

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.  
 «30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2016 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций</b>			
Направление подготовки/ специальность	<b>14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Nuclear power plants: design, operation and engineering / Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг</b>		
Специализация	<b>Design and operation of nuclear power plants / Проектирование и эксплуатация атомных станций</b>		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	<b>5</b>	семестр	<b>9,10*</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	<b>24</b>	
	Практические занятия	<b>24</b>	
	Лабораторные занятия	<b>16</b>	
	ВСЕГО	<b>64</b>	
Самостоятельная работа, ч		<b>152</b>	
ИТОГО, ч		<b>216</b>	

Вид промежуточной аттестации	<b>экзамен 9 дифзачет 10</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>НОЦ И.Н. Бутакова</b>
------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	------------------------------

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		<b>Заворин А.С.</b>
		<b>Лавриненко С.В.</b>
		<b>Воробьев А.В.</b>

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-6	владением основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования ();	Р14	ПК(У)- 6.В1	Владеет опытом использования методов расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин
			ПК(У)- 6.У1	Умеет проводить расчеты на прочность элементов конструкций, механизмов и машин
			ПК(У)- 6.З1	Знает методы расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин
ПК(У)-27	способностью организовывать экспертизу технической документации, готовностью к исследованию причин неисправностей оборудования, принятию мер по их устранению	Р13	ПК(У)- 27.В1	Владеет опытом анализа технической документации, характеристик основного и вспомогательного оборудования АС, причин нарушений в его работе и способов их устранения
			ПК(У)- 27.У1	Умеет определять и анализировать характеристики основного и вспомогательного оборудования, нарушения в его работе и способы их устранения
			ПК(У)- 27.З1	Знает характеристики основного и вспомогательного оборудования АС, возможные неисправности оборудования, их причины и способы устранения
ПСК(У)-1.5	готовностью к разработке проектов элементов и систем АС и ЯЭУ с целью их модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий	Р14	ПСК(У)-1.5.В1	Владеет опытом использования знаний по теоретическим основам функционирования, технологическим схемам, конструкциям и характеристикам оборудования основных типов АС при проектировании
			ПСК(У)-1.5.У1	Умеет применять знания по теоретическим основам функционирования, технологическим схемам, конструкциям и характеристикам оборудования основных типов АС при проектировании
			ПСК(У)-1.5.З1	Знает теоретические основы функционирования, технологические схемы, конструкции и характеристики оборудования основных типов АС

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Применять знания основных теплогидравлических и конструктивных характеристик тепломеханического и вспомогательного оборудования АЭС для анализа и расчета протекающих в них процессов.	ПСК(У)-1.5
РД2	Уметь составлять схемы и математические модели процессов в тепломеханическом и вспомогательном оборудовании АЭС различного типа, определять эффективность работы этого оборудования	ПСК(У)-1.5
РД3	Использовать данные технической документации и других информационных источников по тематике, связанной с проектированием и эксплуатацией тепломеханического и вспомогательного оборудования АЭС, для обеспечения его	ПК(У)-27

	надежной работы.	
РД4	Владеть современными методами и средствами проектирования для выполнения конструкторских и поверочных теплогидравлических и механических расчетов образцов тепломеханического и вспомогательного оборудования АЭС	ПК(У)-6

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1 Введение.	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 2. Теплообменное оборудование системы регенеративного подогрева питательной воды	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	22
Раздел 3. Деаэраторы.	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	22
Раздел 4. Масло- и газоохладители	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	22
Раздел 5. Испарители	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	22
Раздел 6. Нагнетательные аппараты АЭС.	РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	22
Раздел 7. Выбор теплообменного оборудования, насосов и вентиляторов	РД4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	22

Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Введение

Значение и роль тепломеханического и вспомогательного оборудования на современных АЭС. Требования и типы тепломеханического и вспомогательного оборудования.

##### Темы лекций:

1. Введение

##### Темы практических занятий:

1. Требования и типы тепломеханического и вспомогательного оборудования
2. Значение и роль тепломеханического и вспомогательного оборудования

##### Названия лабораторных работ:

1. Исследования (компьютерные) эффективности теплоизолирующих конструкций;

2. Исследование работы теплообменного аппарата.

## **Раздел 2. Теплообменное оборудование системы регенеративного подогрева питательной воды**

Теплообменное оборудование поверхностного типа. Типы и конструкции поверхностных регенеративных и сетевых подогревателей, основы их теплового и гидравлического расчета.

Теплообменное оборудование смешивающего типа. Типы и конструкции смешивающих подогревателей. Особенности расчета смешивающих подогревателей.

### **Темы лекций:**

2. Теплообменное оборудование системы регенеративного подогрева питательной воды
3. Типы и конструкции подогревателей.

### **Темы практических занятий:**

3. Тепловой и гидравлический расчет поверхностных и сетевых подогревателей
4. Особенности расчета смешивающих подогревателей

## **Раздел 3. Деаэраторы**

Назначение деаэраторов. Теоретические основы деаэрации воды. Типы и конструкции деаэраторов.

Расчет тепломассообмена в струйных отсеках деаэраторов. Расчет барботажных устройств деаэраторов.

### **Темы лекций:**

4. Деаэраторы.
5. Теоретические основы деаэрации воды

### **Темы практических занятий:**

5. Расчет тепломассообмена в струйных отсеках деаэраторов.
6. Расчет барботажных устройств деаэраторов

### **Названия лабораторных работ:**

3. Исследования (компьютерные) эффективности различных способов интенсификации теплообмена;
4. Расчет температурного поля в тепловыделяющих элементах

## **Раздел 4. Масло- и газоохладители**

Назначение, типы, конструкции. Особенности теплогидравлического расчета

### **Темы лекций:**

6. Масло- и газоохладители.

## **Раздел 5. Испарители**

Назначение, типы и конструкции испарителей. Водный режим и теплогидравлический расчет испарителей; расчет устройств очистки пара.

Назначение, типы и конструкция выпарных аппаратов. Особенности теплогидравлического расчета.

### **Темы лекций:**

7. Испарители.
8. Водный режим и теплогидравлический расчет испарителей

**Темы практических занятий:**

7. Теплогидравлический расчет испарителя
8. Теплогидравлический расчет выпарных установок

**Названия лабораторных работ:**

5. Натурные испытания пластинчатого подогревателя;
6. Натурные испытания выпарной установки

**Раздел 6. Нагнетательные аппараты АЭС**

Классификация нагнетательных аппаратов. Типы насосов АЭС. Основные параметры и характеристики насосов. Режимы работы насосов. Кавитация в насосах.

Назначение, типы, конструкции и характеристики вентиляционного оборудования АЭС. Режимы работы и способы регулирования вентиляторов.

**Темы лекций:**

9. Нагнетательные аппараты АЭС.
10. Режимы работы нагнетательных аппаратов

**Темы практических занятий:**

9. Особенности расчета нагнетательных аппаратов.
10. Кавитация в насосах

**Раздел 7. Выбор теплообменного оборудования, насосов и вентиляторов****Темы лекций:**

- 11,12. Выбор теплообменного оборудования, насосов и вентиляторов.

**Темы практических занятий:**

- 11,12. Выбор теплообменного оборудования, насосов и вентиляторов.

**Название лабораторных работ :**

7. Натурные испытания конденсатора (сетевого подогревателя).
8. Натурные испытания нагнетательных аппаратов.

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- Подготовка к контрольной работе, экзамену.

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины****6.1 Учебно-методическое обеспечение****Основная литература:**

1. Бродов, Ю. М. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Бродов Ю. М. , Аронсон К. Э. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2008. - ISBN 978-5-383-01111-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011119.html> (дата обращения: 11.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Дячек, П. И. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебное пособие / Дячек П. И. - Москва : Издательство АСВ, 2013. - 432 с. - ISBN 978-5-93093-784-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937848.html> (дата обращения: 11.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

#### **Дополнительная литература:**

1. Зорин, В. М. Атомные электростанции : учебное пособие / Зорин В. М. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. - ISBN 978-5-383-01178-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011782.html> (дата обращения: 11.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Шелегов, А. С. Насосное оборудование АЭС : учебное пособие / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 348 с. — ISBN 975-5-7262-1499-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75747> (дата обращения: 10.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) – <http://www.rosatom.ru/>
2. «Концерн Росэнергоатом», ОАО (компания, эксплуатирующая АЭС России, Москва) – <http://www.rosenergoatom.ru/>
3. Атомстройэкспорт, ЗАО (строительство и эксплуатация АЭС за рубежом, Москва) – <http://www.atomstroyexport.ru/>
4. ИБРАЭ — Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (Москва) – <http://www.ibrae.ac.ru/>
5. НИКИЭТ им. Н. А. Доллежала (Москва) – <http://www.nikiet.ru/>
6. Всероссийский научно-исследовательский институт атомного энергетического машиностроения (ОАО «ВНИИАМ») – <http://www.vniiam.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

- Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;
- Visual C++ Redistributable Package;
- Mozilla Public License 2.0;
- K-Lite Codec Pack;
- GNU Lesser General Public License 3;
- GNU Affero General Public License 3;
- Chrome;
- Berkeley Software Distribution License 2-Clause

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,38	– Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; – Крепление для проектора Perless PRG-UNV - 1 шт.; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,31	– Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; – Шкаф для одежды - 1 шт.; – Шкаф для документов - 1 шт.; – Тумба стационарная - 1 шт.; – Стол письменный - 1 шт.; – Компьютер - 16 шт.; – Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 32	– Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; – Компьютер - 20 шт.; – Проектор - 1 шт.

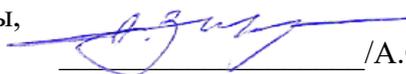
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (приема 2016 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Степень	ФИО
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова	к.т.н.	А.В. Воробьев

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС (протокол от 11.02.2016 г. № 2).

Заведующий кафедрой - руководитель  
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры,  
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2017/2018 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	№ 19 от 18.05.2017
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС 5. Изменена система оценивания	№ 11 от 19.06.2018
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	№ 29 от 30.05.2019