

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
Инженерных систем и сооружений



/С.А. Яременко/
18 февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Техническая термодинамика»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Городские энергетические сети

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2025

Автор программы  А.В. Кочегаров

И.о. заведующего кафедрой
Теплогазоснабжения и
нефтегазового дела  А.И. Колосов

Руководитель ОПОП  Д.Н. Китаев

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Техническая термодинамика» является формирование у студентов компетенций, знаний, умений и навыков, обеспечивающих квалифицированное участие в деятельности бакалавра.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачи дисциплины: обеспечить знания студентов в области технической термодинамики, одной из базовых общеинженерных дисциплин, что позволяет создать фундамент неформального усвоения материала дисциплин: тепломассообмен, гидрогазодинамика, энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии, оборудование теплоэлектростанций, автономное теплоснабжение; развить творческий подход при использовании элементов термодинамического анализа и решении конкретных задач в области теплоэнергетики и теплотехники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Техническая термодинамика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ОПК-6 - Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-3	<i>знать</i> термодинамические функции и законы технической термодинамики, свойства рабочих тел, модели состояния идеальных и реальных газов, показатели эффективности тепловых и холодильных машин, циклы паросиловых установок и холодильных машин, теплосиловые газовые циклы
	<i>уметь</i> применять законы термодинамики для исследований процессов в теплотехнических установках, проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха, рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров, проводить анализ

	<p>эффективности циклов тепловых двигателей, анализировать теплосиловые циклы в i-S, T-S диаграммах</p> <p><i>владеть</i></p> <p>методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел, справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел, законами и зависимостями превращения теплоты в работу.</p>
ОПК-6	<p><i>знать</i></p> <p>калорические и термические параметры состояния рабочих тел, методы измерения температуры, давления, теплоемкости, расхода</p>
	<p><i>уметь</i></p> <p>пользоваться приборами для измерения термодинамических величин, производить эксперименты по определению термодинамических параметров газовых сред</p>
	<p><i>владеть</i></p> <p>методиками постановки и проведения экспериментов и обработки данных</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Техническая термодинамика» составляет 12 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
Аудиторные занятия (всего)	180	90	90
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	90	36	54
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	-
Самостоятельная работа	207	54	153
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	45	-	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	432	144	288
зач.ед.	12	4	8

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
Аудиторные занятия (всего)	30	12	18
В том числе:			
Лекции	10	6	4
Практические занятия (ПЗ)	12	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	8	-	8
Самостоятельная работа	389	128	261
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	432	144	288
зач.ед.	12	4	8

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Идеальные газы	Уравнение состояния идеального газа. Теплоемкость. Смеси газов.	6	10	4	16	36
2	Законы термодинамики	Первый, второй и третий закон термодинамики	8	6	2	14	30
3	Термодинамические процессы	Изопроцессы и их исследование. Политропный процесс. Смещение газов. Сжатие в компрессоре.	6	4	2	14	26
4	Дросселирование и истечение	Интегральный и дифференциальный дроссель эффект. Кривая инверсии. Скорость и расход, критическая скорость. Скорость звука, сопло Лаваля.	6	6	4	16	32
5	Термодинамические свойства веществ	Водяной пар. Влажный воздух.	4	8	6	24	42
6	Цикл Карно.	Прямой и обратный цикл Карно. Теорема Карно.	2	2	-	20	24
7	Реальные газы. Дифференциальные уравнения термодинамики.	Качественные особенности реальных газов. Уравнения состояния реальных газов. Уравнения Максвелла, частные производные внутренней энергии и энтальпии, теплоемкости.	4	-	-	19	23
8	Основы химической термодинамики.	Закон Гесса и следствия из него. Тепловые эффекты изобарных и изохорных реакций. Соотношение тепловых эффектов. Константа равновесия. Степень диссоциации. Максимальная работа химических реакций.	4	4	-	20	28
9	Теплосиловые циклы	Идеальный и реальный цикл Ренкина и пути повышения его экономичности. Бинарные циклы. Теплофикационные циклы. Циклы поршневых двигателей	26	44	-	34	104

		внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Парогазовый цикл. Анализ эффективности циклов.					
10	Холодильные циклы	Циклы воздушной, парокompрессионной, парозежекторной, абсорбционной холодильной установки. Цикл теплового насоса.	6	6	-	30	42
Итого			72	90	18	207	387

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Идеальные газы	Уравнение состояния идеального газа. Теплоемкость. Смеси газов.	1	1	2	38	42
2	Законы термодинамики	Первый, второй и третий закон термодинамики	1	1	1	38	41
3	Термодинамические процессы	Изопрцессы и их исследование. Политропный процесс. Смешение газов. Сжатие в компрессоре.	1	1	1	38	41
4	Дросселирование и истечение	Интегральный и дифференциальный дроссель эффект. Кривая инверсии. Скорость и расход, критическая скорость. Скорость звука, сопло Лавалья.	1	1	2	38	42
5	Термодинамические свойства веществ	Водяной пар. Влажный воздух.	1	1	2	48	52
6	Цикл Карно.	Прямой и обратный цикл Карно. Теорема Карно.	1	1	-	20	22
7	Реальные газы. Дифференциальные уравнения термодинамики.	Качественные особенности реальных газов. Уравнения состояния реальных газов. Уравнения Максвелла, частные производные внутренней энергии и энтальпии, теплоемкости.	1	1	-	48	50
8	Основы химической термодинамики.	Закон Гесса и следствия из него. Тепловые эффекты изобарных и изохорных реакций. Соотношение тепловых эффектов. Константа равновесия. Степень диссоциации. Максимальная работа химических реакций.	1	1	-	25	27
9	Теплосиловые циклы	Идеальный и реальный цикл Ренкина и пути повышения его экономичности. Бинарные циклы. Теплофикационные циклы. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Парогазовый цикл. Анализ эффективности циклов.	1	2	-	48	51
10	Холодильные циклы	Циклы воздушной, парокompрессионной, парозежекторной, абсорбционной холодильной установки. Цикл теплового насоса.	1	2	-	48	51
Итого			10	12	8	389	419

5.2 Перечень лабораторных работ

Определение средней изобарной объемной теплоемкости воздуха.

Определение газовой постоянной идеального газа.

Определение показателя адиабаты воздуха.

Исследование процессов во влажном воздухе.

Определение энтальпии водяного пара методом адиабатного дросселирования.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения, в 3 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Термодинамические основы комбинированной выработки тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, КЭС и районных котельных»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- практическое применение полученных знаний на лекциях;
- приобретение навыков термодинамического анализа теплосиловых циклов;
- построение процессов водяного пара в паротурбинной установке;
- сравнение эффективности комбинированного и раздельного цикла выработки тепловой и электрической энергии.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-3	знать законы: Первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку, второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики. Законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального газа, газовой смеси, реального газа (пара), двухфазной системы. - величины, характеризующие состояние	Курсовой проект Тестирование Лабораторные работы	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается. Лабораторные работы выполнены.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта. Лабораторные работы не выполнены.

<p>термодинамической системы: p, V, T - параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамические процессы;</p> <p>- термодинамическую эффективность:</p> <p>термический КПД, внутренний от-носительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др.;</p> <p>- конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влагосодержание воздуха, теплота парообразования и т.п.</p>			
<p>уметь:</p> <p>- применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок или теплового баланса для систем, в которых не производится работа;</p> <p>- использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей;</p> <p>- проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха;</p> <p>- рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров;</p> <p>- проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей;</p> <p>- анализировать теплосиловые циклы в i-S, T-S диаграммах.</p>	<p>Курсовой проект Тестирование Лабораторные работы</p>	<p>Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается. Лабораторные работы выполнены.</p>	<p>Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта. Лабораторные работы не выполнены.</p>
<p>владеть:</p> <p>- методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел;</p> <p>- справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел;</p> <p>- законами и зависимостями превращения теплоты в</p>	<p>Курсовой проект Тестирование Лабораторные работы</p>	<p>Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается. Лабораторные работы выполнены.</p>	<p>Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта. Лабораторные работы не</p>

	работу.			выполнены.
ОПК-6	<p>знать законы: Первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку, второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики. Законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального газа, газовой смеси, реального газа (пара), двухфазной системы.</p> <p>- величины, характеризующие состояние термодинамической системы: p, V, T - параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамические процессы;</p> <p>- термодинамическую эффективность: термический КПД, внутренний от-носительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др.;</p> <p>- конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влагосодержание воздуха, теплота парообразования и т.п.</p>	<p>Курсовой проект Тестирование Лабораторные работы</p>	<p>Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается. Лабораторные работы выполнены.</p>	<p>Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта. Лабораторные работы не выполнены.</p>
	<p>уметь:</p> <p>- применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок или теплового баланса для систем, в которых не производится работа;</p> <p>- использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей;</p> <p>- проводить анализ и расчет</p>	<p>Курсовой проект Тестирование Лабораторные работы</p>	<p>Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается. Лабораторные работы выполнены.</p>	<p>Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта. Лабораторные работы не выполнены.</p>

	термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; - рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров; - проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей; - анализировать теплосиловые циклы в i-S, T-S диаграммах.			
	владеть: - методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел; - справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел; - законами и зависимостями превращения теплоты в работу.	Курсовой проект Тестирование Лабораторные работы	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается. Лабораторные работы выполнены.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта. Лабораторные работы не выполнены.

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2, 3 семестре для очной формы обучения, 2, 3 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-3	знать законы: Первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку, второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики. Законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального газа, газовой смеси, реального газа (Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%	знать законы: Первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку, второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики. Законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального газа, газовой смеси, реального газа (Тест

	<p>пара), двухфазной системы. - величины, характеризующи е: состояние термодинамичес кой системы: p, V, T - параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно- изотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамичес кие процессы; - термодинамичес кую эффективность: термический КПД, внутренний от- носительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др. ; - конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влажносодержание воздуха, теплота парообразования и т.п.</p>				<p>характеризующие: состояние термодинамической системы: p, V, T - параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно- изотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамические процессы; - термодинамическу ю эффективность: термический КПД, внутренний от- носительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др. ; - конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влажносодержание воздуха, теплота парообразования и т.п.</p>	
	<p>уметь: - применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнически х установок или теплого баланса для систем, в которых не производится работа; - использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей; - проводить</p>	<p>Решение стандартных практически х задач</p>	<p>Продемонстриро ван верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>	<p>уметь: - применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнически х установок или теплого баланса для систем, в которых не производится работа; - использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей; - проводить анализ и расчет</p>	<p>Решение стандартных практически х задач</p>

	<p>анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха;</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров; - проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей; - анализировать теплосиловые циклы в i-S, T-S диаграммах. 				<p>термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха;</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров; - проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей; - анализировать теплосиловые циклы в i-S, T-S диаграммах. 	
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел; - справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел; - законами и зависимостями превращения теплоты в работу. 	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел; - справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел; - законами и зависимостями превращения теплоты в работу. 	Решение прикладных задач в конкретной предметной области
ОПК-6	<p>знать законы: Первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку, второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики. Законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального газа, газовой смеси, реального газа (пара), двухфазной системы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - величины, 	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%	<p>знать законы: Первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку, второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики. Законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального газа, газовой смеси, реального газа (пара), двухфазной системы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - величины, характеризующие: состояние термодинамической системы: p, V, T - 	Тест

	<p>характеризующие: состояние термодинамической системы: p, V, T - параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамические процессы;</p> <p>- термодинамическую эффективность: термический КПД, внутренний относительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др.;</p> <p>- конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влагосодержание воздуха, теплота парообразования и т.п.</p>				<p>параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамические процессы;</p> <p>- термодинамическую эффективность: термический КПД, внутренний относительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др.;</p> <p>- конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влагосодержание воздуха, теплота парообразования и т.п.</p>	
	<p>уметь:</p> <p>- применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок или теплового баланса для систем, в которых не производится работа;</p> <p>- использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей;</p> <p>- проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения</p>	<p>Решение стандартных практически задач</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>	<p>уметь:</p> <p>- применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок или теплового баланса для систем, в которых не производится работа;</p> <p>- использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей;</p> <p>- проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния</p>	<p>Решение стандартных практически задач</p>

	состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; - рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров; - проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей; - анализировать теплосиловые циклы в i-S, T-S диаграммах.				идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; - рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров; - проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей; - анализировать теплосиловые циклы в i-S, T-S диаграммах.	
	владеть: - методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел; - справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел; - законами и зависимостями превращения теплоты в работу.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	владеть: - методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел; - справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел; - законами и зависимостями превращения теплоты в работу.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-3	знать законы: Первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку, второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики. Законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.

	<p>газа, газовой смеси, реального газа (пара), двухфазной системы.</p> <p>- величины, характеризующие состояние термодинамической системы: p, V, T - параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамические процессы;</p> <p>- термодинамическую эффективность: термический КПД, внутренний от-носительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др.;</p> <p>- конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влагосодержание воздуха, теплота парообразования и т.п.</p>					
<p>уметь:</p> <p>- применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок или теплового баланса для систем, в которых не производится работа;</p> <p>- использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей;</p> <p>- проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха;</p> <p>- рассчитывать процессы истечения</p>	<p>КП Экзамен</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.</p>		<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.</p>

	и дросселирования газов и паров; - проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей; - анализировать теплосиловые циклы в i-S, T-S диаграммах.					
	владеть: - методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел; - справочными таблицами, диаграммами состояния рабочих тел; - законами и зависимостями превращения теплоты в работу.	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
ОПК-6	знать законы: Первый закон термодинамики применительно к закрытой системе и к стационарному потоку, второй закон термодинамики и его связь с методами оценки эффективности теплотехнического оборудования, третий закон термодинамики. Законы, связанные с состояниями и процессами различных рабочих веществ идеального газа, газовой смеси, реального газа (пара), двухфазной системы. - величины, характеризующие: состояние термодинамической системы: p , V , T - параметры, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал, теплота, работа, теплоемкость и др., и термодинамические	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.

<p>процессы; - термодинамическую эффективность: термический КПД, внутренний от-носительный КПД, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент и др.; - конкретное рабочее вещество - степень сухости пара, относительная влажность воздуха, влагосодержание воздуха, теплота парообразования и т.п.</p>					
<p>уметь: - применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок или теплового баланса для систем, в которых не производится работа; - использовать уравнение состояния идеального газа, в том числе для газовых смесей; - проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; - рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров; - проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей; - анализировать теплосиловые циклы в i-S, T-S диаграммах.</p>	<p>КП Экзамен</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.</p>
<p>владеть: - методиками расчета термодинамических параметров рабочих тел; - справочными таблицами, диаграммами</p>	<p>КП Экзамен</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно</p>	<p>Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на</p>

	состояния рабочих тел; - законами и зависимостями превращения теплоты в работу.		вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
--	--	--	--	---	---	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Чаще всего состояние рабочего тела определяется следующими параметрами:

- а) удельным объемом в) только температурой
- б) давлением и температурой г) удельным объемом, давлением и температурой

2. Абсолютное давление в случае разрежения определяют по формуле:

- а) $p_{абс} = p_{вак} - p_{вак}$ б) $p_{абс} = p_{вак} + p_{вак}$ в) $p_{абс} = p/S$
- г) $p_{абс} = \gamma h$

3. Значение универсальной газовой постоянной R , кДж/(кмоль·К) равно:

- а) 83, 14 б) 848 в) 8,314 г) 0,8314

4. Давление 10,2 ат равно:

- а) 1 МПа б) 10,2 кгс/см² в) 760 мм.рт.ст г) 10 м.вод.ст

5. Под идеальным газом понимают:

- а) газ, в котором отсутствуют силы притяжения и отталкивания между молекулами

- б) газ, в котором молекулы имея массу, не имеют объема

- в) газ, при высокой температуре и малом давлении

- г) газ, подчиняющийся уравнению Ван-дер-Ваальса

6. Нормальными условиями принято считать

- а) $p=101325$ Па, $T=273,15$ К б) $p=760$ мм.рт.ст, $t=0$ °С в) $p=101325$ Па, $t=20$ °С

7. Всякий реальный процесс является:

- а) неравновесным процессом б) круговым процессом в) равновесным

8. В законе Дальтона говорится о:

- а) массе смеси газов в) давлении смеси газов

- б) объеме смеси газов г) температуре смеси газов

9. Зависимость между изобарной и изохорной теплоемкостями определяется формулой:

- а) б) в) г)

10. Изохорным называется процесс, в котором не изменяется

- а) давление в) объем
б) температура г) количество сообщаемой теплоты

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Для изохорного процесса характерно

- а) $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$ б) $\frac{v_2}{v_1} = \frac{T_2}{T_1}$ в) $\frac{P_2}{P_1} = \frac{v_1}{v_2}$ г) $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$

2. Масса водяного пара, содержащегося в 1 м³ влажного воздуха, называется:

- а) абсолютной влажностью воздуха
б) относительной влажностью воздуха
в) степенью насыщения воздуха

3. Уравнение первого закона термодинамики для адиабатного процесса имеет вид:

- а) $dq = du$ б) $dq = c_v dT$ в) $dq = p dv$ г) $du = - dl$

4. Термический КПД цикла Карно:

- а) больше 1 б) меньше 1 в) равен 1

5. Энтропия не изменяется:

- а) в изобарном в) в изохорном
процессе
б) в изотермическом г) в адиабатном

6. Второй закон термодинамики для обратимых процессов имеет вид:

- а) $ds < \frac{dq}{T}$ б) $ds = \frac{dq}{T}$ в) $ds > \frac{dq}{T}$

7. Сопло Лавала – это устройство для получения скорости истечения:

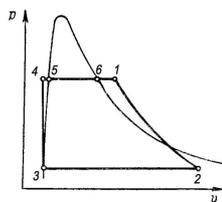
а) ниже критической б) равной критической в) выше критической

8. Температура водяного пара при дросселировании:

- а) уменьшается б) увеличивается в) не изменяется

9. Процесс перегрева пара в цикле Ренкина (см. рисунок) изображается отрезком:

- а) 4-5
б) 3-4
в) 6-1
г) 5-6
д) 6-1



10. Термический КПД регенеративного цикла с одним отбором пара по сравнению с КПД цикла Ренкина:

- а) больше б) меньше в) одинаков

11. Уравнение состояния для 1 кг идеального газа:

а) $pV = MRT$ б) $p\nu = RT$ в) $pV_\mu = \mu RT$

12. Изменение энтропии в изотермическом процессе записывается в виде:

а) $s_2 - s_1 = c_v \ln \frac{T_2}{T_1}$ б) $s_2 - s_1 = R \ln \frac{\nu_2}{\nu_1}$ в) $s_2 - s_1 = c_p \ln \frac{T_2}{T_1}$ г)
 $s_2 - s_1 = 0$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Водяной пар массой 1 кг с параметрами $P_1=1,3$ МПа изоэнтропно расширяется до давления $P_2=0,004$ МПа. Найти параметры в начале и конце процесса, работу расширения и изменение внутренней энергии.

2. В баллоне находится водяной пар с параметрами: $t_1=280^\circ\text{C}$, $P_1=1,5$ МПа. Пар в баллоне охлаждается при $V=\text{const}$ до температуры насыщения. Определить в изохорном процессе изменение внутренней энергии, отводимую теплоту, а также массу пара, если баллон имеет объем, равный $V=1,5\text{ м}^3$, считая водяной пар идеальным газом.

3. Влажный водяной пар имеет при давлении $p = 1,5$ МПа и влагосодержании

$x = 0,80$. Какое количество тепла нужно сообщить 1 кг данного пара, чтобы довести его степень сухости при постоянном давлении до $x_2 = 0,95$.

4. Определить количество теплоты, передаваемое от калорифера к воздуху, если теплоемкость воздуха при $t_1=20^\circ\text{C}$ равна $1,004$ кДж/(кг.оС), а при $t_2=100^\circ\text{C}$ $-1,0098$ кДж/(кг.оС), расход воздуха $2,5\text{ м}^3/\text{с}$, плотность воздуха $=1,3$ кг/м³.

5. Параметры начального состояния водяного пара: $P=3,0$ МПа, $t=300^\circ\text{C}$. Пар в турбине расширяется адиабатически до давления $P_2=3$ кПа. Построить адиабатический процесс и определить параметры процесса, работу и изменение внутренней энергии.

6. При $p = 0,9$ МПа вода нагрета до степени сухости $x=0,9$. На сколько градусов нужно еще нагреть воду, чтобы началось кипение? Найти давление, удельный объем и плотность воды, если она находится в состоянии кипения и температура ее равна 250°C .

7. Для сушильной установки используют атмосферный воздух при $t=20^\circ\text{C}$ с влагосодержанием $d_1=10\text{ г}/(\text{кг с.в.})$, который предварительно нагревают до $t_2=85^\circ\text{C}$. После калорифера в сушилке воздух охлаждается до $t_3=40^\circ\text{C}$. Требуется определить конечное влагосодержание воздуха, расход воздуха и теплоту на испарение 1 кг влаги.

8. Начальное состояние воздуха на входе в калорифер: температура - $t_1 = 26^\circ\text{C}$, температура мокрого термометра - $t_m=20^\circ\text{C}$. Нагрев воздуха происходит до $t_2=80^\circ\text{C}$. Определить количество подводимой теплоты и расход сухого воздуха, отнесенного к кг влаги.

9. 1 кг водяного пара при $p = 10$ бар и $t_1 = 240^\circ\text{C}$ нагревается при

постоянном давлении до 320°C . Определить затраченное количество тепла, работу расширения и изменение внутренней энергии пара.

10. 1 м³ пара при давлении $p = 1,0\text{ МПа}$ и температуре $t = 300^{\circ}\text{C}$ охлаждается при постоянном объеме до 100°C . Определить количество тепла, отданного паром.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Предмет изучения технической термодинамики. Феноменологический и статистический подходы. Основные определения.
2. Основные термодинамические параметры состояния идеальных газов. Давление, удельный объем.
3. Температура. Способы замера температур. Шкалы температур. Понятие идеального газа.
4. Основные законы идеальных газов. Уравнение состояния. Универсальная и удельная газовые постоянные.
5. Понятие об обратимых и необратимых, равновесных и неравновесных процессах.
6. Работа, теплота и внутренняя энергия.
7. Теплоемкость. Виды теплоемкостей и связь между ними. Определение количества теплоты. Теплоемкость смеси и газовая постоянная.
8. Изохорный процесс идеального газа и его исследование.
9. Изобарический процесс идеального газа и его исследование.
10. Изотермический процесс идеального газа и его исследование.
11. Адиабатический процесс идеального газа и его исследование.
12. Политропный процесс и его исследование.
13. Смеси идеальных газов. Способы задания газовых смесей. Соотношения между массовыми, объемными и мольными долями. Закон Дальтона.
14. Влажный воздух. Классификация. Основные параметры влажного воздуха.
15. I-d-диаграмма влажного воздуха. Определение параметров воздуха.
16. Процесс сушки материалов в I-d диаграмме. Температура точки росы и мокрого термометра.
17. Первый закон термодинамики. Формулировка и математическое представление.
18. Энтальпия. Выражение первого закона термодинамики через энтальпию. Физический смысл изохорной и изобарной теплоемкости.
19. Уравнение первого закона термодинамики для потока.
20. Цикл Карно и его анализ. Теорема Карно.
21. Максимальная работа. Ур-е Гюи-Стодолы. Эксергия.
22. Второй закон термодинамики. Оценка экономичности циклов.
23. Понятие энтропии. Энтропийная T - S -диаграмма. Физический смысл энтропии. Объединенное выражение первого и второго законов.
24. Реальные газы. Ур-е Ван-дер-Ваальса. Диаграмма Эндрюса. Ур-е

Майера-Боголюбова.

25. I-S диаграмма водяного пара.
26. T-S диаграмма водяного пара.
27. P-V диаграмма водяного пара.
28. Определение параметров пара.
29. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
30. Дросселирование газов. Дифференциальный и интегральный дроссель-эффект.
31. Кривая инверсии. Дросселирование водяного пара в i-S диаграмме.
32. Смещение газов.
33. Истечение. Определение скорости истечения. Расход при истечении.
34. Определение максимального секундного расхода при истечении. Критическая скорость. Сопло Лаваля.

35. Дифференциальные уравнения термодинамики

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Основы химической термодинамики. Закон Гесса и следствия из него. Тепловые эффекты изобарных и изохорных реакций. Соотношение тепловых эффектов.
2. Константа равновесия. Степень диссоциации. Максимальная работа химических реакций.
3. Абсорбционная холодильная установка. Пароэжекторная холодильная установка.
4. Парокомпрессионные холодильные установки.
5. Трансформаторы теплоты. Тепловой насос.
6. Воздушная холодильная установка.
7. Циклы поршневых ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме.
8. Циклы поршневых ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении.
9. Циклы поршневых ДВС с подводом теплоты при $V = \text{Const}$ и $P = \text{Const}$.
10. Сжатие газов и паров. Одноступенчатый компрессор.
11. Многоступенчатый компрессор. Характеристики компрессоров.
12. Цикл Карно на влажном паре.
13. Паросиловый цикл Ренкина. Элементы схемы.
14. Анализ паросилового цикла в PV-, TS- и iS- диаграммах. Термический КПД цикла.
15. Регенеративные циклы паросиловых установок.
16. Цикл с промежуточным перегревом пара.
17. Бинарные циклы.
18. Теплофикационные циклы.
19. Комбинированный и отдельные методы производства тепловой и электрической энергии в турбинах с регулируемым отбором. Технико-экономическое сравнение.

20. Циклы газотурбинных установок.
21. Парогазовый цикл.
22. Эксергетический анализ теплосиловых циклов.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Идеальные газы	ОПК-3, ОПК-6	Тест Экзамен Лабораторные работы
2	Законы термодинамики	ОПК-3, ОПК-6	Тест Экзамен Лабораторные работы
3	Термодинамические процессы	ОПК-3, ОПК-6	Лабораторные работы Экзамен КП
4	Дросселирование и истечение	ОПК-3, ОПК-6	Экзамен Лабораторные работы КП
5	Термодинамические свойства веществ	ОПК-3, ОПК-6	КП Экзамен
6	Цикл Карно.	ОПК-3, ОПК-6	Экзамен
7	Реальные газы. Дифференциальные уравнения термодинамики.	ОПК-3, ОПК-6	Экзамен
8	Основы химической термодинамики.	ОПК-3, ОПК-6	Экзамен
9	Теплосиловые циклы	ОПК-3, ОПК-6	КП Экзамен
10	Холодильные циклы	ОПК-3, ОПК-6	КП Экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной

системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Теплотехника [Текст]: учебник / под ред. А. П. Баскакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Бастет, 2010 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2010). - 324, [1] с., [1] л. диагр. : ил. - ISBN 978-5-903178-19-3 : 492-00. – 100 экз.

2. Курносов, А.Т. Техническая термодинамика: учеб. пособие / А.Т. Курносов, Д.Н. Китаев.; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2007. – 110 с. (102 экз.)

3. Зеленцов, Д.В. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зеленцов Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 140 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20525> .— ЭБС «IPRbooks».

4. Мирам, А. О. Техническая термодинамика. Тепломассообмен [Текст] : учебник : рек. УМО РФ / Мирам, Андрей Олегович, Павленко, Владимир Александрович. - М. : АСВ, 2011 (М. : ППП "Тип. "Наука"). - 351 с. : ил. - ISBN 978-5-93093-841-8 : 597-00. – 10 экз.

5. Китаев, Д.Н. Термодинамические основы производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, КЭС и в районных котельных: метод. указания к выполнению курсовой работы/ Д.Н. Китаев, Г.Н. Мартыненко. - Воронеж, 2015. - 46 с.

6. Китаев, Д.Н. Исследование термодинамических параметров газов: метод. указания к лабораторным работам/ Д.Н. Китаев, Г.Н. Мартыненко. - Воронеж, 2015. - 36 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office Word 2013/2007; Microsoft Office Excel 2013/2007; AutoCAD.

- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: <http://www.edu.ru>; Образовательный портал ВГТУ.

- Информационные справочные системы: единое окно доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru>; Справочная система ВГТУ – <https://wiki.cchgeu.ru>; Справочная Правовая Система КонсультантПлюс; Электронно-библиотечная система IPRbooks; «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»; ЭБС Лань; Научная электронная библиотека Elibrary;

- Современные профессиональные базы данных: Национальная информационная система по строительству – <http://www.know-house.ru>; Портал Российской академии архитектуры и строительных наук – <http://www.raasn.ru>; Электронная библиотека строительства – <http://www.zodchii.ws>; Портал АВОК – <https://www.abok.ru>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, плакатами и пособиями по профилю. В том числе:

1. Плакаты (8 шт.)
2. Справочные таблицы (15 комплектов).
3. i - S диаграммы водяного пара, i - d диаграммы влажного воздуха (15 шт.).
4. Потенциометр.
5. Ваттметр.
6. ЛАТР.
7. Манометры.
8. Термометры сопротивления, манометрические термометры, вакуумметры.
9. Расходомеры.
10. Весы аналитические.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Техническая термодинамика» читаются лекции,

проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета термодинамических параметров газов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в

промежуточной аттестации	течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--------------------------	--