

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

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики  
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ  
\_\_\_\_\_ А.Е. Хробостов  
«15» июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.7 «Надежность и долговечность элементов энергооборудования»**  
**для подготовки специалистов**

Специальность: 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг"

Специализация: "Проектирование и эксплуатация атомных станций"

Форма обучения: \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_ 2021 \_\_\_\_\_

Выпускающая кафедра: \_\_\_\_\_ АТС \_\_\_\_\_

Кафедра-разработчик: \_\_\_\_\_ АТС \_\_\_\_\_

Объем дисциплины: \_\_\_\_\_ 108/3 \_\_\_\_\_  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: \_\_\_\_\_ Зачет \_\_\_\_\_

Разработчик(и): \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор кафедры «АТС» \_\_\_\_\_ Пичков С.Н.  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2021 год

Рецензент: Мельников В.И., д.т.н., профессор  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг", утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 № 154 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол от «15» июня 2021 г. № 7).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от «02» июня 2021 г. № 4).

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

\_\_\_\_\_  
(подпись) С.М. Дмитриев

Рабочая программа рекомендована советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от «10» июня 2021 г. № 3).

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

\_\_\_\_\_  
(подпись) А.Е. Хробостов

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.05.02-а-49  
Начальник методического отдела УМУ

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Кабанина Н.И

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Цели и задачи освоения дисциплины .....                                                                                | 4  |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....                                                           | 4  |
| 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....                                           | 4  |
| 4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с<br>планируемыми результатами освоения оп ..... | 6  |
| 5. Структура и содержание дисциплины .....                                                                                | 8  |
| 6. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины .....                                         | 10 |
| 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....                                                                       | 14 |
| 8. Информационное обеспечение дисциплины .....                                                                            | 17 |
| 9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз .....                                                                | 18 |
| 10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления<br>образовательного процесса по дисциплине .....   | 18 |
| 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....                                                    | 19 |
| 12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....                                                             | 22 |

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Получение студентами теоретических и практических знаний о расчетных (выбор основных размеров, проверочный расчет) и экспериментальных методах определения деформаций и напряжений в оборудовании АЭС, ТЭС и ядерных энергетических установок.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» включена в перечень обязательных дисциплин вариативной части и направлена на углубление уровня и завершение освоения компетенций ПКС-4, 7. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина являются: «Техническая термодинамика», «Материаловедение», «Механика», «Теоретическая механика». В свою очередь, сведения, полученные при изучении дисциплины, используются при курсовом и дипломном проектировании.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» у обучающегося частично формируется компетенции ПКС-4, 7 полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ПКС-2,5

| Код компетенции | Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно                | Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками |        |        |        |        |        |         |         |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
|                 |                                                                          | 4 сем.                                                      | 5 сем. | 6 сем. | 7 сем. | 8 сем. | 9 сем. | 10 сем. | 11 сем. |
| ПКС-4           | Циркуляционные насосы для электрических станций                          |                                                             |        | ●      |        |        |        |         |         |
|                 | Парогенераторы АЭС                                                       |                                                             |        |        | ●      | ●      |        |         |         |
|                 | Ядерные энергетические реакторы                                          |                                                             |        |        | ●      | ●      |        |         |         |
|                 | Надежность и долговечность элементов энергооборудования                  |                                                             |        |        |        | ●      |        |         |         |
|                 | Турбомашины электрических станций                                        |                                                             |        |        |        | ●      | ●      |         |         |
|                 | Инжиниринг в атомной энергетике                                          |                                                             |        |        |        |        | ●      |         |         |
|                 | Проектная практика                                                       |                                                             |        | ●      |        | ●      |        |         | ●       |
|                 | Преддипломная практика                                                   |                                                             |        |        |        |        |        |         | ●       |
|                 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |                                                             |        |        |        |        |        |         | ●       |
| ПКС-7           | Механика жидкости и газа                                                 | ●                                                           |        |        |        |        |        |         |         |
|                 | Техническая термодинамика                                                | ●                                                           |        |        |        |        |        |         |         |
|                 | Механика                                                                 |                                                             | ●      |        |        |        |        |         |         |

|                                                                          |  |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|
| Атомные электрические станции                                            |  | • | • |   |   |   |   |   |
| Водоподготовка                                                           |  |   |   | • |   |   |   |   |
| Материаловедение                                                         |  |   |   | • |   |   |   |   |
| Технология конструкционных материалов                                    |  |   |   | • |   |   |   |   |
| Физика ядерных реакторов                                                 |  |   |   | • | • |   |   |   |
| Ядерные энергетические реакторы                                          |  |   |   | • | • |   |   |   |
| Защита от ионизирующего излучения                                        |  |   |   |   | • |   |   |   |
| Организация радиационной безопасности на АЭС                             |  |   |   |   | • |   |   |   |
| Надежность и долговечность элементов энергооборудования                  |  |   |   |   | • |   |   |   |
| Инжиниринг в атомной энергетике                                          |  |   |   |   |   | • |   |   |
| Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС   |  |   |   |   |   | • |   |   |
| Принципы обеспечения безопасности АЭС                                    |  |   |   |   |   | • |   |   |
| Режимы работы атомных и тепловых электрических станций                   |  |   |   |   |   |   | • |   |
| Преддипломная практика                                                   |  |   |   |   |   |   |   | • |
| Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |  |   |   |   |   |   |   | • |

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

Профессиональная компетенция ПКС-4, 7 формируется с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций 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                                                                    |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Знать                                                                                                                                                                           | Уметь                                                                                                                                                                                         | Владеть                                                                                                                 | Текущего контроля                                                                     | Промежуточной аттестации      |
| <b>ПКС-4</b><br>Готов к разработке технических заданий, проектной и конструкторской документации на создаваемое технологическое оборудование, приборы, электронную аппаратуру и программно-технические средства систем контроля и управления, включая средства радиационного контроля АЭС, в соответствии с требованиями нормативных документов | <b>ИПКС-4.2</b><br>Разрабатывает технические задания, проектную и конструкторскую документацию на создаваемое технологическое оборудование, приборы, электронную аппаратуру и программно-технические средства систем контроля и управления, включая средства радиационного контроля АЭС. | состав основного оборудования АЭС и методы его диагностирования.                                                                                                                | рассчитывать на прочность узлы оборудования электростанций и ядерных энергетических установок.                                                                                                | навыками использования методов прогнозирования надежности и ресурса инженерных объектов и элементов энергооборудования. | Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2 из таблицы 8) | Перечень контрольных вопросов |
| <b>ПКС-7</b><br>Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, материаловедения, водоподготовки и                                                                                                                                                         | <b>ИПКС-7.1</b><br>В профессиональной деятельности применяет знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, материаловедения, водоподготовки и организации безопасного                                                                                | - основные понятия о деформациях, напряжениях, их классификацию для энергооборудования;<br>- конструкционные материалы и сплавы, используемые при создании энергооборудования и | - применять формулы расчета прочности, а именно: для цилиндрических, конических обечаек, штуцеров, труб, колен, крышек, фланцев, крепежных деталей и др.<br>- проводить расчет конструкций на | навыками расчета поврежденности материала корпусных конструкций при заданной модели эксплуатации.                       | Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2 из таблицы 8) | Перечень контрольных вопросов |

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                           | Планируемые результаты обучения по дисциплине                        |                                                                                                          |         | Оценочные средства |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                | Знать                                                                | Уметь                                                                                                    | Владеть | Текущего контроля  | Промежуточной аттестации |
| организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, выполнять расчёты нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки с использованием современных методик и пакетов прикладных компьютерных программ | технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС. | их особенности;<br>- основы современного физического металловедения. | вибропрочность, устойчивость;<br>- оценивать накопленную повреждаемость при циклических нагрузках и т.д. |         |                    |                          |

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/02.7 «Руководство инженерно-физическим сопровождением эксплуатации активной зоны реакторной установки», ТФ В/03.7 «Руководство эксплуатацией систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), впоследствии у студента формируется способность решать следующие профессиональные задачи:

- Разработка проектов элементов оборудования, технологических систем, систем контроля и управления в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, использование в разработке технических проектов новых информационных технологий
- Участие в проектировании основного оборудования АС и других ЯЭУ с учетом экологических требований и требований безопасной работы
- Составление тепловых схем и математических моделей процессов и аппаратов преобразования ядерной энергии топлива в тепловую и электрическую энергию

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.) или 108 академических часа, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 55 часа, самостоятельная работа обучающихся - 53 часов (таблица 3).

**Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

| Вид учебной работы                                                                                                          | Трудоёмкость, ч/з.е.                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                                                                                             | 8 семестр                                        |
| Формат изучения дисциплины                                                                                                  | с использованием элементов электронного обучения |
| Общая трудоёмкость, ч/з.е.                                                                                                  | 108/3                                            |
| 1. Контактная работа:                                                                                                       | 55                                               |
| 1.1. Аудиторная работа, в том числе:                                                                                        | 51                                               |
| Занятия лекционного типа (Л)                                                                                                | 34                                               |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                                   | 17                                               |
| 1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:                                                                                     | 4                                                |
| Консультации по дисциплине                                                                                                  | 4                                                |
| 2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:                                                                           | 53                                               |
| Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы) | 23                                               |
| Подготовка к практическим занятиям, коллоквиуму                                                                             | 22                                               |
| Подготовка к зачету                                                                                                         | 8                                                |

## 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<br>(контролируемы<br>е) результаты<br>освоения<br>и индикаторы<br>достижения<br>компетенций | Наименование разделов и тем                                                                                                                                          | Виды учебной работы, ч |                         |                               |                                     | Вид СРС            | Наименование<br>используемых<br>активных и<br>интерактивных<br>образовательн<br>ых<br>технологий | Реализация<br>в рамках<br>практической<br>подготовки<br>(трудоемкость в<br>часах) | Наименован<br>ие<br>разработанн<br>ого<br>электронног<br>о курса<br>(трудоемкост<br>ь в часах) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                      | Контактная работа      |                         |                               | Самостоятельная<br>работа студентов |                    |                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                      | Лекции                 | Практические<br>занятия | Консультации<br>по дисциплине |                                     |                    |                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                |
| 8 семестр                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                        |                         |                               |                                     |                    |                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                |
| ПКС-4<br>ИПКС-4.2<br><br>ПКС-7<br>ИПКС-7.1                                                              | Раздел 1. Вводно ознакомительная часть                                                                                                                               | 2                      | 1                       | -                             | 4                                   | п. 1 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 2. Прочность и ее место в проектировании энергооборудования                                                                                                   | 3                      | 2                       | -                             | 5                                   | п. 2 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 3. Основные понятия о напряженно-деформированном состоянии                                                                                                    | 3                      | 2                       | -                             | 6                                   | п. 1,2 табл. 9 РПД | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 4. Экспериментальные методы определения механических характеристик конструкционных материалов, используемые при проектировании энергооборудования             | 4                      | 2                       | 1                             | 7                                   | п. 1,2 табл. 9 РПД | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 5. Условия прочности                                                                                                                                          | 4                      | 2                       | 1                             | 6                                   | п. 3 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 6. Экспериментальные методы исследования напряженно-деформированного состояния узлов энергооборудования при статических, динамических и циклических нагрузках | 4                      | 2                       | 1                             | 7                                   | п. 1-3 табл. 9 РПД | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 7. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭС                                                                                                | 4                      | 2                       | 1                             | 6                                   | п. 1 табл. 10 РПД  | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 8. Новые методы и критерии обеспечения безопасности сложных технических систем                                                                                | 3                      | 1                       | -                             | 4                                   | п. 1,2 табл. 9 РПД | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 9. Проблемы прочности, надежности и долговечности при проектировании энергооборудования                                                                       | 4                      | 2                       |                               | 6                                   | п. 3 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 10. Техническая диагностика                                                                                                                                   | 3                      | 1                       |                               | 2                                   | п. 1 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | ИТОГО                                                                                                                                                                | 34                     | 17                      | 4                             | 53                                  |                    |                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                |

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

### 6.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

**Таблица 5 – Перечень контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости**

| Номер темы   |                      | Перечень контрольных вопросов и заданий                                                                                                                                                                                |
|--------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| цикла лекций | практических занятий |                                                                                                                                                                                                                        |
| 8 семестр    |                      |                                                                                                                                                                                                                        |
| 1            | 1                    | Перечень проблем, решаемых при изучении. Обоснование полезности. Место в инженерной подготовке;                                                                                                                        |
| 2            | 2                    | Нагрузки, воздействующие на энергооборудование в процессе эксплуатации. Роль прочностных работ при проектировании энергооборудования.                                                                                  |
| 3            | 3                    | Напряжения и деформации (растяжение, сжатие, изгиб, кручение, сдвиг) возникающие в элементах энергооборудования. Закон Гука, коэффициент Пуассона, модуль упругости.                                                   |
| 4            | 4                    | Механические характеристики сталей и сплавов при статических, динамических и циклических нагрузках. Диаграммы пластичности, хрупко-вязкий переход.                                                                     |
| 5            | 5                    | Теории прочности. Допускаемые напряжения.                                                                                                                                                                              |
| 6            | 6                    | Метод тензометрии, термометрии. Теория подобия и моделирования.                                                                                                                                                        |
| 7            | 7                    | Область распространения Норм. Принципы, положенные в основу Норм. Основные определения. Расчет ресурсных параметров.                                                                                                   |
| 8            | 8                    | Новые технологии и конструктивные решения, направленные на безопасную эксплуатацию и повышение ресурсных параметров. Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушений сложных технических систем. |
| 9            | 9                    | Термоциклическая прочность. Нерешенные задачи прочности энергооборудования.                                                                                                                                            |
| 10           | 10                   | Типовая структура диагностического комплекса. Физические принципы, заложенные в измерительные системы диагностики.                                                                                                     |

**Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

| № п/п     | Контрольные вопросы для проведения зачета                                                                                            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 семестр |                                                                                                                                      |
| 1         | Показатели надежности.                                                                                                               |
| 2         | Статистические методы прогнозирования надежности и ресурса инженерных объектов энергооборудования.                                   |
| 3         | Методы прогнозирования надежности и ресурса элементов энергооборудования.                                                            |
| 4         | Что такое прочность? Её место в проектировании АЭУ. Конструктивные элементы (формы) используемые при создании АЭУ, дать определения. |
| 5         | Классификация нагрузок, воздействующих на оборудование АЭУ в процессе эксплуатации, привести примеры                                 |
| 6         | Напряжения и деформации (растяжение, сжатие, кручение, сдвиг).                                                                       |
| 7         | Диаграмма растяжения сталей перлитного класса, реперные точки на диаграмме, закон Гука.                                              |
| 8         | Диаграмма растяжения сталей аустенитного класса, реперные точки на диаграмме, закон Гука.                                            |
| 9         | Допускаемые напряжения в различных отраслях машиностроения, условия прочности.                                                       |
| 10        | Относительное изменение объема, коэффициент Пуассона для сталей, резин.                                                              |
| 11        | Формулы при определении продольного перемещения стержней при осевом нагружении.                                                      |
| 12        | Этапы расчета конструкций на прочность.                                                                                              |
| 13        | Определение расчетных толщин стенок цилиндрических и конических обечаек и выпуклых днищ.                                             |
| 14        | Коэффициенты снижения прочности и укрепление отверстий.                                                                              |
| 15        | Расчетные формулы для определения толщин плоских днищ и крышек.                                                                      |
| 16        | Расчетные формулы для определения толщин стенок колен.                                                                               |
| 17        | Выбор основных размеров фланцев.                                                                                                     |
| 18        | Определение усилий в шпильках.                                                                                                       |

| №<br>п/п | Контрольные вопросы для проведения зачета                                                                                                                                                          |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19       | Условие прочности при действии циклических нагрузок.                                                                                                                                               |
| 20       | Устойчивость цилиндрических оболочек (основные определения и расчетные формулы).                                                                                                                   |
| 21       | Нормы расчета на прочность (область их распространения и принципы, положенные в основу).                                                                                                           |
| 22       | Основные определения (расчетное давление, температура, гидравлическое испытание, затяг шпилек, пуск, стационарный режим, работа системы аварийной защиты, изменение мощности реактора, остановка). |
| 23       | Определение толщин цилиндрических обечаек сосудов, работающих под давлением.                                                                                                                       |
| 24       | Определение толщин стенок цилиндрических коллекторов.                                                                                                                                              |
| 25       | Допускаемое давление для цилиндрического коллектора, штуцера, трубы.                                                                                                                               |
| 26       | Потенциальная энергия упругой деформации при сложном напряженном состоянии.                                                                                                                        |
| 27       | Расчетные формулы определения напряжений в толстостенном цилиндре под действием внутреннего и наружного давления.                                                                                  |
| 28       | Толстостенный шар под действием давления (расчетные формулы).                                                                                                                                      |
| 29       | Напряжения толстостенных цилиндрах, соединенных посредством натяга при одинаковой длине сопрягаемых деталей.                                                                                       |
| 30       | Испытания на изгиб, кручение (основные определения и формулы).                                                                                                                                     |
| 31       | Испытания на длительную прочность (основные определения, типичная диаграмма).                                                                                                                      |
| 32       | Испытание на усталостное нагружение (основные определения и формулы).                                                                                                                              |
| 33       | Задачи, решаемые автоматизированной системой оперативной диагностики РУ.                                                                                                                           |
| 34       | Что должна обеспечивать автоматизированная система оперативной диагностики РУ?                                                                                                                     |
| 35       | Структура автоматизированной системы оперативной диагностики РУ.                                                                                                                                   |
| 36       | Критерии обеспечения вибропрочности.                                                                                                                                                               |
| 37       | Экспериментальные методы определения деформаций                                                                                                                                                    |
| 38       | Метод тензометрических моделей из низкомолекулярного материала (основные определения).                                                                                                             |
| 39       | Порядок расчета поврежденности материала корпусных конструкций при заданной модели эксплуатации.                                                                                                   |
| 40       | Неразрушающий контроль реакторного оборудования (основные определения, перечень и анализ методов).                                                                                                 |
| 41       | Критерии расчета конструкций с дефектами.                                                                                                                                                          |

## 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.nttu.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 установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 25 декабря 2014 года (СМК-ПВД-7.5-11.4-12-14).

Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).

В результате изучения дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенций ПКС-4, 7 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенций ПКС-4, 7 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

**Таблица 7 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний**

| Коды        |                                    | Виды и номера тем занятий | Критерии оценивания компетенций                                                                  | Показатели оценивания компетенций                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| компетенций | индикаторов достижения компетенций |                           |                                                                                                  | «Отлично»                                                                                                                                                                                                   | «Хорошо»                                                                                                                                                                                                                                             | «Удовлетворительно»                                                                                                                                                                                                               | «Неудовлетворительно»                                                                                                                                                                                                                               |
| ПКС-4       | ИПКС-4.2                           | Практические занятия      | <u>Критерий 1</u><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                               |
| ПКС-7       | ИПКС-7.1                           |                           | <u>Критерий 2</u><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. |

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) 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.

В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) во время последней учебной недели проводится зачет со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (лекций и практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (лекций и практических занятий), к зачету не допускаются и получают академическую задолженность 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.

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить зачет без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

Оценивание формируемых компетенций по зачету осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 8.

**Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации**

| Компетенции             | Уровень усвоения                                    | Описание шкалы оценивания на экзамене                        |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Зачет<br>ПКС-4<br>ПКС-7 | Высокий уровень «5»<br>(отлично)                    | В соответствии с критериями «Отлично» таблицы 8.             |
|                         | Средний уровень «4»<br>(хорошо)                     | В соответствии с критериями «Хорошо» таблицы 8.              |
|                         | Пороговый уровень<br>«3»<br>(удовлетворительно)     | В соответствии с критериями «Удовлетворительно» таблицы 8.   |
|                         | Минимальный уровень<br>«2»<br>(неудовлетворительно) | В соответствии с критериями «Неудовлетворительно» таблицы 8. |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными 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**

| № п/п                               | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)                                                                         | Количество экземпляров в библиотеке |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>1. Основная литература</b>       |                                                                                                                                                                                         |                                     |
| 1.                                  | Митенков Ф.М. Методы обоснования ресурса ядерных энергетических установок. М.:Машиностроение, 2007. Учебное пособие                                                                     | 4                                   |
| 2.                                  | Копьева О.С. Роль различных механизмов деформирования при оценке ресурса оборудования АЭС НГТУ, Н.Новгород, 2006 Учебное пособие                                                        | 16                                  |
| 3.                                  | Шишко В.Б. Надежность технологического оборудования М.: Изд. Дом МИС и С, 2012 Учебник, гриф УМО                                                                                        | 1                                   |
| 4.                                  | Бахметьев А.М. Основы безопасности ЯЭУ НГТУ, Н.Новгород, 2006 Учебное пособие                                                                                                           | 150                                 |
| 5.                                  | Бугаенко С.Е. Прочность и надежность конструкций АЭС при экстремальных воздействиях М.: Энергоатомиздат, 2005 Учебное пособие                                                           | 1                                   |
| <b>2. Дополнительная литература</b> |                                                                                                                                                                                         |                                     |
| 6.                                  | С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах. Учебник. – М.: Машиностроение, 2013. – 415 с.                                              | 90                                  |
| 7.                                  | А.В. Безносков, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков. Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике. Учебное пособие. – М.: ИздАт, 2007. - 434 с.                                 | 2                                   |
| 8.                                  | А.Я. Крамеров, Я.В. Шевелёв. Инженерные расчеты ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 736 с.                                                                                  | 4                                   |
| 9.                                  | Б.Г. Ганчев, Л.Л. Калишевский, Р.С. Демешев и др. Ядерные энергетические установки. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежала. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 629 с. | 31                                  |
| 10.                                 | Г.Б. Усынин, Е.В. Кусмарцев. Реакторы на быстрых нейтронах. Учебное пособие для вузов; под ред. Ф.М. Митенкова. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 288 с.                                   | 80                                  |
| 11.                                 | В.М. Будов, В.А. Фарафонов. Конструирование основного оборудования АЭС. Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1985. – 264 с.                                                | 20                                  |
| 12.                                 | И.Я. Емельянов, В.И. Михан, В.И. Солонин. Конструирование ядерных реакторов. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежала. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.            | 21                                  |
| 13.                                 | Р. В. Радченко. Водород в энергетике. Учебное пособие; под общ. ред. Р. В. Радченко, А.С Мокрушина, В.В. Тюльпа. - Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 229 с.                                   | Электронное издание                 |

### 7.2. Справочно-библиографическая и научная 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 |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>1. Справочно-библиографическая литература</b> |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
| 1.                                               | П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 1; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2010. – 776 с.                                                    | 12                                                             |
| 2.                                               | П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной                                                                                                                                            | 17                                                             |

| №<br>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 |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                       | энергетике в 3-х томах. Т. 2; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2013. – 688 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |
| 3.                    | П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 3; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2014. – 688 с.                                                                                                                                                                                                                     | 28                                                             |
| 4.                    | В.П. Бобков, А.И. Блохин, В.Н. Румянцев, В.А. Соловьев, В.П. Тарасиков. Справочник по свойствам материалов для перспективных реакторных технологий. Том 3. Свойства поглотителей нейтронов. Книга 1. Поглощающие материалы на основе бора и его соединений; под общ. ред. В.М. Поплавского. – М.: ИздАТ, 2013. – 632 с.                                                              | 9                                                              |
| 5.                    | Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части): <a href="https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf">https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf</a> на сайте <a href="http://www.rosatom.ru">www.rosatom.ru</a> | Электронное издание                                            |
| 6.                    | «AtomInfo.Ru»: независимый информационно-аналитический сайт <i>AtomInfo.Ru</i> (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                              |
| 7.                    | 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 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |
| 8.                    | «Атомная энергия». Научно-технический журнал. – М.: НКО «Редакция журнала «Атомная энергия» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="http://j-atomicenergy.ru">j-atomicenergy.ru</a>                                                                                                                                                                                   | 1 раз в месяц                                                  |
| 9.                    | «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="http://vant.iterru.ru/vant.html">http://vant.iterru.ru/vant.html</a>                                                                                                                              | 4 раза в год                                                   |
| 10.                   | «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): <a href="http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331">http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331</a>                                               | 5 раз в год                                                    |
| 11.                   | «Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика». Научно-технический журнал. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ (Ulrich's Periodical Directory, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="https://nuclear-power-engineering.ru">https://nuclear-power-engineering.ru</a>                                                                                                                           | 4 раза в год                                                   |
| 12.                   | 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) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- 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>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

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

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, 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 «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

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/>.

### 7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 12 раздела 9 настоящей РПД.

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

В таблице 11 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 11 - 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 «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 12

**Таблица 12 - 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.    | 5115, 5201, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236<br>Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)                                                                                                                                                              | -                                                                                                                                                                              |
| 2.    | 5213<br>Центр расчетных исследований и вычислительного моделирования гидродинамических и теплофизических процессов для самостоятельной работы                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Компактный суперкомпьютер Cray CX1 с оперативной памятью 384 Гб и производительностью <math>10^{12}</math> операций в секунду.</li> <li>3D-принтер DESIGNERPRO250</li> </ul> | OC Windows Server 2008, ANSYS 14.0 Academic Research 5 tasks, HPC – 84 tasks, license customer #602402, академическая лицензия, бессрочная.                                    |
| 3.    | Бокс<br>Лаборатория «Реакторная гидродинамика» для самостоятельной работы                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Научно - исследовательский аэродинамический комплекс ФТ-50.</li> <li>Ресиверная емкость.</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>OC Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608,</li> </ul> |

| № 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Инвертор.</li> <li>• Газоанализатор.</li> <li>• Газовый расходомер.</li> <li>• Набор пневмометрических зондов.</li> <li>• КИП.</li> <li>• ПЭВМ IntelCore (TM) 2 Duo E7400.</li> <li>• Многофункциональные экспериментальные стенды ФТ-4, ФТ-5, ФТ-10 с ТЖМТ.</li> <li>• Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смешения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.</li> </ul> | бессрочная.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• LabVIEW 7.1, National Instruments, S/N G12X21084, корпоративная университетская лицензия, бессрочная.</li> <li>• OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО</li> <li>• Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="https://get.adobe.com/reader">https://get.adobe.com/reader</a>, бесплатное ПО.</li> <li>• Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4.    | 5214<br>Информационно-образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы | ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• Microsoft Visual Studio 2010, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО.</li> <li>• Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="https://get.adobe.com/reader">https://get.adobe.com/reader</a>, бесплатное ПО.</li> <li>• Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО.</li> <li>• T-FLEX Parametric CAD учебная версия, бесплатное ПО.</li> <li>• MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.</li> </ul> |

## 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 ПКС-4,7.

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 компетенций ПКС-4, 7 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.

### **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» компетенций ПКС-4, 7. 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.

### **11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

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 освоению дисциплины на коллоквиуме**

Коллоквиум проводится для выяснения уровня усвоения студентами знаний, овладения умениями и навыками по разделу 6 данной дисциплины. Он обеспечивает формирование компонентов «уметь» и «владеть» компетенции ПКС-2 и проводится в письменной форме, когда проверка знаний студентов осуществляется в виде письменного изложения ими развернутых ответов на практические вопросы. На коллоквиуме преподаватель в процессе проверки письменных ответов и при необходимости индивидуального собеседования выясняет уровень усвоения материала. Это позволяет вносить коррективы в лекционный курс и практические занятия.

#### **11.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа студентов обеспечивает их подготовку 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 настоящей РПД.

В процессе самостоятельной работы студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в таблице 11. В этих аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к ЭИОС и ЭБС, где в электронном виде располагаются необходимые учебные и учебно-методические материалы.

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств

**Таблица 13 - Паспорт оценочных средств (текущая аттестация)**

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины                                                                                             | Формируемые компетенции | Лекционные занятия              |                                | Практические занятия  |                                   | Самостоятельная работа                          |                                            |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|               |                                                                                                                             |                         | Процедура оценивания            | Наименование оценочных средств | Процедура оценивания  | Наименование оценочных средств    | Процедура оценивания                            | Наименование оценочных средств             |
| 1             | Введение                                                                                                                    | ПКС-4<br>ПКС-7          |                                 |                                |                       |                                   | Дополнительные вопросы на практических занятиях | Качество ответов на дополнительные вопросы |
| 2             | Прочность и ее место в проектировании энергооборудования                                                                    | ПКС-4<br>ПКС-7          | Участие в групповых обсуждениях | Комплект тематик для дискуссий | Решение типовых задач | Способность решения типовых задач | Дополнительные вопросы на практических занятиях | Качество ответов на дополнительные вопросы |
| 3             | Основные понятия о напряженно-деформированном состоянии                                                                     | ПКС-4<br>ПКС-7          | Участие в групповых обсуждениях | Комплект тематик для дискуссий | Решение типовых задач | Способность решения типовых задач | Дополнительные вопросы на практических занятиях | Качество ответов на дополнительные вопросы |
| 4             | Экспериментальные методы определения механических характеристик конструкционных материалов, используемых при проектировании | ПКС-4<br>ПКС-7          | Участие в групповых обсуждениях | Комплект тематик для дискуссий | Решение типовых задач | Способность решения типовых задач | Дополнительные вопросы на практических занятиях | Качество ответов на дополнительные вопросы |
| 5             | Условия прочности                                                                                                           | ПКС-4<br>ПКС-7          | Участие в групповых обсуждениях | Комплект тематик для дискуссий | Решение типовых задач | Способность решения типовых задач | Дополнительные вопросы на практических занятиях | Качество ответов на дополнительные вопросы |
| 6             | Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭС                                                                 | ПКС-4<br>ПКС-7          | Участие в групповых обсуждениях | Комплект тематик для дискуссий | Решение типовых задач | Способность решения типовых задач | Дополнительные вопросы на практических занятиях | Качество ответов на дополнительные вопросы |

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины                                                      | Формируемые компетенции | Лекционные занятия              |                                | Практические занятия   |                                            | Самостоятельная работа                          |                                            |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|               |                                                                                      |                         | Процедура оценивания            | Наименование оценочных средств | Процедура оценивания   | Наименование оценочных средств             | Процедура оценивания                            | Наименование оценочных средств             |
| 7             | Новые методы и критерии обеспечения безопасности сложных технических систем          | ПКС-4<br>ПКС-7          | Участие в групповых обсуждениях | Комплект тематик для дискуссий | Дополнительные вопросы | Качество ответов на дополнительные вопросы | Дополнительные вопросы на практических занятиях | Качество ответов на дополнительные вопросы |
| 8             | Проблемы прочности, надежности и долговечности при проектировании энергооборудования | ПКС-4<br>ПКС-7          | Участие в групповых обсуждениях | Комплект тематик для дискуссий | Дополнительные вопросы | Качество ответов на дополнительные вопросы | Дополнительные вопросы на практических занятиях | Качество ответов на дополнительные вопросы |

**Таблица 14- Паспорт оценочных средств (промежуточная аттестация)**

| Наименование дисциплины                                 | Формируемые компетенции | Знаниевая компонента             |                                | Деятельностная компонента         |                                |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
|                                                         |                         | Процедура оценивания             | Наименование оценочных средств | Процедура оценивания              | Наименование оценочных средств |
| Надежность и долговечность элементов энергооборудования | ПКС-4<br>ПКС-7          | Устное собеседование по вопросам | Вопросы к зачету и экзамену    | Выполнение индивидуальных заданий | Задание                        |

**Таблица 14 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации**

|   | Формируемые компетенции  | Номера вопросов* | Номера заданий* |
|---|--------------------------|------------------|-----------------|
| 1 | Компетенции ПКС-4, ПКС-7 | 1-35             | 1-20            |

\*перечень вопросов и заданий указан в разделе 6

## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» ОП ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (квалификация выпускника – инженер-физик)**

Владимиром Ивановичем Мельниковым, профессором кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, д.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» ОП ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (квалификация выпускника – инженер-физик), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», на кафедре «Атомные и тепловые станции» (разработчик – д.т.н., профессор кафедры «АТС» Пичков С.Н.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» закреплены две компетенции. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать её в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» составляет 3 зачётных единицы (108 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» взаимосвязана с другими дисциплинами ОП ВО и Учебного плана по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос в форме обсуждения отдельных вопросов, участие в тестировании, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, справочно-библиографической и научной литературой – 12 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» и обеспечивает использование

современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Надежность и долговечность элементов энергооборудования».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» ОП ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (квалификация выпускника – инженер-физик), разработанной д.т.н., профессором кафедры «АТС» Пичковым С.Н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики и рынка труда. Реализация данной дисциплины позволит успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

В.И. Мельников, профессор кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, д.т.н.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

**Б1.В.ОД.7 «Надежность и долговечность элементов энергооборудования»**  
(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки специалистов

Специальность: **14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг"**  
(код и наименование направления подготовки)

Специализация: **"Проектирование и эксплуатация атомных станций"**  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_

Курс: \_\_\_\_\_

Семестр: \_\_\_\_\_

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

Разработчик РПД:

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой «Атомные  
и тепловые станции»

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой  
«Атомные и тепловые станции»

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Методический отдел УМУ

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.