

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

### «Теплообменные аппараты и парогенераторы»

**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 8 кредитов, 288 часов**

	<i>всего</i>		<i>6 семестр</i>	<i>7 семестр</i>
<b><i>Контактная работа</i></b>	<b><i>128</i></b>	<b><i>часов</i></b>		
лекции	64	часа	32 час	32 час
практические занятия	48	часа	16 час	32 час
лабораторные занятия	16	часов	16	-
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>	<b><i>88</i></b>	<b><i>часа</i></b>	44 час	44 час

***Форма отчетности:***

экзамен	6	семестр
экзамен	7	семестр

**Курсы:** 3, 4

**Семестры:** 6, 7

***Практическая подготовка***      ***12 часов***

Лекции практическая подготовка      6 часов

Практика практическая подготовка      6 часов

Самостоятельная работа практическая подготовка      6 часов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является формирование знаний физических основ технологических процессов, протекающих в теплообменных аппаратах и парогенераторах АЭС.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение современных конструктивных решений в исполнении характерных узлов и элементов теплообменных аппаратов и парогенераторов АЭС;
- приобретение практических навыков в проведении теплогидравлических, компоновочных прочностных и гидравлических расчетов теплообменных аппаратов и парогенераторов АЭС с реакторами ВВЭР.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Теплообменные аппараты и парогенераторы» относится к обязательной части Блока 1., ОП по направлению 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, изучается в 6, 7 семестрах.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин ООП: Общая физика; Механика жидкости и газов; Тепломассообмен; Техническая термодинамика, Гидродинамика энергетических установок

Данная дисциплина является базой для изучения дисциплин: Монтаж и ремонт энергетического оборудования; Насосы, вентиляторы, компрессоры.

Знание ее материалов необходимо при выполнении выпускной квалификационной работы, а также при практической работе выпускников по специальности.

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

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ПК-15 – Способен выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации.

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 данной компетенции участвуют дисциплины и виды практик:

ПК-15

Теплообменные аппараты и парогенераторы  
Техническое диагностирование технологического оборудования  
Эксплуатация АЭС  
Эксплуатация турбомашин АЭС  
Учебная практика (ознакомительная)  
Учебная практика (технологическая)  
Производственная практика (эксплуатационная)  
Производственная практика (преддипломная)

#### ПК-18

Физика ядерных реакторов  
Теплообменные аппараты и парогенераторы  
Тепломассообмен  
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:**

- оборудование для замены и обеспечения проведения мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;
- демонтаж, ремонт, проверку, монтаж, наладку оборудования;
- методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов

**уметь:**

- выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;
- проводить входной контроль поступившего оборудования;
- проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды

**владеть:**

- навыками выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;
- 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 7 зачетных единицы 252 часа.

##### 4.1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	в т.ч. в интерактивной форме			
6 семестр										
1.	Назначение, классификация и основы проектирования теплообменных аппаратов	1-4	10	10	-	10	-	3УО	4Т	20
2.	Конструкции теплообменных аппаратов АЭС	5-11	12	12	-	10	-	9УО	11Т	20
3.	Теплообмен и гидродинамика теплообменных аппаратов	12-17	12	12	-	10	-	16УО	17Т	20
	Подготовка к экзамену, выполнение контрольной работы					14		Контр. раб.		
Итого за 6 семестр			32	32	-	44	-			60
Экзамен										40
Итого										100
7 семестр										

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	в т.ч. в интерактивной форме			
4.	Назначение, классификация и основы проектирования ПГ	1-4	8	8	-	10	-	3УО	4Т	20
5.	Конструкции и схемы подключения ПГ	5-9	10	10	-	10	-	8УО	9Т	20
6.	Тепловой и гидравлический расчеты ПГ	10-13	8	10	-	10	-	12УО	13Т	20
7.	Воднохимические режимы ПГ	14-17	6	6	-	10	-	16УО	17Т	20
Подготовка к экзамену						4				
Итого за 8 семестр			32	32	-	44	-			80
Экзамен										20
Итого										100
Итого за 7,8 семестр			64	64	-	88	20			

УО – устный опрос, Т – тест

## 4.2. Содержание дисциплины

### 4.2.1 Наименование тем, их содержание, объем в часах

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Выполнение (час.)	
			Ауд.	СРС
1.	Назначение, классификация и основы проектирования теплообменных аппаратов	<p>Классификация теплообменных аппаратов. Варианты конструктивного выполнения поверхностей нагрева.</p> <p>Схемы движения сред: прямоток, противоток, перекрестный ток с противотоком. Многоходовое течение: в межтрубном пространстве, во внутритрубном пространстве. Схемы течения в регенераторах. Конструктивные формы трубчатки. Матричные теплообменники. Тепло –и массообмен в теплообменниках. Интенсификация теплообмена при течении однофазного потока. Интенсификация теплообмена при кипении. Интенсификация теплообмена при конденсации.</p>	4	2
2.	Конструкции теплообменных аппаратов АЭС	<p>Теплообменные аппараты электростанций.</p> <p>Классификация теплообменных аппаратов. Основные подходы к выбору и проектированию теплообменного аппарата. Необходимость</p>	6	4

		<p>введения экономайзерной и пароперегревательной поверхностей нагрева</p> <p>Основные узлы и принцип работы. Технические решения, используемые при проектировании. Требования предъявляемые к теплоносителям. Основные подходы к выбору и проектированию теплообменного аппарата. Теплообменники САОЗ. Теплообменники системы подпитки – продувки теплоносителя ВВЭР-1000. Теплообменники системы продувки второго контура АЭС с ВВЭР.. Промежуточный теплообменник реактора БН-600. Сепаратор – пароперегреватель турбины энергоблока с ВВЭР-1000. Конденсаторы турбин. Струйные аппараты. Испарители поверхностного типа для термического обессоливания воды. Конструкционные материалы ТО разного типа. Ограничения при проектировании и при эксплуатации ТО</p>		
3.	Теплообмен и гидродинамика теплообменных аппаратов	<p>Классификация теплообменных аппаратов. Методика теплового расчета. Определение тепловой мощности, величины поверхности теплообмена</p> <p>Методика компоновочного расчета поверхности нагрева, определение характерных размеров элементов теплообменного аппарата.</p>	6	4
4.	Назначение, классификация и основы проектирования ПГ	<p>Основные положения и алгоритм теплового и гидравлического расчетов: однофазное течение, двухфазное течение. Закономерности теплообмена при парообразовании, при конденсации пара. Компоновка поверхности теплообмена. Методика компоновочного расчета поверхности нагрева, определение характерных размеров элементов парогенератора</p> <p>Методы получения «сухого» пара. Гравитационно-осадительная сепарация, жалюзийные и осевые сепараторы. Расчет сепарационных устройств ПГ</p>	8	10
5.	Конструкции и схемы подключения ПГ	<p>Основные узлы и принцип работы ПГ. Технические решения, используемые при проектировании ПГ. Требования предъявляемые к теплоносителям. Теплофизические свойства теплоносителей, их влияние на параметры паротурбинного цикла.</p> <p>Выбор параметров теплоносителей. Выбор параметров теплоносителя и рабочего тела для АЭС с ВВЭР. Определение максимального давления рабочего тела, давления теплоносителя</p>	10	10

		Требования, предъявляемые к материалам парогенераторов.		
6.	Тепловой, гидравлический и прочностной расчеты ПГ	<p>Тепловой расчет парогенераторов АЭС. Методика теплового расчета. Определение тепловой мощности, величины поверхности теплообмена</p> <p>Расчет парогенератора на прочность. Расчет по выбору основных размеров. Определение необходимой толщины обечаек корпуса парогенератора, сверленной и несверленной частей коллектора первого контура, эллиптических днищ.</p> <p>Гидравлический расчет парогенераторов.</p>	8	10
7.	Воднохимические режимы ПГ	<p>Виды коррозии. Коррозия в парогенераторе. Механизм электрохимической коррозии. Коррозия конструкционных материалов. Классификация. Вода как растворитель, структура воды, ионное произведение воды и показатель водородных ионов. Механизм электрохимической коррозии. Активаторы коррозионного процесса. Водородная деполяризация катодных участков. Кислородная деполяризация катодных участков в кислой и щелочной средах.</p> <p>Методы защиты оборудования от коррозии. Методы защиты от коррозии: химическое обескислороживание воды, обескислороживание гидразином, предотвращение углекислотной коррозии, поддержание щелочной реакции среды.</p> <p>Водный режим теплоносителей АЭС с ВВЭР. Поступление примесей в воду. Водный режим, определение. Требования к химическому составу теплоносителей.</p>	6	10

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

Учебным планом предусмотрено 16 часа практических занятий в 6 семестре.

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ			
	№ п/п	Наименование практического занятия	Выполнение (час.)	
			Ауд.	СРС
Назначение, классификация и основы проектирования теплообменных аппаратов	1	Составление $t - Q$ диаграммы теплообменников разного типа	4	1
	2	Расчет $t - Q$ диаграммы	4	1
Конструкции	1	Расчет тепловой мощности теплообменников	2	2

теплообменных аппаратов АЭС	2	Предварительный конструкторский расчет теплообменников	2	2
Теплообмен и гидродинамика теплообменных аппаратов	1	Расчет коэффициента теплопередачи и температурного напора	2	2
	2	Анализ теплогидравлической устойчивости	2	2
Итого:			16	10

Учебным планом предусмотрено 32 часа практических занятий в 7 семестре.

РАЗДЕЛ ДИСЦИПЛИНЫ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ			
	№ п/п	Наименование практического занятия	Выполнение (час.)	
			Ауд.	СРС
Назначение, классификация и основы проектирования ПГ	1	Составление $t - Q$ диаграммы ПГ разного типа	4	2
	2	Расчет $t - Q$ диаграммы	2	
Конструкции и схемы подключения ПГ	1	Предварительный конструкторский расчет ПГ	4	2
	2	Расчет тепловой мощности ПГ	4	
	3	Расчет паропроизводительности ПГ	4	
Тепловой, гидравлический и прочностной расчеты ПГ	1	Расчет $\alpha$ по воде второго контура в межтрубном пространстве при развитом кипении	2	2
	2	Расчет $\alpha$ по воде первого контура	2	
	3	Расчет коэффициента теплопередачи и температурного напора	2	
	4	Расчет поверхности теплосъема	2	
Воднохимические режимы ПГ	1	Водный режим теплоносителей АЭС с ВВЭР.	4	2
	2	Водный режим, определение. Требования к химическому составу теплоносителей.	2	
Итого:			32	8

#### 4.2.3 Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для более глубокого понимания разделов изучаемой дисциплины, подготовку к практическим работам и выполнение индивидуального домашнего задания.

Самостоятельная работа студента (СРС)	<b>Семестр 6</b>
Изучение теоретического материала (задания лектора)	20
Подготовка к практическим занятиям	10
Подготовка к экзамену	14
Итого за 6 семестр	
	44
	<b>Семестр 7</b>
Изучение теоретического материала (задания лектора)	30

подготовка к практическим занятиям	
Подготовка к экзамену	14
Итого за 7 семестр	44
Всего за 6,7 семестры	88

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

### **5.1 Образовательные технологии**

При реализации программы дисциплины «Теплообменные аппараты и парогенераторы» используются различные образовательные технологии: чтение лекций, проведение практических занятий, организация самостоятельной образовательной деятельности, организация и проведение консультаций, проведение экзамена, а также интерактивные формы обучения.

Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий. Практические занятия проводятся по индивидуальным заданиям.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса широко используются тестовые технологии, то есть специальный банк вопросов, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам и к практическим занятиям, изучение теоретического материала по заданию преподавателя.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ входного, текущего контроля и промежуточной аттестации**

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-15 – Способен выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации.

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 освоения дисциплины студенты, для формирования данных компетенций должны:

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

З1- оборудование для замены и обеспечения проведения мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;

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

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

**уметь:**

У1- выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;

У2- проводить входной контроль поступившего оборудования;

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

**владеть:**

В1- навыками выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;

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.

Формы аттестации по дисциплине: УО, контрольная работа, экзамен

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	2	3	4
1	Тесты	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Тесты содержат 5 вопросов в открытой, закрытой форме или на соответствие. Тематика вопросов соответствует разделу	Комплекты тестов по каждому разделу для текущей успеваемости

2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	Контроль практических работ	Средство проверки выполнения индивидуальных заданий на практические занятия	Варианты индивидуального задания на практические занятия и график выполнения заданий (из КТП)
4	Устный опрос	Средство контроля усвоения лекционного материала и оценки способности решать практические задачи по теме или разделу	Комплект вопросов по разделам дисциплины
5	Лабораторное занятие	Работа с конспектом лекций по теме занятия. Выполнение отчета по лабораторной работе согласно методическим указаниям. Обработка результатов, полученных в ходе лабораторного исследования, формулирование и написание выводов по работе.	

Для текущего контроля успеваемости используются различные виды тестов, устные опросы, защита курсовой работы.

Аттестация по дисциплине – экзамен.

Оценка за освоение дисциплины, определяется как оценка за экзамен.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

#### **Основная литература**

1. Липов, Ю. М. Котельные установки и парогенераторы [Текст] : учеб. для вузов / Ю. М. Липов, Ю. М. Третьяков. - Стер. изд. - Москва : Альянс, 2016. - 592 с.
2. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции [Текст] : учеб. для вузов / В. Я. Рыжкин. – Москва : Арис, 2014. – 328 с. : ил.
3. Исаченко, В. П. Теплопередача [Текст] : учеб. для вузов / В. П. Исаченко, В. А. Лсипова, А. С. Сукомел. – Москва : Арис, 2014. – 416 с. : ил.
4. Теплообмен в ядерных энергетических установках [Электронный ресурс] : сборник задач: учебное пособие для вузов / В. В. Архипов [и др.] ; ред. В. И. Деев. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – Режим доступа: [http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?PATH=book-mephi%2FDeeva\\_Teploobmen\\_v\\_yadernyh\\_energeticheskikh\\_ustanovkah\\_2010.pdf&Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?PATH=book-mephi%2FDeeva_Teploobmen_v_yadernyh_energeticheskikh_ustanovkah_2010.pdf&Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426)

#### **Дополнительная литература**

5. 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.
6. Теплотехника: учебник для студ. высш. учеб. заведений / М.Г. Шатров, И.Е. Иванов, С.А. Пришвин и др.; под ред. М.Г. Шатрова. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. - 288 с.
7. Теплообмен в ядерных энергетических установках. Сборник задач [Текст] : учеб. пособие для вузов / [В. В. Архипов и др.]; под ред. В. И. Деева. – М. : НИЯУ МИФИ, 2010. – 128 с.
8. Маслов, Ю.А. Моделирование теплогидравлических процессов в реакторных установках и элементах теплообменного оборудования ЯЭУ [Электронный ресурс] : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / Ю. А. Маслов, И. Г. Меринов, Н. О. Рябов. - Москва : МИФИ, 2008. – Режим доступа:  
[http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?ПАТН=book-mephi%2FMaslov\\_Modelirovanie\\_teplogidravlicheskih\\_processov\\_v\\_reaktornyh\\_ustanovkakh\\_2008.pdf&Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426](http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?ПАТН=book-mephi%2FMaslov_Modelirovanie_teplogidravlicheskih_processov_v_reaktornyh_ustanovkakh_2008.pdf&Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426)
9. 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.
10. Теплообмен в ядерных энергетических установках [Текст]: учеб. пособие для вузов / Б. С. Петухов, Л. Г. Генин, С. А. Ковалев, С. Л. Соловьев. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Изд-во МЭИ, 2003. - 548 с.
11. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС [Текст] - М.: Изд. МЭИ, 2002. – 260 с.
12. Кириллов, П.Л. Справочник по теплогидравлическим расчетам [Текст] / Ю.С. Юрьев, В.П. Бобков.– М.: Энергоатомиздат, 1990. – 360 с.
13. Кириллов, П.Л. Справочник по теплогидравлическим расчетам [Текст] / Ю.С. Юрьев, В.П. Бобков.– М.: Энергоатомиздат, 1984. – 296 с.

*Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:*

- информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети;
- информационное и программное обеспечение глобальной сети Internet.

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

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

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.

Виртуальный учебный комплекс " Турбинное отделение АЭС"

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: помечать 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 реко-

	<p>мендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p>