

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 2017 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

<b>Технология централизованного производства электроэнергии</b>			
Направление подготовки/ специальность	<b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Теплоэнергетика и теплотехника</b>		
Специализация	<b>Тепловые электрические станции</b>		
Уровень образования	<b>Бакалавр</b>		
Курс	<b>4</b>	семестр	<b>7</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>3</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	<b>8</b>	
	Практические занятия	<b>6</b>	
	Лабораторные занятия	<b>4</b>	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>	
Самостоятельная работа, ч		<b>90</b>	
ИТОГО, ч		<b>108</b>	

Вид промежуточной аттестации	<b>Экз., ДЗ, КП</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>Антонова А.М.</b>
			<b>Мартышев В.Н.</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)-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Р13	ПК(У)-2.В5	Владеет опытом исследования зависимостей эффективности теплоэнергетических установок от термодинамических параметров
			ПК(У)-2.В6	Владеет опытом определения показателей теплоэнергетических установок
			ПК(У)-2.У5	Умеет использовать основные законы и уравнения процессов, происходящих в оборудовании ТЭС
			ПК(У)-2.У6	Умеет рассчитывать тепловые схемы энергетических установок и анализировать результаты
			ПК(У)-2.35	Знает устройство, принцип действия оборудования теплоэнергетических установок и особенности происходящих в нем процессов
			ПК(У)-2.36	Знает методики расчета тепловых схем энергетических установок

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части, модуль направления подготовки 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	Знает критерии и способы достижения эффективности теплоэнергетических установок	ПК(У)-2
РД2	Знать основные технологии преобразования энергии топлива, принцип действия и устройство основных элементов технологических схем электрических станций	ПК(У)-2
РД3	Владеет методиками расчета тепловых схем и выбора энергетического оборудования	ПК(У)-2
РД4	Проводит анализ рационального использования топливно-энергетических ресурсов при централизованном производстве электроэнергии и теплоты	ПК(У)-2

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 (модуль) 1. Технологические схемы и процессы производства электроэнергии	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	5
Раздел (модуль) 2. Показатели работы ТЭС	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	5
Раздел (модуль) 3. Параметры пара и промперегрев	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	5
Раздел (модуль) 4. Регенеративный подогрев питательной воды на ТЭС	РД1 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	5
Раздел (модуль) 5. Отпуск теплоты от ТЭЦ	РД4	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	5
Раздел (модуль) 6. Вспомогательное оборудование и системы	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	5

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

##### Раздел 1. Технологические схемы и процессы производства электроэнергии

Энергетические ресурсы: возобновляемые и невозобновляемые. Топливо: органическое и ядерное. Топливные циклы: производство, транспорт, использование, отходы. Графики электрической нагрузки. Циклы паротурбинных установок (ПТУ). Пути повышения КПД ПТУ. Газотурбинные установки (ГТУ). Способы повышения КПД ГТУ. Схема, цикл и КПД ГТУ со ступенчатым сжатием, ступенчатым сгоранием, регенерацией, теплофикацией. Парогазовые установки (ПГУ). Типы ПГУ и их эффективность. Утилизационные ПГУ, устройство и работа котла-утилизатора.

##### Темы практических занятий:

1. Параметры пара в процессе расширения его в турбине.

##### Названия лабораторных работ:

1. Изучение элементов тепловой схемы КЭС

## **Раздел 2. Показатели работы ТЭС**

Показатели общей экономичности ТЭС. Показатели тепловой экономичности КЭС. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ.

### **Темы практических занятий:**

1. Сравнение раздельной и комбинированной выработки электроэнергии и теплоты на ТЭС

### **Названия лабораторных работ:**

2. Изучение элементов тепловой схемы ТЭЦ

## **Раздел 3. Параметры пара и промперегрев**

Влияние начальных параметров пара на экономичность циклов ПТУ. Влияние конечных параметров пара на экономичность циклов ПТУ. Способы промежуточного перегрева пара на ТЭС и АЭС. Назначение промперегрева и схемы ПТУ с промперегревом. Оптимальное давление пара в схемах ПТУ с газовым промперегревом. Способы снижения конечной влажности пара в турбоустановках АЭС. Оптимальное разделительное давление.

### **Темы практических занятий:**

1. Выбор оптимальных параметров парового и газового промперегрева

### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование влияния параметров рабочего тела на экономичность циклов ПТУ

## **Раздел 4. Регенеративный подогрев питательной воды (РППВ) на ТЭС**

Энергетическая эффективность РППВ. КПД и мощность ПТУ с регенеративными отборами. Типы регенеративных подогревателей. Тепловые балансы регенеративных подогревателей. Расчет параметров регенеративного подогрева. Влияние числа ступеней на эффективность РППВ. Оптимальная температура питательной воды. Распределение подогрева по ступеням.

### **Темы практических занятий:**

1. Эффективность ступенчатого регенеративного подогрева

### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование системы регенеративного подогрева питательной воды низкого давления
2. Исследование системы регенеративного подогрева питательной воды высокого давления

## **Раздел 5. Отпуск теплоты от ТЭЦ**

Графики тепловых нагрузок. Отпуск тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Температурный график теплосети. Коэффициент теплофикации. Сетевая подогревательная установка. Схемы отпусков теплоты из регулируемых и нерегулируемых отборов ПТУ. Отпуск технологического пара. Влияние температуры наружного воздуха на показатели работы теплофикационных турбин.

### **Темы практических занятий:**

1. Режимы работы теплофикационных турбин

### **Названия лабораторных работ:**

1. Составление и расчет реальной тепловой схемы

## **Раздел 6. Вспомогательное оборудование и системы**

Подготовка рабочего тела на ТЭС. Деаэрационные установки. Испарительные установки. Система техводоснабжения. Развернутая тепловая схема. Трубопроводы и арматура. Типы привода питательного насоса. Выбор вспомогательного оборудования.

#### **Темы практических занятий:**

1. Сравнение одно- и двухподъемной схем включения питательных насосов ТЭС

### **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, расчетно-графических работ
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям
- Выполнение курсового проекта
- Подготовка к контрольной работе, защите КП и экзамену

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

#### **Основная литература**

1. Стерман Л.С., Тепловые и атомные электрические станции : учебник для вузов / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. - 6-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01419-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html> (дата обращения: 02.12.2020). Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Клименко А. В. Теплоэнергетика и теплотехника. В 4 книгах. Книга 3. Тепловые и атомные электростанции / А. В. Клименко – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента». – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html> (дата обращения: 11.08.2019). Режим доступа: для авториз. пользователей
3. Буров В.Д., Тепловые электрические станции : учебник для вузов / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01420-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014202.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

#### **Дополнительная литература**

1. Цанев С.В., Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. - 3-е изд., стереот. - М. : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01424-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014240.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
2. Соколов Е.Я., Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов. / Соколов Е.Я. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01166-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

3. Назмеев Ю.Г., Теплообменные аппараты ТЭС : учеб. пособие для вузов. / Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01193-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011935.htm> 1 (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
4. Костюк А. Г. Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций: учебник для вузов / А. Г. Костюк, А. Е. Булкин, А. Д. Трухний. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2019. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014004.html> (дата обращения: 11.02.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Галашов Н. Н. Технологические процессы выработки электроэнергии на ТЭС и ГЭС: учебное пособие / Н. Н. Галашов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m232.pdf> (дата обращения: 27.02.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
6. Антонова, Александра Михайловна. Атомные электростанции : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. М. Антонова, А. В. Воробьёв; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд., перераб. и доп.. — 1 компьютерный файл (pdf; 3.9 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext3/m/2010/m43.pdf> (контент) - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
7. Копылов А.С., Водоподготовка в энергетике : учебное пособие для вузов / Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01115-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011157.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
8. Основы современной энергетики. В 2 томах. Том 1. Современная теплоэнергетика: учебник для вузов / А. Д. Трухний, М. А. Изюмов, О. А. Поваров, С. П. Малышенко. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2019. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013373.html> (дата обращения: 28.08.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Александров А.А., Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики / А.А. Александров, К.А. Орлов, В.Ф. Очков - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 226 с. - ISBN 978-5-383-01073-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010730.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Информационно–справочных система «Кодекс» – <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
2. Научно–электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронно–библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронно–библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
5. Электронно–библиотечная система «Юрайт» – <https://urait.ru/>
6. Электронно–библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Office Standard 16 Академическая лицензия

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

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс), 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30а, 31	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Компьютер - 16 шт.; Телевизор - 1 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс), 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30а, 32	Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.; Проектор - 1 шт.
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30а, 301	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
4	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 310	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 112 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Тепловые электрические станции» (приема 2017 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Преподаватель		<b>В.Н. Мартышев</b>

Программа одобрена на заседании кафедры Атомных и тепловых электростанций Энергетического института (протокол № 19 от «18» 05. 2017 г.).

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

 /А.С. Заворин/  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2018/2019 уч. год	Внесены изменения в раздел Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	протокол № 11 от 19.06.2018
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в раздел Учебно-методическое, информационное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	протокол № 29 от 30.05.2019
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020