

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.03.01** Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций

Учебный план: ФГОС3++m130401-2\_20-12.plx

Кафедра: **21** Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Технология производства электрической и тепловой энергии  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
4	УП	24	12	35,75	0,25	2	Зачет
	РПД	24	12	35,75	0,25	2	
Итого	УП	24	12	35,75	0,25	2	
	РПД	24	12	35,75	0,25	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Злобин В.Г.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области теплоэнергетики и теплотехники, связанной с разработкой проектных решений по модернизации, улучшению эксплуатационных характеристик паротурбинных установок (ПТУ) тепловых и атомных электростанций; с техническими расчетами по оценке эффективности принятых проектных решений, по определению, с использованием прикладного программного обеспечения, параметров паротурбинных установок с целью выбора серийных и для создания новых установок.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик ПТУ ТЭС и АЭС.
- Усвоить основные направления разработки проектных решений по модернизации ПТУ ТЭС и АЭС.
- Продемонстрировать алгоритм теплового расчета ПТУ ТЭС и АЭС, с использованием прикладного программного обеспечения, для определения её параметров, выбора серийной установки и разработки новой.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новые знания и умения.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Парогазовые энергетические установки в производстве электрической и тепловой энергии

Котельное оборудование тепловых электростанций

Теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий

Энергетические установки высокой эффективности в производстве электрической и тепловой энергии

Тепломассообменное оборудование ТЭС и АЭС

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПКп-4.2: Готов к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонту и модернизации оборудования при производстве тепловой и электрической энергии**

**Знать:** принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности элементов и узлов паровых турбин; методы расчетов элементов, узлов и всего турбоагрегата в целом; основные направления научно-технического прогресса в использовании турбин ТЭС и АЭС.

**Уметь:** оценивать техническое состояние паротурбинных установок, прогнозировать надежность его работы.

**Владеть:** навыками составления инструкций по эксплуатации оборудования и программ его испытаний.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля	
		Лек. (часы)	Пр. (часы)				
Раздел 1. Тепловые схемы ПТУ ТЭС и АЭС.	4					РГР,О	
Тема 1. Тепловые схемы современных ПТУ ТЭС. Место ПТУ в стационарной энергетике. Классификация ПТУ. Основное и вспомогательное оборудование ПТУ. Тепловые схемы ПТУ с конденсационными турбинами. Тепловые схемы ПТУ с противоаварийными турбинами. Расчет тепловой схемы ПТУ.		4	2	6			
Тема 2. Тепловые схемы ПТУ АЭС. Принципиальные тепловые схемы АЭС. Одноконтурные, двухконтурные и трехконтурные тепловые схемы. Промежуточная сепарация и перегрев пара. Регенеративный подогрев питательной воды на АЭС.		4	2	6			
Раздел 2. Конструкции паровых турбин и конденсаторов ПТУ ТЭС и АЭС.							РГР,О
Тема 3. Конструкции паровых турбин ТЭС и АЭС. Основные принципы конструирования. Конструкции современных паровых турбин. Конструкции турбин для АЭС. Расчет на прочность диафрагм.		4	2	6			
Тема 4. Конденсационные установки паровых турбин. Тепловые процессы в конденсаторе. Тепловой баланс и расчет конденсатора. Конструкции конденсаторов. воздухоотсасывающие устройства.		4	2	6			
Раздел 3. Работа ПТУ на переменном режиме. Аварийные режимы работы ПТУ.					РГР,О		

Тема 5. Работа ПТУ на переменном режиме. Способы изменения мощности паровых турбин ТЭС. Выбор системы парораспределения. Влияние отклонения начальных и конечных параметров пара на мощность турбины. Диаграммы режимов работы турбины.		4	2	6		
Тема 6. Режимы работы ПТУ с удаленными ступенями. Работа турбины с удаленной ступенью. Условия безопасной работы ПТУ при удалении последних ступеней. Определение расхода пара в ПТУ при удалении последних ступеней. Минимизация уменьшения мощности паровой конденсационной турбины при удалении последних ступеней.		4	2	5,75		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		24	12	35,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		36,25		35,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПКп-4.2	<p>1. Обладает знаниями основ инженерного проектирования ПТУ ТЭС и АЭС, мероприятий по улучшению их эксплуатационных характеристик и по основным направлениям модернизации ПТУ ТЭС и АЭС.</p> <p>2. Способен использовать методы экономического анализа эксплуатации ПТУ ТЭС и АЭС, формулировать задания на разработку проектных решений по совершенствованию ПТУ.</p> <p>3. Имеет навыки рационального использования ПТУ в периоды максимальных и минимальных нагрузок.</p> <p>4. Демонстрирует алгоритм теплового расчета по определению технико-экономических показателей ПТУ, методику выбора серийного оборудования ПТУ ТЭС и АЭС по параметрам, рассчитанным с использованием прикладного программного обеспечения.</p> <p>5. Способен использовать программное обеспечение для разработки новых ПТУ ТЭС и АЭС, выбирать оптимальные пути решения эксплуатации ПТУ.</p> <p>6. Обладает знаниями по современным проблемам развития источников тепловой и электрической энергии.</p>	<p>1. Вопросы устного собеседования.</p> <p>2. Практико-ориентированные задания.</p>

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение

	учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на вопросы, устраняет их без помощи преподавателя.	навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
Не зачтено	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 4	
1	Диаграммы режимов работы противодействующих паровых турбин.
2	Диаграммы режимов работы паровых турбин с регулируемым отбором пара.
3	Работа паровой турбины с удаленной ступенью.
4	Условия безопасной работы ПТУ при удалении последних ступеней.
5	Определение расхода пара в ПТУ при удалении последних ступеней.
6	Минимизация уменьшения мощности паровой конденсационной турбины при удалении последних ступеней.
7	Место ПТУ в стационарной энергетике.
8	Классификация ПТУ.
9	Основное и вспомогательное оборудование ПТУ.
10	Тепловые схемы ПТУ с конденсационными турбинами.
11	Особенности расчета тепловой схемы ПТУ.
12	Принципиальные тепловые схемы АЭС. Одноконтурные, двухконтурные, трехконтурные тепловые схемы.
13	Промежуточная сепарация и перегрев пара, регенеративный подогрев питательной воды на АЭС.
14	Конструкции современных паровых турбин ТЭС.
15	Особенности влажно-паровых турбин АЭС.
16	Расчет диафрагмы конденсационной турбины на прочность.
17	Назначение и конструктивные особенности конденсаторов ПТУ.
18	Классификация конденсаторов ПТУ.
19	Тепловые процессы в конденсаторах ПТУ.
20	Тепловой баланс конденсаторов ПТУ.
21	Приближенный тепловой расчет конденсаторов ПТУ.
22	Способы изменения мощности паровых турбин ТЭС. Выбор системы парораспределения.
23	Влияние отклонения начальных и конечных параметров пара на мощность турбины.
24	Диаграммы режимов работы конденсационных паровых турбин.

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1.

Определить электрическую мощность ПТУ,  $N_{э}$ .

Дано: расход пара,  $G=165$  кг/с; располагаемый теплоперепад,  $h_0=1640$  кДж/кг; относительный внутренний КПД,  $\eta_{oi}=0,79$ ; механический КПД,  $\eta_m=0,97$ ; КПД электрогенератора,  $\eta_{эг}=0,96$ .

Задача 2.

Определить абсолютный внутренний КПД ПТУ,  $\eta_i$ .

Дано: приведенный внутренний теплоперепад,  $h_i=1200$  кДж/кг; энтальпия перегретого пара на выходе из котла,  $h_0=3620$  кДж/кг; энтальпия питательной воды на входе в котел  $h_{пв}=1000$  кДж/кг.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа 30 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
П.В. Луканин, Т.Ю. Короткова	Тепловые двигатели для целлюлозно-бумажной промышленности (Теория и конструкция паровых турбин) [ Текст ] : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП	2010	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_10_24_01_compressed.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_10_24_01_compressed.pdf</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Михалевич А. А., Мясникович М. В.	Атомная энергетика. Состояние, проблемы, перспективы	Минск: Белорусская наука	2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/12293.html">http://www.iprbookshop.ru/12293.html</a>
П.Н. Коновалов, М.С. Липатов	Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций. Расчет диафрагмы конденсационной турбины на прочность [Текст] : методические указания к выполнению расчетной работы № 2	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_11_14_02.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_11_14_02.pdf</a>
П.Н. Коновалов, М.С. Липатов	Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций. Приближенный тепловой расчет главного конденсатора [Текст] : методические указания к выполнению расчетной работы № 3	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_11_14_03.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_11_14_03.pdf</a>

П.Н. Коновалов, М.С. Липатов	Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций. Расчет тепловой схемы ПТУ [Текст] : методические указания к выполнению расчетной работы № 1	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД.- СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_11_14_01.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_11_14_01.pdf</a>
------------------------------	--	---	------	---

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс]. URL:<http://teplokot.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

- MicrosoftWindows 8
- MicrosoftOfficeProfessional 2013
- Диаграмма HS для воды и водяного пара v2.5

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска