

**"Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна"
ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ**



УТВЕРЖДАЮ
 директор ВШТЭ
 П.В.Луканин
 28/08 2018 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06
 (индекс дисциплины)

Парогазовые энергетические установки в производстве электрической и тепловой энергии
 (Наименование дисциплины)

Кафедра

21
 Код

Теплосиловых установок и тепловых двигателей
 (Наименование кафедры)

Направление подготовки:

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль подготовки:

Технология производства электрической и тепловой энергии

Уровень образования:

Магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного плана		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	216		216
	Аудиторные занятия	84		32
	Лекции	28		12
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	56		20
	Самостоятельная работа	96		171
	Промежуточная аттестация	36		13
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		4
	Зачёт	2		3
	Контрольная работа			4
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		6		6
Семестр		2, 3		3, 4

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

На основании учебных планов № m130401-1, zm 130401

Кафедра-разработчик: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:



Коновалов П.Н.

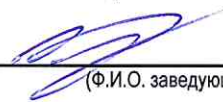
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

(наименование кафедры)


Заведующий кафедрой:



Коновалов П.Н.

(Ф.И.О. заведующего, подпись)

Методический отдел:



Смирнова В.Г.

(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области теплоэнергетики и теплотехники, связанные с разработкой проектных решений по модернизации, улучшению эксплуатационных характеристик парогазовых энергетических установок (ПГУ); с техническими расчетами по оценке эффективности принятых проектных решений, по определению технико-экономических характеристик ПГУ, с использованием прикладного программного обеспечения, параметров парогазовых установок с целью выбора наиболее предпочтительных вариантов серийных и для создания новых ПГУ.

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик ПГУ.
- Усвоить основные направления разработки проектных решений по модернизации существующих и созданию перспективных ПГУ.
- Продемонстрировать алгоритм теплового расчета ПГУ, 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.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 1	способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов.	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основы инженерного проектирования ПГУ, мероприятия по улучшению их эксплуатационных характеристик; 2) основные направления модернизации ПГУ. Уметь: 1) использовать методы экономического анализа эксплуатации ПГУ; 2) формулировать задания на разработку проектных решений по совершенствованию ПГУ. Владеть: 1) навыками рационального использования ПГУ в периоды максимальных и минимальных нагрузок.		
ПК-2	способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.	1,2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) алгоритм теплового расчета по определению технико-экономических показателей ПГУ; 2) методику выбора серийного оборудования ПГУ по параметрам, рассчитанным с использованием		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	прикладного программного обеспечения. Уметь: 1) использовать программное обеспечение для разработки новых ПГУ; 2) выбирать оптимальные пути решения эксплуатации ПГУ. Владеть: 1) современными проблемами развития источников тепловой и электрической энергии.	

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Основные направления развития теплоэнергетики (ПК-1);
- Экологическая безопасность в теплоэнергетике (ПК-1);
- Энергетические установки и технологии производства тепловой и электрической энергии в возобновляемой энергетике (ПК-1);
- Электроэнергетическое оборудование ТЭС (ПК-1).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Газотурбинные установки ПГУ.			
Тема 1. Газотурбинные установки современных ПГУ. Классификация газотурбинных установок. Принципиальные тепловые схемы ГТУ. Коэффициент полезного действия газотурбинной установки.	24		24
Тема 2. Эксплуатация энергетических газотурбинных установок. Эксплуатация энергетических газотурбинных установок. Характеристики отечественных и зарубежных энергетических ГТУ.	10		10
Текущий контроль 1. Расчетное задание	2		-
Учебный модуль 2. Камеры сгорания газотурбинных установок			
Тема 3. Камеры сгорания газотурбинных установок. Характеристики топлив, сжигаемых в камерах сгорания ГТУ. Требования к работе камер сгорания ГТУ. Типы камер сгорания энергетических ГТУ. Особенности сжигания топлива в камерах сгорания ГТУ. Одноступенчатые КС энергетических ГТУ. Двухступенчатые камеры сгорания. Каталитические камеры сгорания.	26		24
Тема 4. Горелки для сжигания топлива в камерах сгорания ГТУ. Газодожимные компрессоры топливного газа. Дожигание топлива в среде выходных газов ГТУ.	8		10
Текущий контроль 2. Расчетное задание	2		-
Учебный модуль 3. Парогазовые энергетические установки			
Тема 5. Парогазовые установки. Общие положения. Классификация ПГУ, их преимущества и недостатки. Моноарные ПГУ. Бинарные ПГУ. ПГУ со сбросом выходных газов ГТУ в энергетический котел. Цикл ПГУ с газовым регенеративным подогревателем. Цикл ПГУ с котлом-утилизатором (ПГУ-У).	15		16
Тема 6. Парогазовые установки утилизационного типа ПГУ с двухконтурным котлом-утилизатором. Парогазовый блок мощностью 450 МВт Северо-западной ТЭЦ г. Санкт-Петербурга. Парогазовый блок мощностью 325 МВт Ивановские ПГУ. ПГУ с трехконтурным котлом-утилизатором. Принципиальная схема одновальной ПГУ.	15		16
Текущий контроль 3. Расчетное задание	2		-
Текущий контроль 3. Контрольная работа	-		4
Промежуточная аттестация по дисциплине зачет	4		4
Учебный модуль 4. Расчет парогазовых энергетических установок.			
Тема 7. Расчет тепловой схемы парогазовой установки утилизационного типа. Исходные данные для расчета тепловой схемы парогазовой установки.	12		17

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Типовая схема двухконтурной парогазовой установки. Выбор опорных значений расчетной схемы. Тепловой расчет котла-утилизатора. Выбор типа паровой турбины и расчет процесса расширения пара в ней. Выбор параметров последней ступени и числа цилиндров. Размещение камеры смешения. Расчет процесса расширения пара в паровой турбине.			
Тема 8. Расчет двухконтурной парогазовой установки. Исходные данные. Определение теплофизических характеристик уходящих газов. Расчет котла-утилизатора. Приближенный расчет паровой турбины. Расчет котла-утилизатора при впрыске водяного пара в камеру сгорания	22		26
Текущий контроль 4. Расчетное задание	2		
Учебный модуль 5. Определение экономических показателей парогазовых энергетических установок.			
Тема 9. Расчет экономических показателей паротурбинной, паросиловой и парогазовой установок. Техничко-экономические показатели блока для фактического состава работающего оборудования.	20		26
Тема 10. Экономические показатели ПГУ-200 Юго-Западной ТЭЦ Санкт-Петербурга.	13		22
Текущий контроль 5. Расчетное задание	3		-
Текущий контроль 5. Контрольная работа	-		8
Промежуточная аттестация по дисциплине экзамен	36		9
ВСЕГО:	216		216

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	4			3	1
2	2	2			3	1
3	2	2			3	1
4	2	2			3	1
5	2	2			3	1
6	2	2			3	1
7	3	4			4	2
8	3	4			4	2
9	3	3			4	1
10	3	3			4	1
ВСЕГО:		28				12

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Расчет параметров процесса подготовки и транспорта воздуха в воздухозаборном тракте газотурбинной установке	2	4			3	-
1	Расчет степени сжатия и КПД компрессора при заданной температуре и давлении наружного воздуха	2	4			3	2
3	Расчет внутренней теплоты сгорания и теплоемкости	2	4			3	2

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	топлива в зависимости от вида и состава топлива (природный газ, жидкое газотурбинное топливо).						
3	Расчет состава продуктов сгорания	2	4			3	-
3	Расчет теоретической температуры горения	2	4			3	-
3	Расчет КПД камеры сгорания	2	4			3	2
3	Расчет действительной температуры горения.	2	4			3	2
7	Расчет параметров процесса в ГТ при заданной температуре газов на входе в КУ	3	2			4	-
7	Определение количества газов, необходимых для выработки заданной нагрузки	3	2			4	-
8	Расчет паропроизводительности котла-утилизатора. Расчет контура высокого давления	3	2			4	2
8	Расчет контура низкого давления. Работа воздуховодяного теплообменника	3	2			4	1
8	Определение температуры уходящих газов	3	2			4	1
8	Расчет процесса расширения пара в турбине в h,s-диаграмме	3	2			4	1
8	Тепловой расчет ЦВД (1-14 ступени)	3	2			4	1
8	Расчет параметров потока после смешения за 14-й ступенью ЦВД с паром НД котла-утилизатора (15-19 ступени).	3	2			4	1
8	Тепловой расчет 15-й - 19-й ступеней.	3	2			4	1
8	Расчет процесса в выносном сепараторе пара	3	2			4	1
8	Тепловой расчет ЦНД 20-й – 29-й ступеней.	3	2			4	1
8	Тепловой расчет конденсатора	3	2			4	1
9	Расчет технико-экономических показателей блока для фактического состава работающего оборудования (блок - 2ГТ+1ПТ или полублок - 1ГТ+1ПТ)	3	4			4	1
ВСЕГО:			56				20

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	Расчетное задание	2	3			3	-
4,5	Расчетное задание	3	2			4	-
1,2,3	Контрольная работа	2	-			3	1
4,5	Контрольная работа	3	-			4	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	30			3	40
Усвоение теоретического материала	3	15			4	37
Подготовка к зачету	2	4			3	4
Подготовка к практическим занятиям	2	32			3	46
Подготовка к практическим занятиям	3	15			4	36
Выполнение контрольной работы	2	-			3	4
Выполнение контрольной работы	3	-			4	8
Подготовка к экзамену	3	36			4	9
	ВСЕГО:	132				184

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Трухний А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2013.— 648 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33207>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Паровые и газовые турбины для электростанций [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ А.Е. Булкин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 557 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55880>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

3. Жуков В.В. Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Жуков В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2015.— 519 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57020>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах [Электронный ресурс]: практикум/ В.В. Шалай [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2015.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58098>.— ЭБС «IPRbooks».

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Не предусмотрено

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Издательский дом МЭИ [Электронный ресурс] URL: publish@mpei.ru, publish@mpei-publishers.ru.
2. Электронная библиотека «КнигаФонд» [Электронный ресурс] URL: www.knigafund.ru.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1.
2. Microsoft Office Professional 2013.

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Компьютерный класс
3. Кабинет макетов ТЭЦ, АЭС, ПТУ, ГПС
4. Макеты элементов турбин и компрессоров.
5. Натурные образцы элементов проточных частей турбин.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы по схемам ПГУ.
2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Комплект плакатов.
4. Наборы слайдов на электронном носителе.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины. Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе, если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по темам расчетных работ, анализ заданий на расчетные работы, решение задач по алгоритмам указанных работ, анализ полученных результатов, формулировка выводов и др.
Самостоятельная работа	Изучение материала, изложенного в рекомендованной учебной литературе. Знакомство с достижениями в области создания, эксплуатации, организации управления современными ПГУ ТЭС в периодических изданиях, в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет". Делать выписки о важнейших сведениях по ПГУ ТЭС. Выполнение расчетных заданий. Для выполнения расчетных заданий и подготовке к зачету и экзамену необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на экзаменационные вопросы, продумать ответы на возможные вопросы преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК- 1 (2)	<p>1. Осуществляет поиск и анализирует современную научно-техническую документацию по вопросам, связанным с разработками и исследованиями в области парогазовых технологий, схемы, конструкции оборудования, технико-экономические показатели ТЭС с парогазовыми блоками.</p> <p>2. Способен вести дискуссию по профессиональной тематике, предложить решения по повышению эффективности ТЭС.</p> <p>3. Демонстрирует навыки расчета тепловой схемы ТЭС с ПГУ по заданной методике.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Типовое практическое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету и экзамену (48 вопросов)</p> <p>2. Перечень практических заданий(10 задач)</p>
ПК- 2 (1,2)	<p>1. Определяет технико-экономические показатели работы оборудования и ТЭС в целом, разбирается в особенностях схем, конструкциях оборудования, вопросах размещения и эксплуатации ТЭС.</p> <p>2. Способен читать и анализировать технологические схемы ТЭС, провести теплотехнический расчет тепловой схемы ТЭС по заданной методике. Способен.</p> <p>3. Демонстрирует владение компьютерными программами и технологиями, позволяющими осуществлять расчеты технологических схем тепловых электрических станций.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Типовое практическое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету и экзамену (48 вопросов)</p> <p>2. Перечень практических заданий(10 задач)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	<p>Отлично знает принцип работы парогазовых установок, знает перечень основного оборудования ТЭС с парогазовыми блоками, знает принцип работы каждого элемента в отдельности, отлично знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен быстро и грамотно оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга. Владеет методикой теплового расчета ТЭС с ПГУ. Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно</p>	<p>Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для 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.</p>

	обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	
хорошо	Хорошо знает принцип работы тепловой электрической станции с парогазовыми блоками, допускает незначительные ошибки при определении основного оборудования ТЭС с ПГУ. Хорошо знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга с допущением незначительных ошибок. Способен логично мыслить, способен системно излагать материал, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.	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.
удовлетворительно	Имеет слабое представление о принципах работы тепловой электрической станции, допускает ошибки при определении основного оборудования ТЭС с ПГУ. Имеет слабое представление о сущности физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами. Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой.	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. Практическое задание выполнено с небольшими замечаниями.
неудовлетворительно	Не знает принцип работы тепловой электрической станции с парогазовыми блоками, не знает перечень основного оборудования ТЭС с ПГУ. Не знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	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.
Зачтено	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить тот или иной адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении задания, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами решения задач. Знает состав и принцип работы парогазовых установок тепловой электрической станции, знает перечень основного оборудования ТЭС, знает принцип работы каждого элемента в отдельности, отлично знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен быстро и грамотно оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	

Не зачтено	Не знает состав и принцип работы парогазового оборудования тепловой электрической станции. Не знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практическое задание. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.
------------	--

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к зачету и экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Характеристики многоступенчатых осевых компрессоров. Режимы работы многоступенчатых осевых компрессоров	1,2
2	Характеристики многоступенчатых осевых компрессоров. Помпаж в осевом компрессоре. Антипомпажные устройства.	1,2
3	Конструктивные особенности и технические характеристики энергетических ГТУ фирмы Siemens.	1
4	Конструктивные особенности и технические характеристики энергетических ГТУ фирмы АВВ (Швейцария, Германия, Швеция).	1
5	Конструктивные особенности и технические характеристики энергетических ГТУ фирмы GeneralElectric (США).	1
6	Конструктивные особенности и технические характеристики энергетических ГТУ фирмы Westinghouse (США).	1
7	Конструктивные особенности и технические характеристики энергетических ГТУ фирмы Alston (Великобритания).	1
8	Конструктивные особенности и технические характеристики энергетических ГТУ фирмы Mitsubishi (Япония).	1
9	Охлаждение деталей газовых турбин. Типы систем охлаждения деталей газовых турбин	1,2
10	Охлаждение деталей газовых турбин. Влияние системы охлаждения газовой турбины цикловым воздухом компрессора на цикл Брайтона.	1,2
11	Устройство современной стационарной высокотемпературной ГТУ. Основные типы камер сгорания, используемых в стационарных ГТУ	3
12	Типы камер сгорания, их конструктивные особенности, особенности сжигания топлива. Двухступенчатые камеры сгорания	3,4
13	Котлы-утилизаторы в схеме ПГУ, предназначение, типы, конструктивные особенности.	5
14	Особенности компоновки поверхностей нагрева.	5
15	Классификация ПГУ. Их преимущества и недостатки	5
16	Монарные ПГУ. Их преимущества и недостатки	5
17	Бинарные ПГУ. Их преимущества и недостатки	5
18	ПГУ со сбросом выходных газов ГТУ в энергетический котел.	5
19	Цикл ПГУ с газовым регенеративным подогревателем.	5
20	Цикл ПГУ с котлом-утилизатором (ПГУ-У).	5
21	Состояние и перспективы развития современных парогазовых установок на ТЭС.	6
22	Котлы-утилизаторы в схеме ПГУ, предназначение, типы, конструктивные особенности.	6
23	Особенности компоновки поверхностей нагрева.	6
24	Особенности конструктивного исполнения и характеристики ПГУ-325.	6
25	Принципиальная тепловая схема ПГУ-325.	6
26	Основные термодинамические процессы, протекающие в ПГУ-325 в «Т-С» диаграмме.	6
27	Котел-утилизатор П-88 для ПГУ-325. Пароводяной тракт котла-утилизатора	6
28	Тепловая схема паросиловой части ПГУ-325	6
29	Общестанционное оборудование ПГУ-325	6
30	Принципиальная схема, основные параметры и технико-экономические показатели ПГУ-450.	6
31	Особенности тепловой схемы ПГУ-450Т.	6
32	Общее описание ГТУ ПГУ-450Т. Котельная установка ПГУ-450Т	6

33	Цикл ПГУ с двухконтурным котлом-утилизатором.	6
34	Цикл ПГУ трехконтурным котлом-утилизатором.	6
35	Цель расчета тепловой схемы парогазовой установки утилизационного типа. Исходные данные для расчета	7
36	Цель расчета тепловой схемы парогазовой установки утилизационного типа. Последовательность расчета	7
37	Тепловой расчет котла-утилизатора. Цель, исходные данные, последовательность расчета	7
38	Выбор типа паровой турбины. Построение и расчет процесса расширения пара в паровой турбине	7
39	Приближенный расчет паровой турбины	8
40	Тепловой расчет двухконтурной парогазовой установки. Цель расчета. Исходные данные	8
41	Расчет котла-утилизатора при впрыске водяного пара в камеру сгорания	8
42	Состав природного газа, сжигаемого в камере сгорания ГТУ	8
43	Расчет потерь давления в воздухозаборном тракте	8
44	Расчет параметров воздуха компрессора	8
45	Расчет характеристик теплового состояния камеры сгорания	8
46	Расчет характеристик продуктов сгорания и воздуха в процессе адиабатного расширения в газовой турбине	8
47	Расчет мощности ГТУ	8
48	Технико-экономические показатели утилизационной ПГУ	9,10

10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	<u>Определить параметры воздуха при сжатии в компрессоре.</u> Дано: 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 $\eta_{\text{кoi}} = 0,85$. <u>Определить:</u> 1) теоретическую работу изоэнтропийного сжатия; 2) действительную работу сжатия; 3) параметры воздуха в начале сжатия.	1) 143 кДж/кг; 2) 168,2 кДж/кг; 3) $h_1=293,3$ кДж/кг; $S_1=6.68$ кДж/(кг К)
2	<u>Определить параметры воздуха при сжатии в компрессоре.</u> Дано: 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 $\eta_{\text{кoi}} = 0,85$. <u>Определить:</u> 1) параметры воздуха в конце сжатия; 2) изменение энтропии в процессе; 3) степень повышения давления.	1) $h_2=461,5$ кДж/кг; $t_2=186$ С 2) 0.057 кДж/(кг К) 3) 4

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета и экзамена

- Возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа при сдаче зачета 20 минут.
- Время на подготовку ответа по билету при сдаче экзамена 45 минут.