

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


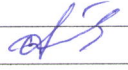

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИШЭ

Матвеев А.С.  
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Теплообменное оборудование ТЭС и АЭС			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
	Инженерия теплоэнергетики и теплотехники		
	Тепловые электрические станции		
	Бакалавр		
	Курс	4	семестр
Трудоемкость в кредитах (зачетных единиц)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		22
	Практические занятия		11
	Лабораторные занятия		11
	ВСЕГО		44
Самостоятельная работа, ч		64	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н.Бутакова
------------------------------	---------	------------------------------	------------------

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Заворин А.С.
		Антонова А.М.
		Коротких А.Г.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-4	Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	И.ОПК(У)-4.3	Выполняет расчеты на прочность элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы	ОПК(У)-4.3В1	Владеет опытом расчета на прочность элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы
				ОПК(У)-4.3У1	Умеет рассчитывать на прочность элементы теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы
				ОПК(У)-4.3З1	Знает алгоритмы расчетов на прочность элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы
ПК(У)-5	Способен проектировать объекты теплоэнергетики и тепломеханическое оборудование тепловых электростанций	И.ПК(У)-5.1	Применяет при конструировании знание закономерностей процессов, происходящих в паровых котлах, паровых и газовых турбинах, тепломеханическом оборудовании и ТЭС в целом	ПК(У)-5.1В1	Владеет опытом использования основных законов и уравнений процессов, происходящих в теплоэнергетических установках
				ПК(У)-5.1У1	Умеет использовать основные законы и уравнения процессов, происходящих в оборудовании ТЭС
				ПК(У)-5.1З1	Знает закономерности процессов, происходящих в оборудовании ТЭС и электростанции в целом
		И.ПК(У)-5.2	Выполняет технические расчеты элементов оборудования и ТЭС в целом	ПК(У)-5.2В1	Владеет опытом постановки задачи, проведения расчетов тепловых схем и оборудования ТЭС и анализа результатов
				ПК(У)-5.2У1	Умеет делать постановку задачи, рассчитывать тепловые схемы и элементы оборудования ТЭС и анализировать результаты
				ПК(У)-5.2З1	Знает принципы постановки задачи, методики и алгоритмы расчетов ТЭС и ее оборудования (паровых котлов, паровых и газовых турбин тепломеханического оборудования)

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной. части, модуль специализации 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			Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование		
РД1	Классифицировать и понимать устройство, назначение, принцип работы теплообменного оборудования электростанций.	И.ОПК(У)-4.3 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2	
РД2	Рассчитывать схемы, параметры теплоносителей, основные геометрические размеры и определять конструкцию теплообменного оборудования электростанций.	И.ОПК(У)-4.3 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2	
РД3	Выполнять теплогидравлические, поверочные и конструкторские расчеты, анализировать эффективность работы теплообменного оборудования.	И.ОПК(У)-4.3 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2	
РД4	Определять количество и составлять схему включения теплообменного оборудования электростанций.	И.ОПК(У)-4.3 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2	

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

##### **Раздел 1. Тепловые схемы и оборудование электростанций**

Назначение и типы электростанций. Графики тепловых и электрических нагрузок электростанций. Принципиальные тепловые схемы тепловых и атомных электростанций. Виды и классификация вспомогательного теплообменного оборудования и паропроизводящих установок на современных электростанциях.

##### **Темы лекций:**

1. Типы электростанций. Принципиальные тепловые схемы тепловых и атомных электростанций.
2. Основные виды и классификация вспомогательного теплообменного оборудования на современных электростанциях.

##### **Темы практических занятий:**

1. Расчет и построение графиков тепловых нагрузок.

##### **Раздел 2. Регенеративные и сетевые подогреватели**

Типы регенеративных и сетевых подогревателей. Конструкции подогревателей низкого давления поверхностного и смешивающего типа. Подогреватели высокого давления. Схемы включения подогревателей в систему регенеративного подогрева. Конструкции сетевых подогревателей. Схемы сетевых установок на ТЭЦ и ГРЭС. Тепловой и гидравлический расчет регенеративных и сетевых подогревателей. Определение основных геометрических размеров подогревателей. Выбор подогревателей.

##### **Темы лекций:**

3. Регенеративные подогреватели низкого давления.
4. Регенеративные подогреватели высокого давления.
5. Сетевые подогреватели.
6. Теплогидравлический расчет подогревателей.

##### **Темы практических занятий:**

2. Расчет поверхностного пароводяного камерного подогревателя.
3. Расчет коллекторно-спирального подогревателя.

##### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование процесса теплообмена в пластинчатом подогревателе.
2. Влияние режимных параметров на работу подогревателя.

##### **Раздел 3. Деаэраторы. Испарительные установки**

Термическая деаэрация. Классификация и конструкции деаэраторов. Схемы включения деаэраторов. Колонки струйного и струйно-барботажного атмосферных деаэраторов, повышенного давления. Барботажное устройство. Расчет струйного и барботажного отсеков деаэраторов. Типы испарителей и их конструкции. Схемы включения испарителей. Расчет и выбор испарителей. Расчет теплообменного оборудования на прочность.

##### **Темы лекций:**

7. Классификация и конструкции деаэраторов.
8. Расчет струйного и барботажного отсеков деаэраторов.
9. Испарительные установки.
10. Расчет испарителя.
11. Расчет теплообменного оборудования на прочность.

##### **Темы практических занятий:**

4. Расчет струйного отсека деаэратора.
5. Расчет барботажного отсека деаэратора.
6. Расчет скорости циркуляции в испарителе.

#### **Название лабораторных работ :**

3. Исследование процесса теплообмена в кожухотрубном теплообменном аппарате.
4. Исследование процесса истечения газа из суживающегося сопла.

### **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, электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического и дополнительного материалов, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических работ;
- Подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к контрольной работе, коллоквиуму, экзамену.

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

#### **6.1 Учебно-методическое обеспечение**

1. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС: учебное пособие для вузов. – М. : Издательский дом МЭИ, 2018 . – 270 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011935.html>.
2. Галашов Н.Н. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций: электронное учебное пособие [Электронный ресурс]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 316 с. – Режим доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m411.pdf>.
3. Теплообменные аппараты ТЭС: справочник. Книга 1 / Даминов А.З., Кирсанов Ю.А., Ковальногов Н.Н., Молочников В.М., Назмеев Ю.Г., Николаев А.Н. – М.: МЭИ, 2017. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011409.html>.
4. Теплообменные аппараты ТЭС: справочник. Книга 2 / Кирсанов Ю.А., Ковальногов Н.Н., Мингалеева Г.Р., Михеев Н.И., Назмеев Ю.Г., Шамсутдинов Э.В. – М.: МЭИ, 2017. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011416.html>.

#### **Дополнительная литература:**

1. Зорин В.М. Атомные электростанции: учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2012. – 670 с. – Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C234281>.
2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: учебник для вузов. – Москва: АРИС, 2014. – 417 с. – Режим доступа: <https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks171117>.
3. Коротких А.Г. Теплопроводность материалов: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 97 с. – Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m268.pdf>.
4. Антонова А.М., Воробьев А.В. Атомные электростанции: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 275 с. – Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext3/m/2010/m43.pdf>.

5. Клименко А.В., Зорин В.М. Теплоэнергетика и теплотехника Книга 3. Тепловые и атомные электростанции: учебное пособие. – М.: МЭИ, 2017. – 115 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html>.

6. Теплогидравлические модели оборудования электрических станций / Под общ. редакцией Г.А. Филиппова, Ф.Ф. Пащенко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 448 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/59703/#2>.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Коротких А.Г. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций. Модуль 1 // <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1481>.
2. Как работает ТЭЦ? Технология производства энергии // <https://www.youtube.com/watch?v=3lpwxVTkpQo>.
3. Тепловая электростанция // [https://ru.wikipedia.org/wiki/Тепловая электростанция](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тепловая_электростанция).
4. Теплообменное оборудование // <http://www.tehnoto.ru/>.
5. Типы и схемы включения регенеративных подогревателей // <http://nuclearfactor.ru/energy/aes/18-54.html>.
6. Принцип работы деаэратора // <https://www.youtube.com/watch?v=fpVVg8uFINc>.
7. Подогреватели сетевой воды в системах теплоснабжения ТЭС и АЭС // [https://openedu.urfu.ru/files/book/Глава\\_№204.html](https://openedu.urfu.ru/files/book/Глава_№204.html).

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

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Zoom Zoom

## 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	Крепление для проектора Perless PRG-UNV - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 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. WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций,	Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.; Проектор - 1 шт.

	текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 32	
4.	Лаборатория физического моделирования Лекционная аудитория 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30а, корпус № 4, 101Б, В	6 теплообменников, 5 теплообменных контуров, 4 электрических котла, 5 тепловентиляторов, 1 паровой котел, 1 деаэрактор, 2 насосных установки, измерительные арматура и приборы, 1 компрессор, программное обеспечение управления схемой. 1. Лабораторный стенд по испытанию центробежного насоса. Лабораторный стенд по испытанию группы насосов. Лабораторный стенд по испытанию центробежного вентилятора. Лабораторный стенд по испытанию параллельной работы центробежных вентиляторов

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Тепловые электрические станции» (прием 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор НОЦ И.Н. Бутакова		А.Г. Коротких

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 44 от 26.06.2020).

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

 /Заворин А.С./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

<b>Учебный год</b>	<b>Содержание /изменение</b>	<b>Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)</b>