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие Гриф Министерства образования РФ М.: Изд. дом МЭИ, 2006- | 8 |
| 7 | Клаассен К.Б. Основы измерений. Датчики и электронные приборы : Учеб.пособие:Пер.с англ. / К. Б. Клаассен. - 3-е изд. - Долгопрудный : Изд.дом "Интеллект", 2008. - 352 с. : ил. - Библиогр.:с.345-346. - Доп.тит.л.на англ.яз.-Предм.указ.:с.336-344. - ISBN 978-5-91559-001-3. | 5 |
| 8 | А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Учебное пособие в 2-х ч. Ч. 2; под общ. ред. С.Е. Щеклеина и О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 420 с. | 33 |
| 9 | П.Л. Кириллов, Г.П. Богословская. Тепломассообмен в ядерных энергетических установках. Учебное пособие для вузов. – М.: ИздАТ, 2008. – 256 с. | 20 |
| 10 | А.Я. Крамеров, Я.В. Шевелёв. Инженерные расчеты ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 736 с. | 4 |

## 7.2. Справочно-библиографическая литература.

**Таблица 10. Список справочно-библиографической и научной литературы**

| п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта | Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков |
|---|---|---|
| 1. Справочно-библиографическая литература | | |
| 1. | Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части): *https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf на сайте www.rosatom.ru* | Электронное издание |
| 2. | «AtomInfo.Ru»: независимый информационно-аналитический сайт *AtomInfo.Ru* (свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30792, выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия 26 декабря 2007 года) | Электронное периодическое издание |
| 3. | Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-002-86/Госатомэнергонадзор СССР – М.: Энергоатомиздат, 1989 – 525 с. – Правила и нормы в атомной энергетике) | Электронное издание |
| 2. Научная литература | | |
| 4. | «Атомная энергия». Научно-технический журнал. – М.: НКО «Редакция журнала «Атомная энергия» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): *j-atomicenergy.ru* | 1 раз в месяц |
| 5. | «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): *http://vant.iterru.ru/vant.html* | 4 раза в год |
| 6. | «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, Science Citation Index, INIS Atomindex, перечни ВАК и РИНЦ): *http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331* | 5 раз в год |
| 7. | «Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика». Научно-технический журнал. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ (Ulrich’s Periodical Directory, перечни ВАК и РИНЦ): *https://nuclear-power-engineering.ru* | 4 раза в год |
| 8. | Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики: Т. 2 /под ред. акад. РАН А. А. Саркисова. — М.: Академ-Принт, 2015. — 387 с.: ил. — ISBN 978-5-906324-04-7 (в пер.) | Электронное издание |

## 7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения;

2) Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине;

3) Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся;

4) Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине.

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления *https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie* в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

**Таблица 11. Список методических указаний и рекомендаций**

| № | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---|---|---|
| | ***Методические указания, разработанные преподавателями*** | |
| 1 | Рязапов Р.Р., Разработка эксплуатационной документации на теплофизический стенд: метод. указания к курсу «Организация теплофизического эксперимента» / НГТУ им Р.Е. Алексеева; сост.: Р.Р. Рязапов, А.Е. Соборнов,, А.В. Мамаев, А.Е. Хробостов, М.А. Легчанов – Нижний Новгород, 2017. – 31 с. | 140 |

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

– демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;

– использование электронной образовательной среды университета;

– организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

### 8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: *https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy*;

- электронная библиотека НГТУ: *https://library.nntu.ru/megapro/web*;

На странице сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;

- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;

- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»

**Таблица 12 – Перечень электронных библиотечных систем**

| № | Наименование ЭБС | Ссылка к ЭБС |
|---|---|---|
| 1 | Консультант студента | http://www.studentlibrary.ru/ |
| 2 | Лань | https://e.lanbook.com/ |
| 3 | Юрайт | https://biblio-online.ru/ |
| 4 | TNT-ebook | https://www.tnt-ebook.ru/ |

Кроме того, с сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Scopus Preview, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;

- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: *https://www.elibrary.ru/defaultx.asp*;

- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: *https://cyberleninka.ru/journal*;

- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: *https://www.libnauka.ru/*

- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: http://www.vlibrary.ru/.

### 8.2. Перечень программного обеспечения

В таблице 13 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ)

**Таблица 13. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

| № | Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы | Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета) |
|---|---|---|
| 1 | База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ | https://www.gost.ru/portal/gost //home/standarts |
| 5 | Справочная правовая система «КонсультантПлюс» | доступ из локальной сети |
| 6 | Информационно-справочная система «Техксперт» | доступ из локальной сети |

Также, для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Организация и проведение научных исследований» может быть использовано программное обеспечение, представленное в таблице 15

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 14 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: https://www.nntu.ru/sveden/accenv/.

**Таблица 14. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

| № п/п | Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ | Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования |
|---|---|---|
| 1 | ЭБС «Консультант студента» | Озвучка книг и увеличение шрифта |
| 2 | ЭБС «Лань» | Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации |
| 3 | ЭБС «Юрайт» | Версия для слабовидящих |

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Организация теплофизического эксперимента» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 15.

**Таблица 15. Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

| № п/п | Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|---|
| 1 | 5236<br>Учебные аудитория для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Рабочее место студента – 50<br>Доска меловая.<br>Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb;<br>Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EB-X500;<br>Экран. | Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)<br>Dr.Web 2026 SRBK-Z197-67LX-4N3W, до 02.06.2027<br>MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic<br>Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Прориетарное ПО)<br>7-zip (Свободное ПО, GNU LGPL) |

| № п/п | Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|---|
| | | | OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. (свободное ПО)<br>Google Chrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО) |
| 2 | 5230<br>Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий | Рабочее место студента – 20<br>Доска меловая | |

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

– виды аудиторной работы;

–формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенции ПК-2.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

– работа на лекциях;

– выполнение практических заданий;

– работа на семинарах и коллоквиуме.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

– лекции;

– практические занятия (семинары, коллоквиум, работа в малых группах);

- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

– конспекты;

– рабочие материалы;

– доклады на семинарах, тезисы выступлений.

Уровень развития компетенции ПК-2 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);

-по результатам выполнения заданий на практических занятиях и коллоквиуме (уметь, владеть);

– при обсуждении докладов и выступлений на семинарах (знать, уметь).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;

- на семинарских занятиях - семинары – диалоги;

- на практических занятиях – работа в малых группах, коллоквиумы.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

**11.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции обеспечивают, прежде всего, формирование компонента «знать» компетенции ПК-2. Структура содержания лекций предусматривает введение, основную часть и заключение. Во введении раскрывается роль, значимость, состояние развития дисциплины для отрасли науки, техники, технологий. В заключении освещаются с достаточной полнотой основные направления развития содержания дисциплины. Объемы теоретического материала, изучаемого на лекциях еженедельно, обеспечивают выполнение запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов. Проблемная лекция определяется постановкой вопросов или задач, моделирующих проблемную, «напряженную» ситуацию, разрешение которой происходит непосредственно («на глазах») в ходе изложения темы на основе вовлечения студентов в диалогические формы коммуникации, активизирующие познавательную деятельность.

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к семинарам, практическим занятиям, коллоквиуму и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

В начале каждого лекционного занятия отводится время на повторение основных моментов предыдущей лекции и ответов на вопросы, возникшие в результате самостоятельной проработки лекционного материала.

В конце каждой лекции также отводится дополнительное время для ответа на вопросы, возникающие у студентов в процессе прослушивания лекции.

Данная стратегия ведения лекций позволяет устранить пробелы в понимании, возникающие на разных этапах восприятия лекционного материала.

Для более глубокого понимания теории в конце каждой лекции студентам предлагаются ссылки на литературу или электронные ресурсы, дающие более детальное описание рассматриваемых проблем.

**11.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала и как форма групповых практических занятий применяются для коллективной проработки (изучения) тем, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки, и при этом являющихся наиболее трудными для индивидуального понимания и усвоения. Семинар включает:

- краткое вступительное слово преподавателя (2–3 минуты), в котором определяются целенаправленность всего занятия, его актуальность, узловые проблемы, связь с предшествующей темой, целевая установка;
- обсуждение вопросов семинара, в том числе: выступления по основному вопросу; вопросы к выступающему; анализ теоретических и методических достоинств и недостатков выступления, дополнения и замечания по нему; заключительное слово основного выступающего в связи с замечаниями и дополнениями со стороны студентов;
- заключительное слово преподавателя (подведение итогов, краткая оценка уровня обсуждения вопросов в целом, сильные и слабые стороны выступлений).

Успех семинара зависит от качества подготовки к нему как со стороны преподавателя, так и со стороны студентов. Основным методическим документом при подготовке студентов к данному семинару является его план, разработанный преподавателем.

**11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы,

представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 13). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

**11.5. Рекомендации по подготовке к экзамену**

Формой промежуточного контроля успеваемости студента является экзамен. Сдача экзамена является ответственным этапом учебного процесса.

Бесспорным фактором успешного завершения очередного модуля является кропотливая, систематическая работа студента в течение всего модуля.

К экзамену допускаются студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию, выполнившие тесты.

В этом случае подготовка к экзамену будет являться концентрированной систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

В начале модуля рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену, а также использовать в процессе обучения программу, учебно-методический комплекс, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине.

Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

а) уточняющих вопросов преподавателю;

б) подготовки рефератов (сообщений) по отдельным темам, наиболее заинтересовавшие студента;

в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;

г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

Кроме того, наличие перечня вопросов в период обучения позволит выбрать из предложенных преподавателем учебников наиболее оптимальный для каждого студента, с точки зрения его индивидуального восприятия материала, уровня сложности и стилистики изложения.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к зачёту (экзамену), а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

Для систематизации знаний и понимания логики изучения предмета в процессе обучения рекомендуется пользоваться программой курса, включающей в себя разделы, темы и вопросы, определяющие стандарт знаний по каждой теме.

При подготовке к экзамену конструктивным является коллективное обсуждение выносимых на экзамен вопросов с сокурсниками, что позволяет повысить степень систематизации и углубления знаний.

Перед консультацией по предмету следует составить список вопросов, требующих дополнительного разъяснения преподавателем.

**11.6 Работа с библиотечным фондом**

Важным аспектом самостоятельной подготовки студентов является работа с библиотечным фондом.

Эта работа многоаспектна и предполагает различные варианты повышения профессионального уровня студентов, в том числе:

а) получение книг для подробного изучения в течение семестра на абонементе;

б) изучение книг, журналов, газет - в читальном зале;

в) возможность поиска необходимого материала посредством электронного каталога;

г) получение необходимых сведений об источниках информации у сотрудников библиотеки.

При подготовке докладов, рефератов и иных форм итогов работы студентов, представляемых ими на практических занятиях, важным является формирование библиографии по

изучаемой тематике. При этом рекомендуется использовать несколько категорий источников информации: учебные пособия для вузов, монографии, периодические издания, переводные издания, а также труды зарубежных авторов в оригинале.

Весь собранный материал следует систематизировать, выявить ключевые вопросы изучаемой тематики и осуществить сравнительный анализ мнений различных авторов по существу этих вопросов.

Конструктивным в этой работе является выработка умения обобщать большой объем материала, делать выводы. Весьма позитивным при этом также следует считать попытку студента выработать собственную точку зрения по исследуемой проблематике.

**11.7 Работа с интернет-ресурсами**

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

Поиск и отбор информации рекомендуется вести с применением указанной в настоящем пособии литературы.

Используемые материалы студенты могут найти в Научно-технической библиотеке НГТУ, а также в читальном зале ИЯЭиТФ.

Выполнение рекомендаций, изложенных в данных методических разработках, обеспечит эффективность изучения темы занятия и существенно облегчит подготовку к экзамену.

Поскольку темы аудиторных занятий охватывают лишь отдельные аспекты курса, часть материала изучается на лекции и в процессе самостоятельной работы согласно Методическим материалам по обеспечению образовательного процесса НГТУ.

Работа на практическом занятии не освобождает студента от необходимости посещать лекции и работать самостоятельно.

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 12.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля

#### 12.1.1 Примерная тематика рефератов

1. Полевые методы измерения температуры в теплофизическом эксперименте. Тепловизор.
2. PIV – метод измерения скорости потока в теплофизическом эксперименте. Преимущества, недостатки метода. Особенности применения.
3. Спектрально-корреляционный анализ и его применение при проведении исследований элементов теплообменного оборудования ЯЭУ.
4. Применение технологии нейронных сетей при проведении теплофизического эксперимента и анализе его результатов.
5. Применение технологии машинного зрения при проведении теплофизического эксперимента.
6. Расчетные исследования процессов смешения рабочих сред с различной температурой в тройниковых соединениях применительно к элементам ЯЭУ с применением CFD – кодов.
7. Определение гидродинамических характеристик потока вязкой несжимаемой жидкости визуальными методами.
8. Визуальные методы исследования структуры неизотермических течений применительно к ЯЭУ.
9. Пневмометрический метод и приборы измерения скорости однофазного потока применительно к оборудованию ЯЭУ.
10. Проведение теплофизических экспериментальных исследований в вопросе обращения с ОЯТ и его захоронения.
11. Экспериментальное исследование массообмена и поля концентраций применительно к оборудованию ЯЭУ. Сетчатые датчики.
12. Экспериментальное исследование естественно- конвективных течений однофазного теплоносителя, применительно к оборудованию ЯЭУ.

13. Экспериментальное исследование долговечности элементов ЯЭУ при термической усталости.

14. Экспериментальное исследование двухфазных потоков применительно к ЯЭУ. Методы измерения основных теплофизических параметров в многофазных потоках применительно к ЯЭУ.

15. Распределения случайной величины. Виды распределений в теплофизическом эксперименте. Проверка статистических гипотез применительно к теплофизическим исследованиям.

Реферат, представляет собой цельный, связный текст, изложенный не менее чем на 15 стр. формата А4, 12 кеглем с полуторным интервалом. Информация, используемая при подготовке индивидуальных заданий, должна быть достоверной, изложена грамотным техническим языком. Источники информации – рецензируемые российские и международные научные издания. Количество ссылочных источников не менее 10. По результатам подготовки реферата выполняется презентация в PowerPoint или иной схожей программе.

**12.1.2 Тесты в системе дистанционного обучения НГТУ eLearning для текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся.**

С целью осуществления текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся в системе дистанционного обучения НГТУ eLearning разработаны 200 тестовых заданий по разделам изучаемой дисциплины. Наборы тестовых заданий формируются индивидуально по 40 вопросов. Время, отводимое на выполнение заданий, составляет 30 минут.

**Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям:**

1. Что следует относить к задачам проведения экспериментальных исследований?
2. Что следует отнести к основным целям организации и планирования экспериментальных исследований?
3. Что следует относить к основным этапам конструирования оборудования АЭС?
4. Что относится к стадии конструирования оборудования АЭС?
5. К какой стадии разработки конструкторской документации относится разработка эксплуатационной документации?
6. Что является эксплуатационным документом, не содержащим сведений о гарантии изготовителя?
7. Что относится к числу обязательных к разработке эксплуатационных документов?
8. Как называется документ, содержащий номенклатуру, назначение, количество и места укладки запасных частей, инструментов, принадлежностей и материалов, расходуемых за срок службы изделия
9. Какой документ содержит эконмическое обоснование разработки экспериментальной модели?
10. Какой этап разработки конструкторской документации содержит принципиальные конструкторские решения дающие общие представления об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия?
11. Какой этап разработки конструкторской документации содержит окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разработанного изделия и исходные данные для разработки рабочей документации?
12. Какой этап создания оборудования АЭС и ТЭС включает разработку
13. Какой этап разработки конструкторской документации включает разработку расчетно-конструкторской документации на испытательный стенд?
14. Какие испытания проводятся с целью оценки готовности опытного образца к приемочным испытаниям?
15. Какие испытания проводятся с целью принятия решения о возможности промышленного производства изделия?
16. Какие испытания проводятся с целью оценки всех определяющих техническим заданием характеристик изделия, проверки и подтверждения соответствия опытного образца требованиям ТЗ в условиях максимально приближенных к условиям реальной эксплуатации?
17. Какие стадии разработки изделия предусматривают проведение экспериментальных исследований?

18. Какая стадия разработки изделия является наиболее насыщенной с точки зрения проведение экспериментальных исследований?
19. Какая стадия разработки изделия не предусматривает проведение экспериментальных исследований?
20. На какой стадии разработки изделия формируется предварительный перечень научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ?
21. На какой стадии разработки изделия проводится техническое обоснование безопасности?
22. На какой стадии разработки изделия проводятся квалификационные испытания?
23. Что называют контрольными испытаниями установочной серии или первой промышленной партии, проводимыми с целью оценки готовности предприятия к выпуску продукции данного типа в заданном объеме?
24. На какой стадии разработки изделия проводятся периодические испытания?
25. Что называют контрольными испытаниями выпускаемой продукции, проводимыми в объемах и в сроки, установленные нормативно-технической документацией, с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска?
26. Целью каких испытаний является подтверждение стабильности качества изготовления продукции во времени?
27. На какой стадии «жизненного цикла» изделия проводятся испытания посвященные оптимизации конструкторских решений?
28. На какой стадии разработки изделия проводятся испытания посвященные оценки остаточного ресурса, а также определению фактических характеристик оборудования?
29. Какие экспериментальные исследования проводятся для проверки гипотез?
30. На каком этапе организации эксперимента осуществляется обоснование представительности испытаний?
31. Какая стадия постановки задачи организации эксперимента позволяет ответить на вопрос: «что нужно делать?»
32. Какая стадия постановки задачи организации эксперимента позволяет ответить на вопрос: «как нужно делать?»
33. Что называют конструкторским документом, включающим в себя перечень измеряемых параметров, диапазоны и погрешности измерений, номенклатуру средств измерения, условия работы первичных датчиков, требования к динамическим характеристикам преобразователей, признак параметра, а также фактическую погрешность средств измерений?
34. Что включает в себя таблица измеряемых параметров?
35. Что является конструкторским документом, содержащим основные требования к разрабатываемому изделию, научно – исследовательской или опытно-конструкторской работе?
36. Что является документом, входящим в комплект конструкторской документации, составляемой на изделие на стадии разработки, устанавливающим порядок испытаний и способы контроля их результатов?
37. Что называют детальным описанием объема испытаний, представляющим собой перечень основных параметров, режимов испытаний и их характеристик называется?
38. Как классифицируют измерения по характеру зависимости измеряемой величины от времени?
39. Как классифицируют измерения по способу выражения результата измерения?
40. Как классифицируют измерения по способу получения результатов измерения?
41. Что называют сходимостью измерений?
48. Что называют воспроизводимостью измерений?
49. Что такое методика измерений?
50. Что является отклонением результата измерения от истинного значения измеряемой величины?
51. Что называют измерительным преобразователем?
52. Что включает в себя процедура измерения физической величины?
53. Как классифицируют погрешности измерения?
54 Что называют грубой погрешностью, связанной с ошибками оператора или неучтенными внешними воздействиями?

58. Что может являться нормирующим значением приведенной погрешности?
59. Что называют пределом допускаемой основной погрешности?
60. От каких параметров зависит характеристика емкостных преобразователей давления?
61. На чем основан принцип действия тензорезисторных преобразователей давления ?
62. Что является основным недостатком фольговых тензопреобразователей?
63. Применение каких термометрических средств предпочтительно при проведении верификационных экспериментов, направленных на получение статистических и спектрально-корреляционных характеристик температурного поля в потоке однофазного теплоносителя вблизи теплообменной стенки в условиях низкого градиента температуры и низкого давлениях рабочей среды?
64. Применение каких термометрических средств предпочтительно при проведении верификационных экспериментов, направленных на получение статистических и спектрально-корреляционных характеристик температурного поля в потоке однофазного теплоносителя вблизи теплообменной стенки в условиях высокого градиента температуры и высокого давления рабочей среды?
65. Нормированная статическая характеристика термопары какого типа имеет наибольший уклон?
66. Термоэлектрические преобразователи какого типа исполнения рационально применить если необходимо осуществлять контроль температуры в одной точке испытательного стенда, но с различной частотой опроса, при условии необходимости доставки сигнала к разным вторичным преобразователям?
67. Какой способ заделки термопары на теплообменную поверхность является предпочтительным при проведении исследования термопульсаций в материале теплообменных стенок?
68. Каким способом рационально диагностировать корректность заделки большого количества термоэлектрических преобразователей на теплообменной поверхности экспериментальной модели?
69. Какое изменение претерпит шкала показывающего измерительного прибора при измерении уровня жидкости в сосуде с помощью измерительного преобразователя дифференциального давления?
70. Какую поправку необходимо учитывать при измерении миливольтового сигнала генерируемого термоэлектрическими преобразователями?
71. Какую поправку необходимо учитывать при измерении температуры термопреобразователями сопротивления?
72. Какую поправку необходимо учитывать при измерении миливольтового сигнала генерируемого термоэлектрическими преобразователями при условии термостатирования «холодного» спая при 0 °С?
73. Какую поправку в показания датчика дифференциального давления необходимо внести при измерении перепада давления однородной несжимаемой жидкости в вертикальном канале со значительным изменением температуры по ходу ее движения снизу вверх?
74. Что включает комплектация расходомера переменного перепада давления?
75. По какой формуле следует рассчитывать массовый расход применяя расходомеры переменного перепада давления?
76. Каким соотношением связаны объемный расход и ЭДС, генерируемая в электромагнитном расходомере, при условии применения переменного магнитного поля?
77. Расходомер какого типа предпочтителен для измерения малых расходов однофазных несжимаемых жидкостей с высокой температурой и давлением?
78. Применение расходомера какого типа затруднительно в дистиллированной и химически обессоленной воде?
79. Возможно ли производить измерение уровня в резервуаре при помощи датчика избыточного давления?
80. Какие датчики давления следует применить для измерения уровня в закрытом резервуаре без уравнительного сосуда?

81. Какие датчики давления следует применить для измерения уровня в закрытом резервуаре с уравнительным сосудом?
82. Что называют совокупностью подходов, способов и приемов проведения научных исследований?
83. Что включает в себя обоснования представительности испытаний?
84. Каким принципом обоснования представительности испытаний необходимо руководствоваться при проведении верификационных исследований?
85. Каким принципом обоснования представительности испытаний необходимо руководствоваться при проведении подтверждающего эксперимента на модели, обладающей ухудшенными характеристиками по сравнению с натурным изделием?
86. Какой принцип обоснования представительности испытаний не получил широкого распространения вследствие высоких материальных и временных затрат на изготовление экспериментальной модели и низкой точности получаемых результатов?
87. Как называется совокупность выборочных функций, определяющая случайный процесс?
88. Что относится к основным требованиям к стационарности теплофизического режима?
89. Что является необходимым условием поддержания устойчивого изотермического режима в экспериментальной установке (имеющей в составе замкнутые контуры теплоносителя и охладителя, насос, нагреватель, охладитель и пр.)?
90. Какие теплофизические параметры необходимо измерить для экспериментального определения коэффициента теплопередачи?
91. Какие теплофизические параметры необходимо измерить для экспериментального определения коэффициента теплопередачи методом теплового потока?
92. Каким способом следует повысить точность экспериментального определения коэффициента теплоотдачи методом теплового потока при неравномерном распределении температуры по высоте теплообменного канала?
93. Какое минимальное количество теплофизических параметров необходимо измерить для экспериментального определения среднего коэффициента теплоотдачи методом теплообменника?
94. Какие мероприятия предусмотрены для обеспечения чистоты поверхностей испытуемого теплообменного оборудования?
95. Какие требования предъявляют к испытательному оборудованию для обеспечения чистоты сред заполнения и теплообменных поверхностей?
96. Что такое математическое ожидание?
97. Как следует вычислять суммарную погрешность, обусловленную погрешностью средств измерения и случайной составляющей погрешности?
98. Как оценить качество теплофизического режима?
99. Какое выражение соответствует определению термина коррозия?
100. Для защиты металла от чего предназначена пассивация?
101. Что называют совокупностью всех возможных результатов наблюдений случайной величины, которые могут быть приведены при данных условиях?
102. Что называют выборкой случайной величины?
103. Что называют выборкой, полученной в результате расположения в порядке возрастания исходной последовательности независимых одинаково распределённых случайных величин?
104. Какие значения может принимать интегральная функция распределения случайной величины?
105. Что является статистическим аналогом среднего значения является
106. Что является статистическим аналогом среднеквадратического отклонения?
107. Что характеризует дисперсия?
108. В чем состоит метод наименьших квадратов (МНК)?
109. Какие условия необходимо проверить при оценке расхождения между эмпирическим и теоретическим распределениями при проверке гипотезы с применением критерия Пирсона (возможно несколько правильных вариантов ответов)?
110. Какой критерий гидродинамического подобия рационально применить для моделирования напорного движения в каналах и трубопроводах

111. Какой критерий гидродинамического подобия рационально применить для моделирования безнапорного движения в каналах под действием

112. Какой критерий гидродинамического подобия рационально применить для моделирования свободно конвективных и свободно-вынужденных течений в каналах и сосудах?

113. Что принимают в качестве модельной среды при моделировании процессов гидродинамики в потоке натриевого теплоносителя?

114. Какими преимуществами обладает расчетно-экспериментальный подход с применением трехмерных теплогидравлических расчетных кодов по отношению к натурным испытаниям?

115. Для чего применяют спектрально корреляционный анализ в теплофизическом эксперименте?

116. Что называют автокорреляционной функцией от случайного дискретного сигнала?

117. Какую характеристику температурных пульсаций позволительно не анализировать в ходе проведения экспериментальных исследований теплоотдачи?

118. Какой физический смысл имеет площадь под графиком на энергетическом спектре сигнала?

119. Какой набор статистических и спектрально-корреляционных параметров, как правило, дает полное представление о случайной пульсационной составляющей исследуемого теплофизического процесса?

120. Какой критерий теплового подобия характеризует интенсивность конвективного теплообмена между поверхностью тела и потоком газа или жидкости?

121. Какой критерий теплового подобия определяет соотношение вкладов теплопроводности и времени в процесс теплопереноса?

122. Какой критерий теплового подобия характеризует меру соотношения конвекции и теплопроводности?

123. Какой критерий теплового подобия характеризует меру соотношения толщин гидродинамического ламинарного и теплового слоев?

**12.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации.**

**12.2.1. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой) (ПК-2: ИПК-2.2)**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится путем устного собеседования на экзамене по следующим вопросам:

1. Цели и задачи экспериментальных исследований. Основные стадии создания оборудования для АЭС
2. Стадии создания оборудования для АЭС с точки зрения проведения экспериментальных исследований.
3. Классификация теплофизического эксперимента
4. Основные этапы планирования и выполнения эксперимента
5. Техническое задание. Основные разделы ТЗ
6. Программа испытаний. Содержание программы испытаний
7. Принципы обоснования представительности испытаний
8. Критерии оценки качества теплофизического эксперимента
9. Экспериментальное определение эффективности ТМО. Определение коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи.
10. Методика испытаний. Содержание методики испытаний
11. Обеспечения чистоты сред и поверхностей испытуемого оборудования при теплофизическом эксперименте. Определение критического диаметра тепловой изоляции.
12. Основные понятия и элементы теории вероятности и математической статистики. Интегральная и дифференциальная функции распределения
13. Основные понятия и элементы теории вероятности и математической статистики. Распределения случайной величины. Виды распределений в теплофизическом эксперименте. Проверка статистических гипотез

14. Теория гидродинамического подобия. Основные критерии подобия и их физический смысл.

15. Основные теплофизические величины и методы их измерения.

16. Методы измерения температуры. Методы измерения давления.

17. Методы измерения перепада давления и расхода.

18. Полевые методы измерения температуры в теплофизическом эксперименте. Тепловизор

19. PIV – метод измерения скорости потока в теплофизическом эксперименте. Преимущества, недостатки метода. Особенности применения

20. Визуальные методы исследования структуры неизотермических течений применительно к ЯЭУ

21. Экспериментальное исследование массообмена и поля концентраций применительно к оборудованию ЯЭУ. Сетчатые датчики

22. Экспериментальное исследование долговечности элементов ЯЭУ при термической усталости

23. Спектрально-корреляционный анализ и его применение в теплофизическом эксперименте. Порядок расчета автокорреляционной функции и спектральной плотности мощности сигнала. Полиспектральный анализ.

24. Погрешность экспериментальных исследований. Классификация погрешностей.