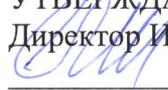


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.

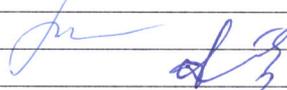
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2017 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Термодинамические циклы АЭС**

Направление подготовки/ специальность	<b>14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг</b>		
Специализация	<b>Проектирование и эксплуатация атомных станций</b>		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	<b>3</b>	семестр	<b>6</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>4</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	<b>32</b>	
	Практические занятия	<b>32</b>	
	Лабораторные занятия	<b>-</b>	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>64</b>	
Самостоятельная работа, ч		<b>80</b>	
ИТОГО, ч		<b>144</b>	

Вид промежуточной аттестации	<b>экзамен</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>Воробьев А.В.</b>
		<b>Антонова А.М.</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
ПСК(У)-1.4	способностью выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств	Р17	ПСК(У)-1.4.В1	Владеет опытом анализа и расчета термодинамических процессов и циклов атомных станций, зависимостей их эффективности от параметров теплоносителя
			ПСК(У)-1.4.У1	Умеет анализировать и рассчитывать термодинамические процессы и циклы атомных станций
			ПСК(У)-1.4.З1	Знает закономерности термодинамических процессов и циклов атомных станций, факторы, определяющие их эффективность

## 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	Знать термодинамические процессы, происходящие в оборудовании атомных электростанций, и уметь рассчитывать параметры этих процессов.	ПСК(У)-1.4
РД2	Использовать методы термодинамического анализа циклов для анализа и расчета эффективности термодинамических циклов.	ПСК(У)-1.4
РД3	Владеть навыками проектирования тепловых схем атомных электростанций с учетом особенностей ядерной паропроизводящей установки.	ПСК(У)-1.4

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Показатели тепловой экономичности ПТУ	РД1	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Методы повышения тепловой экономичности ПТУ	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 3. Циклы паротурбинных установок АЭС	РД2	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 4. АЭС с газотурбинными	РД2	Лекции	4

установками		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Перспективные термодинамические циклы АЭС	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16

Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Показатели тепловой экономичности ПТУ**

Содержание и построение курса. Познавательная карта курса. Рекомендуемая литература. Атомная энергетика и ее роль в энергетике России и мира.

Термодинамический цикл ПТУ. Основные параметры цикла. Термический и внутренний коэффициенты полезного действия (КПД) термодинамического цикла. Расход пара простейшей ПТУ.

Показатели тепловой экономичности конденсационной АЭС: КПД, удельный расход теплоты и пара, удельный и годовой расход ядерного топлива. Тепловой баланс АЭС. Значение показателей тепловой экономичности.

#### **Темы лекций:**

1. Термодинамический цикл ПТУ. Основные параметры цикла.
2. Термический и внутренний коэффициенты полезного действия (КПД) термодинамического цикла. Расход пара простейшей ПТУ.
3. Показатели тепловой экономичности конденсационной АЭС: КПД, удельный расход теплоты и пара, удельный и годовой расход ядерного топлива.
4. Тепловой баланс АЭС. Значение показателей тепловой экономичности.

#### **Темы практических занятий:**

1. Влияние начальных параметров на экономичность ПТУ.

### **Раздел 2. Методы повышения тепловой экономичности ПТУ**

Начальные параметры пара и их влияние на тепловую экономичность ПТУ. Зависимость располагаемого теплоперепада на турбину и конечной степени сухости от начальных параметров. Промежуточный перегрев пара и его влияние на тепловую экономичность ПТУ. Оптимальные давления и температура промежуточного перегрева. Двухступенчатый промперегрев. Зависимость располагаемого теплоперепада на турбину и конечной степени сухости от промперегрева. Конечное давление и его влияние на тепловую экономичность ПТУ. Выбор и обоснование конечных параметров пара на атомных электростанциях. Факторы, определяющие выбор конечного давления. Регенеративный подогрев питательной воды (РППВ).

#### **Темы лекций:**

5. Начальные параметры пара и их влияние на тепловую экономичность ПТУ.
6. Промежуточный перегрев пара и его влияние на тепловую экономичность ПТУ. Оптимальные давления и температура промежуточного перегрева.
7. Конечное давление и его влияние на тепловую экономичность ПТУ. Выбор и обоснование конечных параметров пара на атомных электростанциях.
8. Регенеративный подогрев питательной воды (РППВ). Сущность РППВ. Расход пара и тепловая экономичность паротурбинной установки с РППВ.

#### **Темы практических занятий:**

2. Промежуточный перегрев пара.
3. Влияние конечного давления на экономичность цикла ПТУ.

#### 4. Регенеративный подогрев питательной воды.

### **Раздел 3. Циклы паротурбинных установок АЭС**

Современные ядерные энергетические реакторы (ЯЭР) и параметры пара паропроизводящих установок с различными типами ЯЭР. Сепарация пара и ее влияние на тепловую экономичность. Циклы АЭС с сепарацией пара и промежуточным перегревом. Двукратная сепарация. Оптимальное разделительное давление.

#### **Темы лекций:**

9. Современные ядерные энергетические реакторы (ЯЭР)..
10. Сепарация пара и ее влияние на тепловую экономичность.

#### **Темы практических занятий:**

5. Расчетный проект тепловой схемы ПТУ АЭС.

### **Раздел 4. АЭС с газотурбинными установками**

Высокотемпературный газоохлаждаемый реактор (ВТГР). Циклы газотурбинных установок. Эффективность гелиевого цикла для АЭС с ВТГР.

#### **Темы лекций:**

9. Высокотемпературный газоохлаждаемый реактор (ВТГР). Циклы газотурбинных установок. Эффективность гелиевого цикла для АЭС с ВТГР

#### **Темы практических занятий:**

6. Расчетный проект тепловой схемы ПТУ АЭС.

### **Раздел 5. Перспективные термодинамические циклы АЭС**

АЭС с реакторами на сверхкритические параметры. Циклы АЭС с отпуском теплоты. Циклы АЭС на диссоциирующих газах.

#### **Темы лекций:**

10. АЭС с реакторами на сверхкритические параметры. Циклы АЭС с отпуском теплоты. Циклы АЭС на диссоциирующих газах.

## **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 и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

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

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

### **Основная литература:**

1. Костюк А.Г., Паровые и газовые турбины для электростанций: учебник для вузов / Костюк А.Г. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - ISBN 978-5-383-01157-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011577.html> (дата обращения: 04.12.2020). - Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

2. 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, 2010. - ISBN 978-5-383-01419-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html> (дата обращения: 04.12.2020). - Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература:**

1. Клименко А.В., Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 3. Тепловые и атомные электростанции / Клименко А.В. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383-01170-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html> (дата обращения: 04.12.2020). - 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. Бесплатная электронная библиотека Ивановского государственного энергетического университета <http://e-le.lcg.tpu.ru/webct/public/home.pl>;
2. Сайт ОАО «Концерн Росэнергоатом» <http://rosenergoatom.ru>;
3. Справочник «Функционирование АЭС (на примере РБМК-1000)» <http://www.reactors.narod.ru/rbmk/index.htm>;
4. Крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для "технически умных" людей <http://www.tehlit.ru/>; <http://www.library.ispu.ru/elektronnaya-biblioteka>;
5. Электронная Энциклопедия Энергетики <http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trenager.htm>;
6. Сайт кафедры ТЭС, Новосибирский государственный технический университет <http://tes.power.nstu.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**):

1. Программа H<sub>2</sub>O
2. MS Office 2010/2013/2015;
3. Matlab;
4. Mathcad;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. Cisco Webex Meetings\$
7. 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, 302	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; 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 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30 209	Доска аудиторная настенная - 3 шт.; Комплект учебной мебели на 96 посадочных мест; Компьютер - 2 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, 227 Поточная лекционная аудитория	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 98 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 95 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова		А.М. Антонова

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС (протокол от 18.05.2017 г. № 19).

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.Бутова (протокол)
2018/2019 уч. год	Внесены изменения в раздел учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	№ 11 от 19.06.2018 г.
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 29 от 30.05.2019 г.
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 г.
	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 44 от 26.06.2020 г.