

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.07	Тепловые электростанции
Учебный план:	ФГОС3++b130301ПТ-4 24-14.plx
Кафедра:	21 Теплосиловых установок и тепловых двигателей
Направление подготовки: (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль подготовки: (специализация)	Промышленная теплоэнергетика
Уровень образования:	бакалавриат
Форма обучения:	очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
7	УП	34	34	40	36	4	Экзамен, Курсовой проект
	РПД	34	34	40	36	4	
8	УП	18	36	53,75	0,25	3	Курсовая работа, Зачет
	РПД	18	36	53,75	0,25	3	
Итого	УП	52	70	93,75	36,25	7	
	РПД	52	70	93,75	36,25	7	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Короткова Т.Ю.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и
тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области производства тепловой и электрической энергии на ТЭС. Познакомить будущих бакалавров с типовыми схемами, принципами работы, показателями эффективности, современным состоянием и перспективами развития тепловых электрических станций.

1.2 Задачи дисциплины:

- Выработка умений и навыков для оценки и анализа физических процессов, протекающих при использовании промышленных тепловых электрических станций;
- Освоение методов расчетов тепловых схем промышленных ТЭС, оценка их эффективности.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Газотурбинные установки

Котельные установки и парогенераторы

Тепловые двигатели

Техническая термодинамика

Тепломассообмен

Тепломассообменное оборудование теплоэнергетических предприятий

Гидрогазодинамика (Гидравлика)

Гидрогазодинамика (Газодинамика)

Топливо и процессы горения в теплоэнергетических установках

Информатика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1.1: Способен к разработке схем размещения теплоэнергетических объектов в соответствии с технологией производства тепловой и электрической энергии
Знать: тепловые и принципиальные схемы тепловых электростанций; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, территориальное расположение оборудования ТЭС и технологических систем всех цехов (подразделений) ТЭС, особенности их эксплуатации.
Уметь: разрабатывать схемы размещения оборудования тепловых электростанций; проводить расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций в соответствии с технологией производства, действующими стандартами и нормативными документами; определять технико-экономические показатели работы тепловой электростанции
Владеть: правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности; требованиями экологической безопасности при ведении режима работы оборудования.
ПК-5.1: Способен выполнять специальные расчеты теплотехнологических процессов по типовым методикам
Знать: технологические схемы производства электрической и тепловой энергии; показатели тепловой и общей экономичности ТЭС; основные конструктивные характеристики тепломеханического и вспомогательного оборудования и систем ТЭС; методы расчета тепловых схем ТЭС; основные источники научно-технической информации по оборудованию, системам и технологическим решениям тепловых электростанций.
Уметь: выбирать тепломеханическое и вспомогательное оборудование, системы и технологические решения ТЭС; определять показатели тепловой и общей экономичности ТЭС; использовать типовые методики расчетов тепловых схем ТЭС; анализировать информацию о новых разработках оборудования и систем ТЭС; читать и составлять тепловые схемы ТЭС.
Владеть: методами оценки основных технико-экономических показателей теплоэнергетических установок ТЭС; методами расчета тепловых схем ТЭС.
ПК-6.1: Готовность к выполнению работ по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепловых сетей, тепломеханического оборудования ТЭС и котельных
Знать: состав основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций и его конструктивные особенности; основные источники научно-технической информации по оборудованию ТЭС; методы расчета установок и условия их эксплуатации.
Уметь: осуществлять выбор типов основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций; определять показатели тепловой и общей экономичности тепловых электростанций; анализировать информацию о новых разработках ТЭС и методах расчета.
Владеть: навыками выполнения инженерных расчетов тепловых схем тепловых электростанций ГТУ; работы с технической документацией.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Типы тепловых электростанций. Общее представление о тепловой электростанции.	7				О
Тема 1. Введение. Типы тепловых электростанций. Общее представление о тепловой электростанции.		3	3	3	
Тема 2. Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в тепловую и электрическую энергию на ТЭС.		3	3	3	
Тема 3. Главный корпус ТЭС. Основное и вспомогательное оборудование промышленных ТЭС.		2	2	4	
Раздел 2. Устройство и функционирование современных промышленных ТЭС. Показатели эффективности. Потери пара и конденсата на ТЭС.					О
Тема 4. Показатели тепловой экономичности конденсационных электростанций: КПД, удельный расход теплоты и удельный расход топлива. Влияние начальных параметров пара на тепловую экономичность цикла.		2	2	2	
Тема 5. Промежуточный перегрев пара как один из главных способов увеличения КПД ТЭС. Влияние конечного давления на тепловую экономичность ТЭС. Регенеративный подогрев питательной воды на ТЭС.		3	3	3	
Тема 6. Определение энергетических показателей конденсационных ПТУ.		1	1	1	
Тема 7. Энергетические показатели ТЭЦ. Энергетические показатели ТЭЦ по выработке и отпуску электрической энергии. Энергетические показатели ТЭЦ по выработке и отпуску тепловой энергии.		2	2	2	

Тема 8. Потери пара и конденсата на ТЭС и способы их восполнения. Внутренние и внешние потери рабочего тела на тепловых электростанциях. Расширители непрерывной продувки котлов. Способы подготовки воды для восполнения потерь пара и конденсата на ТЭС. Испарительные установки ТЭС. Паропреобразовательные установки ТЭС.		4	4	6	
Раздел 3. Техническое водоснабжение ТЭС. Топливо-транспортное хозяйство ТЭС. Тепловые схемы ТЭС. Компановка главного корпуса ТЭС. Газотурбинные и парогазовые ТЭС.					
Тема 9. Техническое водоснабжение ТЭС. Расход технической воды на ТЭС. Прямоточная система водоснабжения. Обратная система с прудами-охладителями и градирнями. Выбор циркуляционных насосов.		2	2	2	
Тема 10. Топливное хозяйство ТЭС, работающей на твердом топливе. Схемы, оборудование. Топливное хозяйство ТЭС, работающей на жидком топливе. Схемы, оборудование. Топливное хозяйство ТЭС, работающей на газе.		3	3	3	
Тема 11. Тепловые электрические станции (ТЭС) с конденсационными паротурбинными установками. Принципиальная тепловая схема. Тепловые электроцентраль (ТЭЦ) с паротурбинными установками. Принципиальная тепловая схема. Тепловые электрические станции (ТЭС) с парогазовыми установками. Принципиальная тепловая схема.		3	3	3	О
Тема 12. Компановка главного корпуса ТЭС с продольным расположением турбин. Компановка главного корпуса ТЭС с поперечным расположением турбин. Типы компановок главного корпуса блочных ТЭС. Компановка главного корпуса блочных ТЭС.		3	3	3	
Тема 13. Тепловые схемы газотурбинных ТЭС. Тепловые схемы парогазовых ТЭС. Показатели эффективности.		3	3	5	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	40	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)		2,5		33,5	
Раздел 4. Энергетические характеристики оборудования ТЭС. Режимы работы и способы повышения экономичности ТЭС в условиях эксплуатации.	8				О

Тема 14. Общая характеристика режимов работы ТЭС. Маневренные характеристики оборудования. Классификация и характеристика режимов работы ТЭС.		4	8	8	
Тема 15. Работа ТЭС на переменных режимах. Остановочно-пусковые режимы. Моторный режим. Режим горячего вращающегося резерва.		2	4	8	
Тема 16. Способы получения пиковой мощности. Энергетические характеристики оборудования КЭС. Энергетические характеристики теплофикационных турбоустановок.		4	8	8	
Раздел 5. Газотурбинные и парогазовые ТЭС.					
Тема 17. Общие сведения. Газотурбинные установки электростанций. Показатели, тепловые схемы. Элементы технологической схемы ГТУ. Режимы работы и эксплуатации энергетических ГТУ.		4	8	8	О
Тема 18. Парогазовые установки электростанций. Парогазовые и газотурбинные ТЭЦ.		4	8	21,75	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		18	36	53,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовая работа, Зачет)		0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине		124,75		127,25	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Целью курсовой работы является формирование у студентов навыков проведения расчетов параметров рабочих тел в ГТУ, КУ и ПТ, расхода топлива в КСГТУ, а также показателей тепловой экономичности ПГУ-ТЭЦ.

Задача курсовой работы научить студентов составлению уравнений тепловых и материальных балансов элементов тепловой схемы при заданных параметрах окружающей среды, виде и составу топлива, для заданной нагрузки ГТУ провести расчет параметров рабочих тел, расхода топлива, а также показателей тепловой экономичности парогазовой установки.

Целью курсового проекта является формирование у студентов навыков проведения расчетов оборудования тепловой схемы тепловой электростанции, работающей по паросиловому циклу.

Задача курсового проекта научить студентов составлению уравнений тепловых и материальных балансов элементов тепловой схемы, определению параметров рабочего тела в характерных точках тепловой схемы электростанции, выбирать состав оборудования и осуществлять его расчет.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Тема курсовой работы: Расчет тепловой схемы парогазовой ТЭЦ.

Тема курсового проекта: Тепловой расчет паротурбинной ТЭЦ среднего давления.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовая работа выполняется индивидуально, с использованием методических указаний и основной и дополнительной литературы по курсу.

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом 30-40 стр, содержащей следующие обязательные элементы:

1. Расчет параметров рабочего тела при сжатии в компрессоре.
2. Расчет параметров рабочего тела при расширении в газовой турбине.
3. Расчет показателей эффективности цикла ГТУ.
4. Расчет параметров котла-утилизатора и КПД КУ.
5. Построение $Q-t$ диаграммы котла-утилизатора. Построение процесса расширения пара в

h-S-диаграмме.

6. Расчет расширителя непрерывной продувки КУ.
7. Расчет деаэратора питательной воды.
8. Расчет узла сетевых подогревателей.
9. Расчет нагрева конденсата во вспомогательных теплообменниках.
10. Определение температуры и расхода конденсата на входе в ГПК.
11. Расчет технико-экономических показателей при теплофикационном и конденсационных режимах работы тепловой электростанции.

Курсовой проект выполняется индивидуально, с использованием методических указаний и основной и дополнительной литературы по курсу.

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом 30-40 стр, содержащей следующие обязательные элементы:

1. Выбор турбоагрегатов.
2. Построение процесса расширения пара в турбоагрегатах в hS-диаграмме.
3. Составление принципиальной тепловой схемы.
4. Расчет тепловой схемы.
5. Выбор парогенераторов.
6. Расчет проектных показателей тепловой экономичности ТЭЦ.

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-1.1	1. Имеет представление о тепловых и принципиальных схемах тепловых электростанций; конструктивных особенностях и эксплуатационных характеристиках. 2. Имеет представления о действующих стандартах и нормативных документах, технико-экономических показателях работы тепловой электростанции. 3. Демонстрирует знания правил технологической дисциплины при эксплуатации объектов ТЭС, требований экологической безопасности при работе оборудования.
ПК-5.1	1. Правильно выбирает тепломеханическое и вспомогательное оборудование, системы и технологические решения ТЭС. 2. Имеет представления о показателях тепловой и общей экономичности ТЭС; основных конструктивных характеристиках тепломеханического и вспомогательного оборудования и систем ТЭС. 3. Рассчитывает основные технико-экономические показатели теплоэнергетических установок ТЭС.
ПК-6.1	1. Правильно выбирает тип основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций. 2. Имеет представления о технико-экономических показателях работы оборудования и ТЭС в целом. 3. Демонстрирует знания о схемах, конструкциях оборудования, вопросах размещения и эксплуатации оборудования и устройств ТЭС.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.

	ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного 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 экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя. Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение 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.	Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области теплотехники. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с содержанием рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Обучающийся не может проанализировать условие задачи,	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя.

	наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Как правило, оценка "не удовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание теории оборудования тепловых электростанций, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представляет чужую работу, отказывается от выполнения задания.

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 7	
1	Испарительные установки ТЭС.
2	Паропреобразовательные установки ТЭС.
3	Расход технической воды на ТЭС.
4	Прямоточная система водоснабжения.
5	Оборотная система водоснабжения с прудами-охладителями.
6	Оборотная система водоснабжения с градирнями.
7	Топливное хозяйство ТЭС, работающей на твердом топливе. Схемы, оборудование.
8	Топливное хозяйство ТЭС, работающей на жидком топливе. Схемы, оборудование.
9	Топливное хозяйство ТЭС, работающей на газе. Схема, оборудование.
10	Тепловые электрические станции (ТЭС) с конденсационными паротурбинными установками. Принципиальная тепловая схема.
11	Тепловые электроцентрали (ТЭЦ) с паротурбинными установками. Принципиальная тепловая схема.
12	Тепловые электрические станции (ТЭС) с парогазовыми установками. Принципиальная тепловая схема.
13	Компоновка главного корпуса ТЭС с продольным расположением турбин.
14	Компоновка главного корпуса ТЭС с поперечным расположением турбин.
15	Типы компоновок главного корпуса неблочных ТЭС.
16	Компоновка главного корпуса блочных ТЭС.
17	Промышленные тепловые электростанции, принципиальные схемы, классификация.
18	Техническое водоснабжение ТЭС. Береговые насосные станции в прямоточных системах.

19	Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в тепловую и электрическую энергию на ТЭС.
20	Внутренние и внешние потери рабочего тела на тепловых электростанциях.
21	Потери пара и конденсата на ТЭС и способы их восполнения.
22	Типы тепловых электростанций. Классификация ТЭС.
23	Технологическая схема ТЭС, работающей на органическом топливе.
24	Главный корпус ТЭС. Основное и вспомогательное оборудование промышленных ТЭС.
25	Показатели тепловой экономичности конденсационных электростанций: КПД, удельный расход теплоты и удельный расход топлива.
26	Влияние начальных параметров пара на тепловую экономичность цикла.
27	Промежуточный перегрев пара как один из главных способов увеличения КПД ТЭС.
28	Влияние конечного давления на тепловую экономичность ТЭС.
29	Регенеративный подогрев питательной воды на ТЭС.
30	Определение энергетических показателей конденсационных ПТУ.
31	Энергетические показатели ТЭЦ по выработке и отпуску электрической энергии.
32	Энергетические показатели ТЭЦ по выработке и отпуску тепловой энергии.
33	Внутренние и внешние потери рабочего тела на тепловых электростанциях.
34	Расширители непрерывной продувки котлов. Назначение, схемы включения.
35	Способы подготовки воды для восполнения потерь пара и конденсата на ТЭС.
Семестр 8	
36	Режимы работы ТЭС их общая характеристика.
37	Графики нагрузок энергосистемы.
38	Характеристики работы электростанции: коэффициент использования установленной мощности, число часов использования установленной мощности, коэффициент неравномерности суточной нагрузки, коэффициент плотности графика нагрузки, коэффициент регулирования.
39	Маневренность паротурбинных установок.
40	Маневренность энергетических котлов.
41	Классификация и характеристика режимов работы ТЭС.
42	Общая характеристика переменных режимов работы ТЭС.
43	Режимы разгрузки и нагружения оборудования ТЭС.
44	Работа на частичном режиме при постоянном давлении.
45	Работа на частичных нагрузках с использованием регулирования на скользящих параметрах.
46	Остановочно-пусковые режимы работы ТЭС.
47	Моторный режим работы ТЭС.
48	Режим горячего вращающегося резерва.
49	Способы получения пиковой мощности.
50	Энергетические характеристики оборудования ТЭС.
51	Энергетические характеристики теплофикационных турбоустановок.
52	Тепловые схемы ГТУ. Показатели работы ГТУ.
53	ПГУ с котлом-утилизатором.
54	Схема ПГУ-ТЭЦ.
55	Схема ГТУ-ТЭЦ.

5.3.2 Типовые тестовые задания

Вопрос 1.

С уменьшением давления пара в промежуточном пароперегревателе затраты теплоты пара на перегрев всегда...

- Увеличивается
- Уменьшается
- Остается постоянным

Вопрос 2.

Для ТЭС, работающих на органическом топливе оптимальные значения давления в конденсаторе находятся в пределах...

- 0,003-0,0045
- 0,03-0,05
- 0,008-0,009

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1.

Тепловая электростанция отдает на производственные нужды заводу $D_{пр}=20000$ кг/час пара с энтальпией $h_{пр}=2665$ кДж/кг. Завод возвращает конденсат производственного пара, при температуре $t_k=70$ °С. Определить расход топлива парового котла, работающего с КПД $\eta_{пг}=0,80$, для выработки пара, необходимого заводу. Теплота сгорания топлива $Q_{пр}=30$ МДж/кг.

Задача 2.

Определить параметры воздуха при сжатии в компрессоре

Если: Воздух, всасывается в компрессор при давлении $p_1=0,1$ МПа и температуре $t_1 = 20$ С, сжимается до давления $p_2=0,4$ МПа.

Внутренний относительный КПД компрессора $\eta_{кoi} = 0,85$.

Определить:

- 1) теоретическую работу изоэнтропийного сжатия;
- 2) действительную работу сжатия;
- 3) параметры воздуха в начале сжатия;
- 4) параметры воздуха в конце сжатия;
- 5) изменение энтропии в процессе;
- 6) степень повышения давления.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 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»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться калькулятором;

На защиту курсовой работы предоставляется не более 15 минут, включая ответы на вопросы;

Время на подготовку ответа на зачете 30 минут, на экзамене по билету 45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Т.Ю.Короткова, В.В. Барановский	Расчет тепловой схемы парогазовой ТЭЦ. Курсовое проектирование: методические указания для студентов всех форм обучения по направлениям 13.03.01, 13.04.01	М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. — Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1637189530.pdf

Васильченко, Ю. В., Губарев, А. В.	Промышленные тепловые электростанции	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2017	<a href="https://www.iprbooks
hop.ru/80438.html">https://www.iprbooks hop.ru/80438.html
Николаев, М. Ю., Мальгин, Г. В., Мостовенко, Л. В, Щекочихин, А. В.	Общая энергетика	Нижевартовск: Нижевартовский государственный университет	2021	<a href="https://www.iprbooks
hop.ru/118987.html">https://www.iprbooks hop.ru/118987.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Губарев, А. Ю.	Паротурбинные установки тепловых электрических станций	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2021	<a href="https://www.iprbooks
hop.ru/111767.html">https://www.iprbooks hop.ru/111767.html
Шаров, Ю. И.	Внедрение современных технологий на ТЭС	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2021	<a href="http://www.iprbooksh
op.ru/114909.html">http://www.iprbooksh op.ru/114909.html

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

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

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