

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Нововоронежский политехнический институт** –  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(НВПИ НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДЕНА:

Руководителем НВПИ НИЯУ МИФИ

  
\_\_\_\_\_  
Е.Н. Булатова  
« 17 » \_\_\_\_\_ 2023г.  


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Испытания и наладка энергетического оборудования»**

**Направление подготовки:** 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

**Наименование образовательной программы:** Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

**Уровень образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Нововоронеж 2023 г.

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 кредита, 180 часов.**

<b><i>Контактная работа</i></b>	<b><i>64</i></b>	<b><i>часов</i></b>
лекции	32	часа
Практические занятия	16	часов
Лабораторные занятия	16	часов
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b><i>62</i></b>	<b><i>часов</i></b>

***Форма отчетности:*** *часов*

экзамен 7 семестр

**Курс: 4**

**Семестр: 7**

***Практическая подготовка 16 часов***

Лекции практическая подготовка	4 часа
Практика практическая подготовка	4 часа
Самостоятельная работа практическая подготовка	4 часа
Контроль	4 часа

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1 Цель дисциплины:** формирование знаний в области организации и проведения пусконаладочных работ на системах и оборудовании тепловых и атомных станций.

### **1.2 Задачи освоения дисциплины:**

Привитие практических навыков в ознакомлении с нормативной и типовой документацией по организации и проведении ПНР; выбор методик испытаний; разработка программ ПНР; подбор средств измерений с достаточной погрешностью; проведение испытаний и наладочных работ; проведение тепловых и гидравлических расчетов, подтверждающих состояние работоспособности систем на основании измеренных параметров испытаний; оформление соответствующей сдаточной документации.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Испытания и наладка энергетического оборудования» относится к Дисциплины (модули) по выбору 4 (ДВ.4) Блока 1, изучается в семестре 7.

Для освоения данной дисциплины требуется знание дисциплин: Техническая термодинамика; Механика жидкости и газов; Теория переноса нейтронов; Эксплуатация турбомашин АЭС; Инженерные расчеты при проектировании ядерных энергетических установок. Знания, умения и навыки, полученные в процессе освоения учебной дисциплины «Испытания и наладка энергетического оборудования» применяются в дисциплинах: Эксплуатация АЭС; Теплогидравлический расчет ядерных реакторов; Методы неразрушающего контроля и диагностики на АЭС; Обеспечение радиационной безопасности. Знания, полученные при изучении дисциплины, также помогут студентам в научно-исследовательской работе и дипломном проектировании, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ПК-14, Способен участвовать в испытаниях и определении работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

ПК-18 - Способен участвовать в демонтаже, ремонте, проверке, монтаже, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования

ПК-2 – Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов

Согласно Рабочему учебному плану направления, в формировании данных компетенций участвуют дисциплины и виды практик:

#### ПК-14

Тепломассобмен

Насосы, вентиляторы, компрессоры

Вспомогательное оборудование АЭС

Испытание и наладка энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Технологические системы АЭС

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

#### ПК-18

Физика ядерных реакторов

Теплообменные аппараты и парогенераторы

Тепломассобмен

Техническое диагностирование технологического оборудования

Испытание и наладка энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

#### ПК-2

Химия

Техническая термодинамика

Теория переноса нейтронов

Материаловедение и технология конструкционных материалов

Теплообменные аппараты и парогенераторы

Испытание и наладка энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

## Производственная практика (преддипломная)

### Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования
- демонтаж, ремонт, проверку, монтаж, наладку оборудования
- методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов

**уметь:**

- применять методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования
- проводить входной контроль поступившего оборудования
- проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды

**владеть:**

- навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования
- навыками демонтажа, ремонта, проверки, монтажа, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования
- методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практ. раб.	Интерактивность	Самостоятельная работа			
Семестр 7									
1	Испытания электрических машин	1-8	16	8	6	30	ПР-1, ПР-2, ПР-3, ПР-4		40
2	Наладка оборудования АЭС	9-16	16	8	4	32	ПР-5, ПР-6, ПР-7, ПР-8		40
	Экзамен								20
Итого за 7 семестр:			32	16	10	62	-	-	100



## 4.2 Содержание дисциплины

### 4.2.1 Наименование тем лекционных занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
<b>Семестр 7</b>		
1.	Испытания электрических машин (16 часов)	Основные понятия испытания и наладки. Термины и определения (2 часа); Наладка электрических машин (2 часа); Общие сведения из акустики (2 часа); Испытания электрических машин (2 часа); Магнитный шум асинхронных двигателей (2 часа); Влияние режима работы на уровень громкости магнитного шума (2 часа); Влияние скоса пазов на вибрацию и шум (2 часа); Влияние эксцентриситета воздушного зазора на магнитный шум (2 часа).
2.	Наладка оборудования АЭС (16 часов)	Наладка дизель-генераторного оборудования (2 часа); Наладка насосных агрегатов (4 часа); Испытания машины перегрузочной АЭС с ВВЭР (6 часов); Испытания приводов СУЗ (4 часа)

### 4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объем в часах

Учебным планом предусмотрено 16 час. практических занятий в 7 семестре.

Раздел дисциплины	Лабораторные работы			
	№ п/п	Наименование	Выполнение (час.)	
			Ауд.	СРС
Испытания электрических машин	1	Определение контролируемых элементов конструкции	2	4
	2	Выбор средств контроля	2	4
	3	Определение точек контроля вибрации	2	4
	4	Определение точек контроля ультразвука	2	4
Наладка оборудования АЭС	5	Определение областей контроля температуры	2	4
	6	Обработка результатов виброконтроля	2	4
	7	Обработка результатов контроля ультразвука	2	4
	8	Обработка результатов контроля температуры	2	4
Итого:			16	32

### 4.3 Организация самостоятельной работы студентов

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 62 часа.

Самостоятельная работа студента (СРС)	Семестр 7
Подготовка отчетов и защита практических работ	32
Подготовка к зачету	30
Итого за семестр 7	62

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1 Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Испытания и наладка энергетического оборудования» используются различные образовательные технологии. Изучение теоретического материала осуществляется преимущественно посредством лекций «погружения» и проблемных лекций. Для их сопровождения используются презентации. Изложение информации осуществляется в информационно-логической форме.

### 5.2 Информационные технологии

При проведении практических занятий наряду с традиционными образовательными технологиями используются средства автоматизации выполнения работ посредством прикладного программного пакета Microsoft Office. Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы, подготовку к лабораторным работам, подготовку к контрольным работам. При проведении контрольных работ предусмотрен дифференцированный подход к уровню сложности заданий, позволяющий сориентировать студентов на необходимый уровень знаний, умений и навыков для получения желаемой оценки.

Программное обеспечение, участвующее в образовательном процессе:

1. MSOffice 2010 - MSDreamSpark для учебных заведений - Регистрационный номер 1203808287.
2. пакеты прикладных программ LabView.
3. Многоканальный регистратор Крона-517

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

### 6.1.1 Модели контролируемых компетенций



Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ПК-14, Способен участвовать в испытаниях и определении работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

ПК-18 - Способен участвовать в демонтаже, ремонте, проверке, монтаже, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования

ПК-2 – Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

З1- методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

З2- демонтаж, ремонт, проверку, монтаж, наладку оборудования

З3- методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов

**уметь:**

У1- применять методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

У2- проводить входной контроль поступившего оборудования

У3- проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды

**владеть:**

В1- навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

В2- навыками демонтажа, ремонта, проверки, монтажа, наладки

оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования

В3- методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов

*6.1.2 Программа оценивания контролируемой компетенции:*

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства		
			Текущий контроль	Рубежный контроль	Промежуточная аттестация
1	Испытания электрических машин	ПК-14 ПК-18 ПК-2	ПР-1, ПР-2, ПР-3, ПР-4	ПР-4	ПР-2
2	Наладка оборудования АЭС	ПК-14 ПК-18 ПК-2	ПР-5, ПР-6, ПР-7, ПР-8	ПР-8	ПР-6

Формой аттестации по дисциплине являются: зачет в семестре 7.

## 6.2 Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Практическая работа	Средство контроля, позволяющее оценить практические навыки студентов при выполнении практических работ. Оцениваются как результаты выполнения лабораторной работы, так и уровень ответов при защите лабораторной работы.	Темы практических работ, цель и задание к ним. Критерии оценки
2	Зачет	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Перечень вопросов и критерии оценки ответов

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) Основная литература:

- 1) Лебедев, В. А. Ядерные энергетические установки : учебное пособие / В. А. Лебедев. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1868-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/67466>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 2) Комплексные исследования энергоблоков электростанций и энергоустановок : монография / под общей редакцией П. А. Щинникова. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 500 с. — ISBN 978-5-7782-4127-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152147>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 3) Кудинов, В.А. Гидравлика [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. - Изд. 3-е, стер. - М.: Высш. шк., 2008. - 199 с.
- 4) Иванова, Г.М. Теплотехнические измерения и приборы [Текст]: учеб. для вузов / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. - 3-е изд., стер. - М.: Издат. дом МЭИ, 2007. - 460 с.
- 5) Александров, А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. А. Александров. - 2-е изд., стер. - М.: Издат. дом МЭИ, 2006. - 158 с.

б) Водовозов, А.М. Элементы систем автоматики [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. М. Водовозов. - М.: Академия, 2006. - 224 с.:

б) Дополнительная литература:

- 1) Вибрации элементов оборудования ЯЭУ [Текст] / Е. Д. Федорович, Б. С. Фокин, А. Ф. Аксельрод, Е. Н. Гольдберг. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 168 с.
  - 2) Технологические трубопроводы в промышленном строительстве / Е. Я. Николаевский, Р. И. Тавастшерна, А. Л. Зильберберг, А. Г. Рузанов; под редакцией Е.Я. Николаевского. - Москва : Стройиздат, 1979. - 800 с.
  - 3) Бубликов, И.А. Испытание и наладка энергоустановок : учебное пособие / И. А. Бубликов; Волгодон. ин-т ЮРГТУ. - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. - 97 с.
  - 4) Веселова, И.Н. Испытания и наладка оборудования : методические указания к индивидуальному домашнему заданию / И. Н. Веселова. - Волгодонск : ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2014. - 24 с.
  - 5) Балаков Ю.Н., Безопасность энергоустановок в вопросах и ответах. Часть 1. Устройство и эксплуатация энергоустановок : практическое пособие / Балаков Ю.Н. - М. : Издательский дом МЭИ, 2008. - 768 с. - ISBN 978-5-383-00179-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383001790.html>
- в) Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

## 7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Раздел (тема)	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Испытания электрических машин	учеб. пособие	В. А. Кудинов, Э. М. Карташов	2008	
2		учебник	Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков	2007	
3		учеб. пособие	А.А., Александров	2006	
4		учеб. пособие	А.М., Водовозов	2007	
5	Наладка оборудования АЭС	учеб. пособие	Е. Д. Федорович, Б. С. Фокин, А. Ф. Аксельрод, Е. Н. Гольдберг	1989	
6		справочник	Е. Я. Николаевский,	1979	

			<i>Р. И. Тавастшерна, А. Л. Зильберберг, А. Г. Рузанов</i>		
7		учеб. пособие	<i>И. А. Бубликов</i>	2001	
8		<i>методические указания к индивидуальному домашнему заданию</i>	<i>И. Н. Веселова</i>	2014	

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий используются лекционная аудитория, оснащенная персональным компьютером и мультимедийным проектором, компьютерные классы.

Кабинет технологического обслуживания технических систем и оборудования атомных электростанций;

Кабинет эксплуатации теплоэнергетического оборудования и технических систем атомных электростанций\3

Мультимедиа-проектор TOSIBA

Ноутбук SAMSUNG;

Экран;

Стол ученические – 15 шт.;

Стулья ученические – 30 шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя

- Виртуальный учебный комплекс " Турбинное отделение АЭС" - представлять собой персональный компьютер со специализированным программным обеспечением, в котором реализованы интерактивные трехмерные модели оборудования турбинного отделения АЭС, являющиеся аналогами реального оборудования, позволяющие наглядно проводить изучение принципа работы деталей и узлов, особенности конструкции и принципа работы оборудования турбинной и генераторной установок, отслеживать и проводить мониторинг основных элементов турбинного отделения – 1 шт.

- Лабораторный стенд "Монтаж элементов арматуры" 05.03.00.02

Стенд тренажер «Монтаж и испытание трубопроводных соединений, ремонт трубопроводов» МиИ-ТС-РТр-020-4ЛР.

- Лабораторный стенд "Гидравлическое сопротивление водопроводной арматуры"

- Лабораторный стенд «Гидравлика трубопроводных систем» ГТС-018-07ЛР

- Учебный стенд «Возникновение кавитации в узком сечении трубопровода» ВК-УСТ-018

- Лабораторный стенд «Техническое обслуживание теплообменных аппаратов»

Учебный центр Нововоронежской АЭС

Демонстрационные экспонаты оборудования ТЦ, РЦ, ЦТАИ.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Лабораторная работа подразумевает: 1. Изучение определенного физического процесса на практике, используя при этом методы, предварительно изученные на лекциях. 2. Выбор наиболее оптимального приема выполнения замеров и исследования, которые обеспечивает наиболее точный результат. 3. Определение фактического результата и его сравнение с теоретическими данными, описанными в учебнике согласно выбранной тематике. 4. Обнаружение причин полученного несоответствия и грамотное изложение их в отчете лабораторной работы. 5. Грамотное оформление выводов согласно требованиям методички.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и электронные источники.
Контроль лабораторной работы	Предполагает оформление отчетов по выполненным работам и ответы на вопросы по теме работы