

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 **«Технологические системы АЭС»**

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 6 кредитов, 216 часов.

<i>Контактная работа</i>	80	часов
лекции	32	часов
практические занятия	48	часов

Самостоятельная работа **100** **часов**

Форма отчетности:

экзамен 6 семестр

Курсы: 3

Семестры: 6

Практическая подготовка **72 час**

Лекции практическая подготовка	16 час
Практика практическая подготовка	48 час
Самостоятельная работа практическая подготовка	4 часа
Контроль	4 часа

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Целью освоения дисциплины «Технологические системы АЭС» является освоение компетенций обучающегося в сфере проектирования и эксплуатации тепломеханического оборудования АЭС, работающего в составе технологических систем.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

– освоение основных особенностей работы тепломеханического оборудования, в том числе насосов, вентиляторов, теплообменников, арматуры, а также особенностей включения их в состав технологических систем, обвязки дополнительным оборудованием;

– изучение основных приёмов эксплуатации технологических систем, включая заполнение, ввод в работу, переключения и переходы, гидроиспытания, вывод в ремонт и другие необходимые режимы;

– изучение существующих технологических систем действующих АЭС, включая системы реакторного и турбинного отделения, общестанционные системы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Технологические системы АЭС» относится к Дисциплины (модули) по выбору 5 (ДВ.5) Блока 1 ОП по направлению подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика. Дисциплина является дисциплиной по выбору.

Изучение дисциплины «Технологические системы АЭС» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин в рамках бакалавриата: «Ядерные энергетические реакторы», «Турбомашины», «Гидродинамика энергетических установок», «Начертательная геометрия и инженерная графика».

Дисциплина «Технологические системы АЭС» изучается параллельно с дисциплиной «Атомные электростанции», взаимно дополняя её в части конкретных способов построения технологических систем заданного назначения.

Дисциплина «Технологические системы АЭС» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Эксплуатация АЭС», «Испытания и наладка энергетического оборудования», для проведения учебной и производственных практик, научно-исследовательской работы и написания ВКР, а также 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 данных компетенций кроме дисциплины «Неразрушающие методы контроля оборудования АЭС» 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:

З.1. методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;

З.2. методы планирования монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования;

Уметь:

У.1. разработать с помощью САПР схему технологической системы по заданному описанию, выбрать оборудование;

У.2. планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования я;

Владеть:

В.1. навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования.

В.2. навыками планирования монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 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. работы	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самостоятельная работа			
Семестр										
1	Проектирование технологических систем АЭС	1-6	12	18	–		28	УО 4	ПР 6	30/18
2	Эксплуатация технологических систем АЭС	7-12	10	18	–		34	УО 9	ПР 11	30/12
3	Технологические системы действующих АЭС	13-16	10	12	–		20	УО 13	Т 16	20/12
4	Экзамен									20
5	Итого за семестр									100

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1 Лекционные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лекционного занятия	Кол-во акад. часов
1	Проектирование технологических систем АЭС	1. Классификация оборудования и систем АЭС. Федеральные нормы и правила	2
		2. Насосное оборудование АЭС: особенности включения в схемы, обвязка, технологические ограничения	2
		3. Теплообменное оборудование АЭС: особенности включения в схемы, обвязка, технологические ограничения	2
		4. Арматура АЭС. Классификация, тре-	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание лекционного занятия	Кол- во акад. часов
		бования, особенности применения. Основные особенности эксплуатации	
		5. Средства измерения температуры, давления, расхода на АЭС. Оснащение оборудования и трубопроводов КИП	2
		6. Автоматизация технологических процессов. Защиты и блокировки технологического оборудования	2
2	Эксплуатация технологических систем АЭС	7. Заполнение и ввод технологического оборудования в работу	2
		8. Организация эксплуатации технологических систем. Функции персонала, организация и выполнение переключений. Виды эксплуатационной документации	2
		9. Испытания систем. Виды испытаний. Особенности проведения гидравлических и пневматических испытаний оборудования	2
		10. Останов и вывод в ремонт технологических систем	2
		11. Организация ремонта оборудования АЭС. Функции персонала. Техническая документация	2
3	Технологические системы действующих АЭС	12. Обзор основных систем нормальной эксплуатации реакторного отделения	2
		13. Системы безопасности АЭС с ВВЭР	2
		14-15. Обзор основных систем турбинного отделения	4
		16. Общестанционные системы АЭС	2
	Итого	32	

4.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание практического занятия	Кол-во акад. часов
1	Проектирование технологических систем АЭС (18 ч.)	Входной контроль навыков работы в САПР	2
		Выдача практического задания. Вводный инструктаж	2
		Разработка схемы включения насоса и бака	4
		Разработка схемы включения теплообменных аппаратов	4
		Разработка схемы отсоса масляных паров вентилятором	2
		Оснащение трубопроводов и оборудования средствами измерений	2
		Защита практической работы	2
2	Эксплуатация технологических систем АЭС (18 ч.)	Выдача практического задания. Знакомство с эксплуатационной документацией действующих систем	2
		Определение исходного состояния системы и разработка порядка ввода системы в работу	2
		Разработка порядка перехода между параллельно работающими теплообменниками.	4
		Разработка порядка проведения гидроиспытания системы	4
		Автоматизация технологической системы. Знакомство с Get-проектами	2
		Описание защит и блокировок технологической системы	2
		Защита практической работы	2
3	Технологические системы действующих АЭС (12 ч.)	Знакомство с альбомами схем реакторного и турбинного отделений.	2
		Изучение схемы и особенностей эксплуатации систем реакторного отделения	4
		Изучение схемы и особенностей эксплуатации систем турбинного от-	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание практического занятия	Кол-во акад. часов
		деления	
		Тест итоговый	2
Итого			48

4.2.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Проектирование технологических систем АЭС	Подготовка к зачёту и его сдача	2	—
		Самостоятельное изучение тем модуля	4	—
		Подготовка отчётных материалов по практическим и лабораторным работам	4	—
		Подготовка к аттестации раздела	2	—
2	Эксплуатация технологических систем АЭС	Подготовка к зачёту и его сдача	4	—
		Самостоятельное изучение тем модуля	4	—
		Подготовка отчётных материалов по практическим и лабораторным работам	4	—
		Подготовка к аттестации раздела	2	—
3	Технологические системы действующих АЭС	Подготовка к зачёту и его сдача	4	—
		Самостоятельное изучение тем модуля	2	—
		Подготовка к аттестации раздела	6	—
Итого			36	—

№	Наименование раздела	Тема и вопросы для самостоятельного изучения
---	----------------------	--

п/п	дисциплины (модуля)	
1	Проектирование технологических систем АЭС	Самостоятельное изучение учебного пособия для персонала АЭС и альбомов схем реакторного и турбинного отделения (10 ч.)
2	Эксплуатация технологических систем АЭС	Самостоятельное изучение инструкций по эксплуатации и программ испытаний действующих систем энергоблоков АЭС, выданных преподавателем (10 ч.) Самостоятельное изучение проектов автоматизации технологических систем АЭС, выданных преподавателем (5 ч.)

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

5.1. Образовательные технологии

При реализации программы курса «Технологические системы АЭС» используются различные (традиционная и интерактивная) образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий. Задания для решения на практических занятиях сформулированы для решения с применением офисного программного обеспечения и САПР. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для подготовки теоретического материала, материала практических занятий, решение заданий ведущего практические занятия преподавателя.

5.2. Информационные технологии

Для освоения дисциплины необходимы:

- учебная аудитория, оснащённая проектором, экраном и компьютерными рабочими местами (не менее одного рабочего места на двух обучающихся);
- программное обеспечение: средства работы с документами и электронные таблицы (Microsoft Office или Open Office), САПР (AutoCAD, КОМПАС), средство просмотра pdf.

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 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

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

З.1. методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;

З.2. методы планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования;

Уметь:

У.1. разработать с помощью САПР схему технологической системы по заданному описанию, выбрать оборудование;

У.2. планировать монтажно-наладочные работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проводить приемосдаточные испытания оборудования я;

Владеть:

В.1. навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования.

В.2. 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
1	Проектирование технологических систем АЭС	ПК-14, ПК-9.1	УО 4	ПР1 6
2	Эксплуатация технологических систем АЭС	ПК-14, ПК-9.1	УО 9	ПР2 11

3	Технологические системы действующих АЭС	ПК-14, ПК-9.1	УО 13	Т 16
---	---	---------------	-------	------

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	Практическая работа ПР1 «Разработка технологической схемы»	Задание, в котором обучающемуся предлагают разработать с применением САПР схему технологической системы АЭС в соответствии с прилагаемыми техническим описанием и требованиями к разработке	Набор исходных данных и задание, набор примерных вопросов к защите
2	Практическая работа ПР2 «Разработка эксплуатационной документации на систему АЭС»	Задание, в котором обучающемуся предлагают разработать основные разделы инструкции по эксплуатации технологической системы атомной станции, основываясь на её описании и технологической схеме	Набор исходных данных и задание, набор примерных вопросов к защите
3	Тест «Системы и оборудование энергоблока ВВЭР-1000» Т	Задание, в котором обучающийся должен выбрать верные ответы или сформулировать свои на заданные вопросы	Набор вопросов и ответов
4	Устный опрос «Технологические системы АЭС» УО	Набор вопросов по материалам разделов 1, 2, 3 дисциплины	Набор вопросов
5	Экзамен Э	Вопросы к экзамену	Набор вопросов

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Баклушин, Р.П. Эксплуатация АЭС [Электронный ресурс] / Р. П. Баклушин. - Москва : НИЯУ МИФИ. Ч.1: Работа АЭС в энергосистемах; Ч.2: Обращение с радиоактивными отходами : учебное пособие для вузов. - [Б. м.], 2011. – Режим доступа: http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Baklushin_Ekspluatatsiya_AES_2011.pdf
2. Физика и эксплуатационные режимы реактора ВВЭР-1000 [Электронный ресурс] : монография / В. И. Белозеров [и др.]. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. – Режим доступа: http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Belozerov_Fizika_i_ekspluatatsionnye_rezhimy_reaktora_VVER-1000_2014&page=1&Z21ID=1912145661955012305836
3. Якубенко, И.А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / И. А. Якубенко, М. Э. Пинчук. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. - Режим доступа: http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Yakubenko_Tehnologicheskie_processy_proizvodstva_teplovoj_2013.pdf

б) Дополнительная литература:

4. Зорин В.М. Атомные электростанции: учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012 – 672 с.
5. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С.А. Андрущечко, А.М. Афров, Б.Ю. Васильев, В.Н. Генералов, К.Б. Косоуров, Ю.М. Семченков, В.Ф. Украинцев. – М.: Логос, 2010. – 604 с.
6. Иванов В.А. Эксплуатация АЭС: учебник для вузов – СПб.: Энергоатомиздат, 1994. – 384 с.

в) Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.rosatom.ru/ - официальный сайт госкорпорации «Росатом»;
- www.rosenergoatom.ru - официальный сайт ОАО «Концерн Росэнергоатом»;
- www.mephi.ru – портал НИЯУ МИФИ с доступом к электронной библиотеке НИЯУ МИФИ;

7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Раздел(тема)	Вид издания	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Проектирование тех-	–	–	–	–

	нологических систем АЭС				
2	Эксплуатация технологических систем АЭС	Проект автоматизации системы маслоснабжения САРЗ (электронные копии)	Атомтехэнерго	–	Кафедра атомной энергетики
		Инструкции по эксплуатации систем реакторного отделения (выписки)	Ростовская АЭС	2016-2018 г.	Кафедра атомной энергетики
3	Технологические системы действующих АЭС	Альбомы схем реакторного и турбинного отделений	Ростовская АЭС	2016-2018 г.	Кафедра атомной энергетики

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Учебная дисциплина обеспечена необходимой учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети института и находится в режиме свободного доступа для студентов.

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;

Столы 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; качественно выполнять чертежи; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий, чертежей с помощью рекомендованной учебной литературы. 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.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы, выполнение графических заданий, решение задач по алгоритму.
Индивидуальное домашнее задание, выполнение практических работ	Работа с конспектом лекций, изучение рекомендуемой литературы, формулирование вопросов, которые необходимо задать преподавателю в случае, если не удастся разобраться самостоятельно. Выполнение индивидуального домашнего задания, практических работ.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций. Подготовка к ответам на контрольные вопросы, позволяющие проверить знания, полученные во время лекций и семинаров. Проверка качества усвоения пройденного материала и выявление недостаточно изученных вопросов, устранение пробелов по отдельным темам.