

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

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

Учебный план: _____ ФГОС3++zm130401.21-123_23-13.plx

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

Направление подготовки:
(специальность) **13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

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

Уровень образования: **магистратура**

Форма обучения: **заочная**

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
2	УП	6	6	56	4	2	Зачет
	РПД	6	6	56	4	2	
Итого	УП	6	6	56	4	2	
	РПД	6	6	56	4	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России 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

Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике и основные направления развития теплоэнергетики

Расчет тепловых схем ТЭС

Системы технического диагностирования, автоматического управления и защиты объектов при производстве электрической и тепловой энергии

Повышение эффективности систем централизованного теплоснабжения

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-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
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Тепловые схемы ПТУ ТЭС и АЭС.	2				
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 противодавленческими турбинами. Практическое занятие № 1 «Расчет тепловой схемы ПТУ».		1	1	11	
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.		1	1	8	
Раздел 2. Конструкции паровых турбин и конденсаторов ПТУ ТЭС и АЭС.					
Тема 3. Конструкции паровых турбин ТЭС и АЭС. Основные принципы конструирования. Конструкции современных паровых турбин. Конструкции турбин для АЭС. Практическое занятие № 2 «Расчет на прочность диафрагм».		1	1	11	
Тема 4. Конденсационные установки паровых турбин. Тепловые процессы в конденсаторе. Тепловой баланс и расчет конденсатора. Конструкции конденсаторов. воздухоотсасывающие устройства. Практическое занятие № 3 «Приближенный тепловой расчет главного конденсатора».		1	1	8	
Раздел 3. Работа ПТУ на переменном режиме. Аварийные режимы работы ПТУ.					

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.		1	1	10	
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.		1	1	8	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		6	6	56	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине		12,25		56	

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
ПК-4.2	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. 2. Способен использовать методы экономического анализа эксплуатации ПТУ ТЭС и АЭС, формулировать задания на разработку проектных решений по совершенствованию ПТУ. 3. Имеет навыки рационального использования ПТУ в периоды максимальных и минимальных нагрузок. 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. 5. Способен использовать программное обеспечение для разработки новых ПТУ ТЭС и АЭС, выбирать оптимальные пути решения эксплуатации ПТУ. 6. Обладает знаниями по современным проблемам развития источников тепловой и электрической энергии.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания.

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
Курс 2	
1	Место ПТУ в стационарной энергетике.
2	Классификация ПТУ.
3	Основное и вспомогательное оборудование ПТУ.
4	Тепловые схемы ПТУ с конденсационными турбинами.
5	Особенности расчета тепловой схемы ПТУ.
6	Принципиальные тепловые схемы АЭС. Одноконтурные, двухконтурные, трехконтурные тепловые схемы.
7	Промежуточная сепарация и перегрев пара, регенеративный подогрев питательной воды на АЭС.
8	Конструкции современных паровых турбин ТЭС.
9	Особенности влажно-паровых турбин АЭС.
10	Расчет диафрагмы конденсационной турбины на прочность.
11	Назначение и конструктивные особенности конденсаторов ПТУ.
12	Классификация конденсаторов ПТУ.
13	Тепловые процессы в конденсаторах ПТУ.
14	Тепловой баланс конденсаторов ПТУ.
15	Приближенный тепловой расчет конденсаторов ПТУ.
16	Способы изменения мощности паровых турбин ТЭС. Выбор системы парораспределения.
17	Влияние отклонения начальных и конечных параметров пара на мощность турбины.
18	Диаграммы режимов работы конденсационных паровых турбин.
19	Диаграммы режимов работы противодавленческих паровых турбин.
20	Диаграммы режимов работы паровых турбин с регулируемым отбором пара.
21	Основные принципы конструирования паровых турбин.
22	Условия безопасной работы ПТУ при удалении последних ступеней.
23	Определение расхода пара в ПТУ при удалении последних ступеней.
24	Минимизация уменьшения мощности паровой конденсационной турбины при удалении последних ступеней.

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, η_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

В течение семестра выполняются контрольные работы;

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
6.1.1 Основная учебная литература				
В.Г. Злобин, М.С. Липатов	Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций: практикум	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1621015068.pdf
В.Г. Злобин	Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций. Часть 1. Тепловые схемы. Конструкция: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1590157964.pdf
В.Г. Злобин	Паротурбинные установки тепловых и атомных электростанций. Часть 2. Режимы работы: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1590157935.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				

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	http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_11_14_03.pdf
Михалевич, А. А., Мясникович, М. В.	Атомная энергетика. Состояние, проблемы, перспективы	Минск: Белорусская наука	2011	http://www.iprbookshop.ru/12293.html
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	http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_11_14_01.pdf
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	http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_10_24_01_compressed.pdf
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	http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/2018_11_14_02.pdf

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