

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
«14» марта 2023г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ **«Насосы, вентиляторы, компрессоры»**

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.

<i>Контактная работа</i>	48	часов
лекции	32	часа
практические занятия	16	часов

Самостоятельная работа **78 часов**

Форма отчетности:

экзамен 8 семестр

Курсы: 4

Семестры: 8

Практическая подготовка **20 часов**

Лекции практическая подготовка	4 часа
Практика практическая подготовка	8 часа
Самостоятельная работа практическая подготовка	4 часа
Контроль	4 часа

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины:

Целью освоения учебной дисциплины «Насосы, вентиляторы, компрессоры» является подготовка студента к выполнению проектно-конструкторской, исследовательской, эксплуатационной, монтажной, наладочной и ремонтной деятельности в области насосов, вентиляторов и газодувных машин, применяемых на АЭС.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

1. сформировать комплекс знаний по насосу, вентиляционному и компрессорному оборудованию АЭС;
2. изучение конструкции и основ эксплуатации тепломеханического оборудования и их параметров;
3. формирование способности у студента анализировать параметры нормальных и аварийных режимов, выявлять их причины, локализовать и ликвидировать аварийные ситуации;
4. формирование способности у студента работать с нормативными документами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Насосы, вентиляторы, компрессоры» относится к Дисциплины (модули) по выбору 3 (ДВ.3) Блока 1., ОП по направлению 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика. Дисциплина является дисциплиной по выбору, изучается в 8 семестре.

Для освоения данной дисциплины требуется знание дисциплин:

Техническая термодинамика, Механика жидкости и газов, Тепломассообмен; Турбомашины; Теплообменные аппараты и парогенераторы.

Знания, полученные при изучении дисциплины, помогут студентам при изучении других дисциплин части программы в научно-исследовательской работе, 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-9.1 – Оперативное обслуживание основного и вспомогательного оборудования реакторного (реакторно-турбинного) цеха атомной электростанции

Согласно Рабочему учебному плану направления, в формировании данной компетенции 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-9.1

Принципы обеспечения безопасности АЭС

Монтаж и ремонт энергетического оборудования

Культура безопасности

Насосы, вентиляторы, компрессоры

Вспомогательное оборудование АЭС

Технологические системы АЭС

Обращение с ядерным топливом и радиоактивными отходами

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

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;

- методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования;

уметь:

- применять методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;
- планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования;

владеть:

- навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;
- - навыками планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 час.

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. работы	Лаб. работы	ИФ	Самостоятельная работа			
Семестр 8										
Раздел №1. Насосы и газодувные машины в энергоблоках АЭС									8 - Т	40
1	Введение. Место насосов и газодувных машин в схемах энергоблоков АЭС	1-3	8	4	-	-	20	2 - УО		20
2	Лопаточные нагнетатели.	4-10	8	4	-	-	20	8 - УО		20
Раздел №2. Нагнетатели в схемах энергоблоков АЭС									17 - Т	40
3	Особенности различных типов лопаточных нагнетателей	11-16	8	4	-	-	20	12 - УО		20
4	Нагнетатели вытеснения.	17-21	8	4	-	-	18	14 - УО		20
5	Экзамен									20
6	Итого за семестр		32	16	-	-	78			100

Т – тест, УО – устный опрос

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1 Наименование тем лекционных занятий, их содержание и объем в часах
Раздел № 1 Насосы и газодувные машины в энергоблоках АЭС

Тема 1. Введение. Место насосов и газодувных машин в схемах энергоблоков АЭС.(8 часов)

Применение насосов, вентиляторов и компрессоров в теплоэнергетике. Роль насосов и тягодутьевых машин в обеспечении нормальной работы АЭС.

Классификация нагнетателей по принципу действия, роду перемещаемых сред, назначению, рабочим параметрам.

Тема 2. Лопаточные нагнетатели (8 часов)

Основы теории лопаточных нагнетателей. Принцип действия лопаточного нагнетателя. Уравнение Эйлера. Теоретический напор. Решетки профилей рабочих и направляющих лопаток центробежного и осевого нагнетателей. Влияние геометрических и кинематических элементов рабочего колеса на напор нагнетателя. Степень реактивности.

Типы рабочих лопаток, центробежных и осевых нагнетателей. Движение реальной жидкости в каналах рабочего колеса при конечном числе лопаток. Мощность и к.п.д. нагнетателей. Гидравлические, объемные и механические потери в рабочем колесе, во входном и выходном устройствах. Многоступенчатые нагнетатели. Определение потерь в нагнетателе. Коэффициент полезного действия нагнетателя. Мощность, потребляемая нагнетателем. Относительные коэффициенты полезного действия.

Характеристики лопаточных нагнетателей. Теоретические характеристики напора и мощности при постоянном числе оборотов. Действительные характеристики. Построение характеристик по результатам испытаний. Рабочие зоны характеристик. Подобие нагнетателей. Коэффициент быстроходности. Условия пропорциональности. Основы моделирования нагнетателей.

Типы рабочих характеристик: размерные, безразмерные. Сводные графики характеристик. Влияние конструктивных данных на характеристики нагнетателей.

Регулирование работы нагнетателей. Работа нагнетателя на конкретную сеть. Рабочая точка. Способы регулирования: дросселированием, изменением числа оборотов, направляющими аппаратами, изменением угла установки рабочих лопаток. Преимущества и недостатки способов регулирования. Сравнение способов регулирования по энергетическим затратам.

Совместная работа нагнетателей. Параллельная и последовательная работа нагнетателей одинаковых и различных характеристиках. Получение общей характеристики. Регулирование нагнетателей при совместной работе. Устойчивость работы нагнетателей. Помпаж и меры борьбы с ним.

Основы расчета центробежных и осевых нагнетателей. Основные данные для расчета. Определение размеров рабочего колеса (диаметров,

ширины и длины лопаток) и характерных углов решетки лопаток (входной и выходной угол лопатки, угол установки).

Раздел № 2 Нагнетатели в схемах энергоблоков АЭС

Тема 3. Особенности различных типов лопаточных нагнетателей (8 часов)

Насосы. Формы рабочих колес, допустимая высота всасывания. Кавитация. Конструкция насосов. Конденсатные, питательные, циркуляционные насосы. Влияние температуры жидкости на конструкцию и условия эксплуатации насосов. Выбор насоса по характеристикам. Устройство и эксплуатация групп насосных установок.

Вентиляторы. Классификация вентиляторов. Выбор вентиляторов по характеристикам на заданные условия работы. Эксплуатация вентиляторов. Вентиляторные установки. Явление самотяги в вентиляторных установках.

Компрессоры.

Основные уравнения сжатия газа в ступени компрессора. Построение процессов сжатия в тепловых диаграммах. КПД компрессора. Регулирование производительности компрессоров, применяемых в теплоэнергетике.

Тема 4. Нагнетатели вытеснения (8 часов)

Поршневые насосы. Принцип действия. Области применения. Неравномерность всасывания и подачи. КПД и мощность насоса вытеснения.

Поршневые компрессоры. Индикаторная диаграмма компрессора. Производительность. Объемные КПД. Регулирование производительности. Устройство компрессорных станций.

Ротационные нагнетатели, их основные типы и области применения. Производительность, КПД, мощность ротационных нагнетателей. Зубчатые и винтовые насосы. Водокольцевые насосы.

4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объем в часах

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ		
	Наименование практического занятия	выполнение (час)	
		аудитор- ных	СРС
1. Насосы и газодувные машины в энергоблоках АЭС	Расчет мощности и к.п.д. нагнетателей.	2	10
	Изучение устройства насосов и вентиляторов.	2	10
2. Нагнетатели в схемах энергоблоков АЭС	Составление схем циркуляции и проведение экспериментов	4	10
	Основы расчета центробежных и осевых нагнетателей	6	10
ВСЕГО:		16	40

4.2.3 Темы лабораторных занятий, их содержание и объем в часах

Лабораторные занятия рабочим учебным планом не предусмотрены.

4.3 Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента	Учебный семестр 8
	78 час
Решение практических задач по насосам и газодувным машинам	50
Подготовка и выполнение отчетов по экспериментам на оборудовании УТП РоАЭС	24
подготовка к экзамену	4

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

5.1. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Насосы, вентиляторы, компрессоры» используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций с применением компьютерного проектора, комплекта настенных плакатов, малогабаритного насосного оборудования и макетов крупногабаритных насосов ГЦН, и питательного насоса, насоса подпитки первого контура и др. насосов АЭС с ВВЭР – 1000 с разрезами (в УТП). Для контроля усвоения студентом модулей данного курса широко используются тестовые технологии, то есть банк вопросов в открытой (обучающей) и закрытой (тестовой) форме, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного модуля курса или всего курса в целом. Варианты используемых тестов приведены ниже. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для подготовки теоретического материала, решения тестов, практических задач, и выполнения курсовой работы.

5.2. Информационные технологии

Аналитический тренажер в учебно – тренировочном подразделении

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-9.1 – Оперативное обслуживание основного и вспомогательного оборудования реакторного (реакторно-турбинного) цеха атомной электростанции

В результате освоения дисциплины, для формирования данных компетенций студенты должны:

знать:

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

З2- методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования;

уметь:

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

У2- планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования;

владеть:

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

В2- навыками планирования монтажно- наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.

6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
Раздел №1. Насосы и газодувные машины в энергоблоках АЭС			Т	
1	Введение. Место насосов и газодувных машин в схемах энергоблоков АЭС.	ПК-14 ПК-9.1	УО	
2	Лопаточные нагнетатели.	ПК-14 ПК-9.1	УО	
Раздел №1. Насосы и газодувные машины в энергоблоках АЭС			Т	
3	Особенности различных типов лопаточных нагнетателей	ПК-14 ПК-9.1	УО	
4	Нагнетатели вытеснения.	ПК-14 ПК-9.1	УО	

Т – тест, ПР – контроль практической работы

Формой аттестации по дисциплине является экзамен в традиционной форме.

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	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
2	Собеседование (устный опрос)	Средство контроля, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции [Текст] : учеб. для вузов / В. Я. Рыжкин. – Москва : Арис, 2014. – 328 с. : ил.
2. Шелегов, А. С. Насосное оборудование АЭС [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. – М. : НИЯУ МИФИ, 2011. – 348 с.
3. Шелегов, А.С. Насосное оборудование АЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. – Режим доступа:
http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426&PATH=book-mephi%2FShelegov_Nasosnoe_oborudovanie_AES_2011.pdf

Дополнительная литература

4. Якубенко, И. А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. А. Якубенко, М. Э. Пинчук. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. - 288 с.
5. Безопасность при эксплуатации атомных станций [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / ред. : Н. Н. Давиденко. - Москва : МИФИ, 2007. – Режим доступа:
http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Davidenko_Bezopasnost_pri_ekspluatcii_atomnyh_2007&page=1&Z21ID=1918195761955910305932

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://mon.gov.ru/> - официальный сайт Министерства образования и науки РФ;

<http://www.fepo.ru/> - Федеральный интернет-экзамен в сфере профессионального образования;

<http://www.viti-mephi.ru/> - официальный сайт ВИТИ НИЯУ МИФИ;

<http://www.mephi.ru/> - официальный сайт НИЯУ МИФИ (в том числе раздел сайта «Полезные ресурсы»);

www.rosatom.ru/ - официальный сайт госкорпорации «Росатом»;

www.rosenergoatom.ru - официальный сайт ОАО «Концерн Росэнергоатом»;

www.mephist.ru – портал студентов и выпускников МИФИ, учебные материалы;

<http://neo-chaos.narod.ru/books.htm> - книги, статьи, учебные материалы МИФИ;

<http://atomic-energy.ru/> - портал по атомной энергетике.

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	Введение. Место насосов и газодувных машин в схемах энергоблоков АЭС.	Учебное пособие. Насосное оборудование АЭС	Шелегов А. С., Лескин С. Т., Слободчук В. И.	2011	Биб-ка – 32 экз. http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK
2	Нагнетатели вытеснения.	Учебное пособие. Насосное оборудование АЭС	Шелегов А. С., Лескин С. Т., Слободчук В. И.	2011	в режиме свободного доступа на сайте http://libcatalog.mephi.ru

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена в НВПИ НИЯУ МИФИ учебно-методической документацией и материалами. Допуск студентов для самостоятельной подготовки также осуществляется через компьютерные классы вуза (в стандартной комплектации).

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 учебные – 15 шт.;

Стулья учебные – 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: пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практические	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций,

занятия	подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
---------	--