

**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  
\_\_\_\_\_ М.А. Легчанов  
«21» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.9 «Надежность и долговечность элементов энергооборудования»**  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: \_\_\_\_\_ 14.03.01 "Ядерная энергетика и теплофизика" \_\_\_\_\_

Направленность: \_\_\_\_\_ "Атомные электрические станции и установки" \_\_\_\_\_

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

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_ 2022, 2023 \_\_\_\_\_

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

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

Объем дисциплины: \_\_\_\_\_ 72/2 \_\_\_\_\_  
(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, 2023 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 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 148, на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ

- протокол от 13.04.2023 г. № 17 (для 2022 года приема);

- протокол от 18.05.2023 г. № 21 (для 2023 года приема)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от « 13 » июня 2023 г. № 7 ).

Заведующий кафедрой

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

\_\_\_\_\_  
(подпись) С.М. Дмитриев

Рабочая программа рекомендована советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от « 20 » июня 2023 г. № 5 ).

Председатель совета ИЯЭиТФ,

директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_  
(подпись) М.А. Легчанов

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.03.01-а-47

Начальник методического отдела УМУ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Булгакова Н.Р.

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Кабанина Н.И.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Цель и задачи освоения дисциплины.....                                                                          | 4  |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....                                                     | 4  |
| 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....                                     | 4  |
| 4. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....                     | 8  |
| 5. Структура и содержание дисциплины.....                                                                          | 10 |
| 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....                                                                 | 14 |
| 7. Информационное обеспечение дисциплины.....                                                                      | 16 |
| 8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....                                                          | 17 |
| 9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 17 |
| 10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....                                              | 19 |
| 11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....                                                       | 21 |

## 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-2,5. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина являются: «Математика», «Физика», «Сопротивление материалов», «Материаловедение», «Тепломассообмен в энергетическом оборудовании». 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-2,5 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. |
| ПКС-2           | Турбомашины электрических станций                                        |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Ядерные энергетические реакторы                                          |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Парогенераторы АЭС                                                       |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Надежность и долговечность элементов энергооборудования                  |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Защита от ионизирующего излучения                                        |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Проектная практика                                                       |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Преддипломная практика                                                   |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |                                                             |        |        |        |        |
| ПКС-5           | Механика жидкости и газа                                                 |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Техническая термодинамика                                                |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Ядерная физика                                                           |                                                             |        |        |        |        |
|                 | Технология конструкционных материалов                                    |                                                             |        |        |        |        |

|                                                                          |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Физика ядерных реакторов                                                 |  |  |  |  |  |
| Водоподготовка                                                           |  |  |  |  |  |
| Электрооборудование электростанций                                       |  |  |  |  |  |
| Механика                                                                 |  |  |  |  |  |
| Атомные электрические станции                                            |  |  |  |  |  |
| Циркуляционные насосы для электрических станций                          |  |  |  |  |  |
| Ядерные энергетические реакторы                                          |  |  |  |  |  |
| Режимы работы атомных и тепловых электрических станций                   |  |  |  |  |  |
| Надежность и долговечность элементов энергооборудования                  |  |  |  |  |  |
| Защита от ионизирующего излучения                                        |  |  |  |  |  |
| 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-2,5 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-2</b><br>Способен к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы | <b>ИПКС-2.1</b><br>Участствует в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок. | 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 |

| 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-5</b><br>Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки, использовать современные пакеты прикладных компьютерных программ | <b>ИПКС-5.1</b><br>Применяет в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки. | основные понятия о деформациях, напряжениях, их классификацию для энергооборудования;<br>- конструкционные материалы и сплавы, используемые при создании энергооборудования и их особенности;<br>- основы современного физического металловедения. | - применять формулы расчета прочности, а именно: для цилиндрических, конических обечаек, штуцеров, труб, колен, крышек, фланцев, крепежных деталей и др.<br>- проводить расчет конструкций на вибропрочность, устойчивость;<br>- оценивать накопленную повреждаемость при циклических нагрузках и т.д. | навыками расчета повреждения 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 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                |                                                                                       |                               |

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ А/02.6 «Инженерно-физическое сопровождение эксплуатации активной зоны реакторной установки» (ПС 24.028 «Специалист ядер-но-физической лаборатории в области атомной энергетики»), ТФ А/01.6 «Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара» (ПС 24.083 «Специалист-теплоэнергетик атомной станции»), впоследствии у студента формируется способность решать следующие профессиональные задачи:

- разработка конструктивных схем элементов оборудования АЭС реактора, парогенератора, турбины, теплообменных аппаратов, локализующих соответствующие технологические процессы с требуемыми параметрами;
- выполнение проектных расчетов проточной части турбин АЭС;
- выполнение основных проектных расчетов парогенераторов АЭС - теплового, гидравлического, конструктивного, водного режима;
- выполнение теплогидравлических и нейтронно-физических расчетов ядерных энергетических реакторов;
- участие в проектировании оборудования АЭС, использование в проектных разработках новых информационных технологий.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з.е.) или 72 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 34 часа, самостоятельная работа обучающихся - 38 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.                                                                                                  | 72/2                                             |
| 1. Контактная работа:                                                                                                       | 34                                               |
| 1.1. Аудиторная работа, в том числе:                                                                                        | 20                                               |
| Занятия лекционного типа (Л)                                                                                                | 20                                               |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                                   | 10                                               |
| 1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:                                                                                     | 4                                                |
| Консультации по дисциплине                                                                                                  | 4                                                |
| 2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:                                                                           | 38                                               |
| Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы) | 16                                               |
| Подготовка к практическим занятиям, коллоквиуму                                                                             | 14                                               |
| 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>разработанны<br>ого<br>электронного<br>курса<br>(трудоемкост<br>ь в часах) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                      | Контактная работа      |                         |                               | Самостоятельная<br>работа студентов |                    |                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                      | Лекции                 | Практические<br>занятия | Консультации<br>по дисциплине |                                     |                    |                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                |
| 8 семестр                                                                                               |                                                                                                                                                                      |                        |                         |                               |                                     |                    |                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                |
| ПКС-2<br>ИПКС-2.1<br><br>ПКС-5<br>ИПКС-5.1                                                              | Раздел 1. Вводно ознакомительная часть                                                                                                                               | 2                      | 1                       | -                             | 4                                   | п. 1 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 2. Прочность и ее место в проектировании энергооборудования                                                                                                   | 2                      | 1                       | -                             | 4                                   | п. 2 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 3. Основные понятия о напряженно-деформированном состоянии                                                                                                    | 2                      | 1                       | -                             | 4                                   | п. 1,2 табл. 9 РПД | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 4. Экспериментальные методы определения механических характеристик конструкционных материалов, используемые при проектировании энергооборудования             | 2                      | 1                       | 1                             | 4                                   | п. 1,2 табл. 9 РПД | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 5. Условия прочности                                                                                                                                          | 2                      | 1                       | -                             | 4                                   | п. 3 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 6. Экспериментальные методы исследования напряженно-деформированного состояния узлов энергооборудования при статических, динамических и циклических нагрузках | 2                      | 1                       | 1                             | 4                                   | п. 1-3 табл. 9 РПД | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 7. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭС                                                                                                | 2                      | 1                       | -                             | 4                                   | п. 1 табл. 10 РПД  | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 8. Новые методы и критерии обеспечения безопасности сложных технических систем                                                                                | 2                      | 1                       | -                             | 4                                   | п. 1,2 табл. 9 РПД | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 9. Проблемы прочности, надежности и долговечности при проектировании энергооборудования                                                                       | 2                      | 1                       | 1                             | 4                                   | п. 3 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | Раздел 10. Техническая диагностика                                                                                                                                   | 2                      | 1                       | 1                             | 2                                   | п. 1 табл. 9 РПД   | Лекция                                                                                           | Семинар                                                                           | -                                                                                              |
|                                                                                                         | ИТОГО                                                                                                                                                                | 20                     | 10                      | 4                             | 38                                  |                    |                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                |

## 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 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости**

| Номер темы   |                      | Перечни 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.<br>Закон Гука, коэффициент Пуассона, модуль упругости.                                                   |
| 4            | 4                    | Механические характеристики сталей и сплавов при статических, динамических и циклических нагрузках.<br>Диаграммы пластичности, хрупко-вязкий переход.                                                                     |
| 5            | 5                    | Теории прочности.<br>Допускаемые напряжения.                                                                                                                                                                              |
| 6            | 6                    | Метод тензометрии, термометрии.<br>Теория подобия и моделирования.                                                                                                                                                        |
| 7            | 7                    | Область распространения Норм. Принципы, положенные в основу Норм. Основные определения.<br>Расчет ресурсных параметров.                                                                                                   |
| 8            | 8                    | Новые технологии и конструктивные решения, направленные на безопасную эксплуатацию и повышение ресурсных параметров.<br>Методическое обеспечение и аппаратные средства диагностики разрушений сложных технических систем. |
| 9            | 9                    | Термоциклическая прочность.<br>Нерешенные задачи прочности энергооборудования.                                                                                                                                            |
| 10           | 10                   | Типовая структура диагностического комплекса.<br>Физические принципы, заложенные в измерительные системы диагностики.                                                                                                     |

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

| Проверяемые компетенции | Контрольные вопросы для проведения зачета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКС-2                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статистические методы прогнозирования надежности и ресурса инженерных объектов энергооборудования.</li> <li>2. Методы прогнозирования надежности и ресурса элементов энергооборудования.</li> <li>3. Что такое прочность? Её место в проектировании АЭУ. Конструктивные элементы (формы) используемые при создании АЭУ, дать определения.</li> <li>4. Классификация нагрузок, воздействующих на оборудование АЭУ в процессе эксплуатации, привести примеры</li> <li>5. Этапы расчета конструкций на прочность.</li> <li>6. Задачи, решаемые автоматизированной системой оперативной диагностики РУ.</li> <li>7. Что должна обеспечивать автоматизированная система оперативной диагностики РУ?</li> <li>8. Структура автоматизированной системы оперативной диагностики РУ.</li> </ol> |
| ПКС-5                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Показатели надежности.</li> <li>2. Напряжения и деформации (растяжение, сжатие, кручение, сдвиг).</li> <li>3. Диаграмма растяжения сталей перлитного класса, реперные точки на диаграмме, закон Гука.</li> <li>4. Диаграмма растяжения сталей аустенитного класса, реперные точки на диаграмме, закон Гука.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Проверяемые компетенции | Контрольные вопросы для проведения зачета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | 5. Допускаемые напряжения в различных отраслях машиностроения, условия прочности.<br>6. Относительное изменение объема, коэффициент Пуассона для сталей, резин.<br>7. Формулы при определении продольного перемещения стержней при осевом нагружении.<br>8. Этапы расчета конструкций на прочность.<br>9. Определение расчетных толщин стенок цилиндрических и конических обечаек и выпуклых днищ.<br>10. Коэффициенты снижения прочности и укрепление отверстий.<br>11. Расчетные формулы для определения толщин плоских днищ и крышек.<br>12. Расчетные формулы для определения толщин стенок колен.<br>13. Выбор основных размеров фланцев.<br>14. Определение усилий в шпильках.<br>15. Условие прочности при действии циклических нагрузок.<br>16. Устойчивость цилиндрических оболочек (основные определения и расчетные формулы).<br>17. Нормы расчета на прочность (область их распространения и принципы, положенные в основу).<br>18. Основные определения (расчетное давление, температура, гидравлическое испытание, затяг шпилек, пуск, стационарный режим, работа системы аварийной защиты, изменение мощности реактора, остановка).<br>19. Определение толщин цилиндрических обечаек сосудов, работающих под давлением.<br>20. Определение толщин стенок цилиндрических коллекторов.<br>21. Допускаемое давление для цилиндрического коллектора, штуцера, трубы.<br>22. Потенциальная энергия упругой деформации при сложном напряженном состоянии.<br>23. Расчетные формулы определения напряжений в толстостенном цилиндре под действием внутреннего и наружного давления.<br>24. Толстостенный шар под действием давления (расчетные формулы).<br>25. Напряжения толстостенных цилиндрах, соединенных посредством натяга при одинаковой длине сопрягаемых деталей.<br>26. Испытания на изгиб, кручение (основные определения и формулы).<br>27. Испытания на длительную прочность (основные определения, типичная диаграмма).<br>28. Испытание на усталостное нагружение (основные определения и формулы).<br>29. Критерии обеспечения вибропрочности.<br>30. Экспериментальные методы определения деформаций<br>31. Метод тензометрических моделей из низкомолекулярного материала (основные определения).<br>32. Порядок расчета поврежденности материала корпусных конструкций при заданной модели эксплуатации.<br>33. Неразрушающий контроль реакторного оборудования (основные определения, перечень и анализ методов).<br>34. 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.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

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

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

В результате изучения дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенций ПКС-2,5 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенций ПКС-2,5 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-2       | ИПКС-2.1                           | 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                               |
|             |                                    |                           | <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. |
| ПКС-5       | ИПКС-5.1                           |                           |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |

В соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Студенты, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины и имеющие до 50% пропусков занятий, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине и получают академическую задолженность по данной дисциплине на основании докладной записки преподавателя заведующему кафедрой и служебной записки заведующего кафедрой «Атомные и тепловые станции» директору ИЯЭиТФ о студентах, не выполнивших всех предусмотренных заданий по дисциплине.

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-2<br>ПКС-5 | 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 «3»<br>(удовлетворительно)     | В соответствии с критериями «Удовлетворительно» таблицы 8.   |
|                         | Минимальный уровень «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 |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Основная литература       |                                                                                                                                                                                          |                                     |
| 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                                   |
| 2. Дополнительная литература |                                                                                                                                                                                          |                                     |
| 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 жидкотеплоносители 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. Доллежалея. – 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. Доллежалея. – 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 |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. Справочно-библиографическая литература |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |
| 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 энергетике в 3-х томах. Т. 2; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2013. – 688 с.                                                                                | 17                                                             |
| 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 | 9                                                              |

| № 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 |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                              | соединений; под общ. ред. В.М. Поплавского. – М.: ИздАТ, 2013. – 632 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |
| 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                                            |
| <b>2. Научная литература</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |
| 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) [Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения;](#)
- 2) [Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине;](#)
- 3) [Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся;](#)
- 4) [Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине.](#)

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

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

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

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

В свободном доступе находятся:

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

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

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

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

## 8.2. Перечень программного обеспечения

В таблице 11 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ)

**Таблица 11 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

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

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 13 раздела 10 настоящей РПД.

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

В таблице 12 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 12 - 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 13

**Таблица 13 - 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, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236<br>Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Доска меловая.<br>Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb;<br>Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EB-X500;<br>Экран.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)<br>Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023)<br>MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic<br>Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Проприетарное ПО)<br>7-zip (Свободное ПО, GNU LGPL)<br>OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. (свободное ПО)<br>Google Chrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО)                                                                                                                                                                                                          |
|       | Лаборатория «Реакторная гидродинамика» для самостоятельной работы                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Научно - исследовательский аэродинамический комплекс ФТ-50.</li> <li>• Ресиверная емкость.</li> <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> </ul> <p>Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смешения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.</p> | <p>Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18);</p> <p>Astra Linux (Orel) 2.12.432;</p> <p>P7 Офис (с/н 5260001439);</p> <p>Распространяемое по свободной лицензии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная);</li> <li>- Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="http://get.adobe.com/reader">//get.adobe.com/reader</a>, бесплатное ПО;</li> <li>- Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО;</li> <li>MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.</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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3     | <u>5214</u><br>Информационно-образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы | Рабочее место студента – 28<br>Доска меловая;<br>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 | Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18);<br>Astra Linux (Orel) 2.12.432;<br>P7 Офис (с/н 5260001439);<br>Распространяемое по свободной лицензии:<br>- Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная);<br>- Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="http://get.adobe.com/reader">//get.adobe.com/reader</a> , бесплатное ПО;<br>- Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО;<br>• MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО. |

## 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-2,5.

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-2,5 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-2,5. 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 практических занятиях при работе в малых группах**

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в форме работы в малых группах. Они формируют, прежде всего, компоненты «уметь» и «владеть» компетенции ПКС-2,5 и ориентированы на решение типовых (базовых) задач, содержащих типовые механизмы, процедуры применения изучаемых методов, методик, подходов, алгоритмов, моделей и пр. Работа в малых группах — это совместная работа студентов в группах из 2-4 человек над определенным заданием,

при выполнении которого они самостоятельно или с помощью преподавателя устанавливают нормы общения и взаимодействия, выбирают направление своей работы и средства для ее достижения. Члены группы сами устанавливают регламент общения, самостоятельно направляют свою деятельность, отдавая предпочтение наиболее компетентному и организованному лидеру представить результаты работы группы преподавателю. Основное назначение групповой работы — решение сложных проблем, требующих совместных усилий.

#### **11.6. 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 13. 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**

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 6 настоящей РПД.

## **РЕЦЕНЗИЯ**

**на рабочую программу дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» ОП ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника – бакалавр)**

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 направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника - бакалавр), 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 направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». 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 направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

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 2 зачётных единицы (72 часа). 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 направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» 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.

Программа дисциплины «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» не предполагает занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос в форме обсуждения отдельных вопросов, участие в тестировании, работа над домашним заданием при выполнении курсового проекта 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 направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

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 направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

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 направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника – бакалавр), 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)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.