

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра авиационной теплотехники и теплоэнергетики

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Техническая термодинамика»

Уровень подготовки

Высшее образование – бакалавриат

Направление подготовки

13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность подготовки (профили)

Тепловые электрические станции

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения очная

Уфа 2015

Исполнитель :

Профессор

Бакиров Ф. Г.

Заведующий кафедрой
авиационной теплотехники
и теплоэнергетики

Бакиров Ф. Г.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая термодинамика» является обязательной дисциплиной базовой части учебного плана – Б1.Б.17.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01 октября 2015 г. № 1081.

Цели освоения дисциплины: изучение и освоение термодинамических методов исследования и выполнения расчетов применительно к различным видам тепловых машин, теплоэнергоустановок и к протекающим в них рабочим процессам.

Задачи дисциплины подразделяются на:

- учебные;
- воспитательные;
- развивающие.

Учебными задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов системы знаний по термодинамике;
- формирование у студентов системы компетенций, знаний, умений и навыков по формулированию и постановке практических задач для применения системы знаний по дисциплине, выбору и использованию соответствующих законов и формул;
- формирование у студентов навыков проведения расчетов, анализа и интерпретации результатов расчета.

Воспитательными задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов убежденности в необходимости непрерывного обучения при работе по специальности, уверенности в своих силах и возможностях.

Развивающей задачей дисциплины является развитие у студента системного логического мышления.

Предшествующими дисциплинами, на которых базируется дисциплина «Техническая термодинамика», являются модуль «Математика», дисциплины «Физика», «Химия», «Теоретическая механика».

В свою очередь основные положения дисциплины «Техническая термодинамика» в дальнейшем используются в последующем при изучении и освоении дисциплин «Тепловые и атомные электростанции», «Комбинированные парогазовые установки», «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях», «Теория и расчет ГТУ», «Газотурбинные технологии в теплоэнергетике», при прохождении учебной и производственной практик.

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию

1	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-2	Пороговый уровень	Модуль «Математика»
2	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-2	Пороговый уровень	Физика
3	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-2	Пороговый уровень	Химия

4	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-2	Пороговый уровень	Теоретическая механика
---	---	-------	-------------------	------------------------

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1)	ОПК-2 ПК-1	Пороговый уровень	Тепловые и атомные электростанции

2	<p>Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);</p> <p>Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1)</p>	ОПК-1 ПК-1	Пороговый уровень	Комбинированные парогазовые установки
3	Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)	ОК-7	Пороговый уровень	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии
4	Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1)	ПК-1	Пороговый уровень	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии
5	Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1)	ПК-1	Пороговый уровень	Теория и расчет ГТУ
6	<p>Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);</p> <p>Способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением</p>	ПК-1 ПК-4	Пороговый уровень	Газотурбинные технологии в энергетике

	соответствующего математического аппарата (ПК-4)			
7	<p>Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);</p> <p>Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1)</p>	ОПК-2 ПК-1	Пороговый уровень	Учебная (ознакомительная) практика
8	<p>Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);</p> <p>Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1)</p>	ОПК-2 ПК-1	Пороговый уровень	Производственная практика

--	--	--	--	--

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№ №	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	Способность к самоорганизации и самообразованию	ОК-7	-	организовать свою самостоятельную работу по дисциплине	навыками анализа и обобщения информации, постановке цели и выбору путей ее достижения при решении задач, требующих применения термодинамических методов
2	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	ОПК-1	прикладные программные средства, которые могут быть использованы для решения термодинамических задач	применять для решения термодинамических задач прикладные программные средства	методами проведения термодинамических расчетов с помощью специальных программных средств
3	Способность демонстрировать	ОПК-2	законы сохранения и	применять законы термодинамики,	методами использования

	<p>базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>		<p>превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках</p>	<p>термодинамические методы анализа и выполнения расчетов для оценки степени термодинамического совершенства тепловых машин любого назначения, включая энергоустановки тепловых электрических станций, а также при разработке новых поколений этих машин и энергоустановок и рекомендаций по энергосберегающим технологиям;</p> <p>проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД</p>	<p>термодинамические таблицы и диаграмм;</p> <p>термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности</p>
4	<p>Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией</p>	ПК-1	-	<p>применять для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности по проектированию энергообъектов и их элементов, соответствующий физико-математический аппарат</p>	-

				технической термодинамики	
5	Способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата	ПК-4	-	выполнить термодинамический эксперимент по заданной методике и обработку результатов эксперимента	навыками проведения экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата применительно к термодинамическим процессам и методам исследований

Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (324 часа).

Трудоемкость дисциплины по видам работ:

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	3семестр	4семестр	Всего
Общая трудоемкость	180	144	324
Аудиторная работа:	68	68	136
Лекции (Л)	28	28	56
Практические занятия (ПЗ)	28	28	56
Лабораторные работы (ЛР)	12	12	24
КСР	-	-	-
Самостоятельная работа:	103	67	170
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	36	-	36
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	-	9	9
Реферат (Р)	-	-	-
Эссе (Э)	-	-	-
Самостоятельное изучение разделов	10	10	20
Контрольная работа (К)	-	-	-
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	57	48	105

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	3семестр	4семестр	Всего
Подготовка и сдача зачета	9	9	18
Подготовка и сдача экзамена	-	-	-
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет с оценкой	зачет с оценкой	2 зачета с оценкой

1	<p>Введение. Основные понятия и определения. Предмет термодинамики как науки и ее методы. Взаимосвязь с ранее изученными и последующими дисциплинами. Классическая термодинамика и химическая термодинамика. Статистическая термодинамика. Химическая термодинамика. Термодинамика неравновесных необратимых процессов. Роль термодинамики для специалистов теплофизиков, теплоэнергетиков.</p> <p>Понятие об энергии. Формы движения материи и виды энергии. Работа и теплота как две формы передачи энергии. Количество внешнего воздействия.</p> <p>Термодинамическая система и окружающая среда. Виды термодинамических систем. Работа деформации. Термодиформационная система. Параметры состояния термодинамической системы, их виды. Функции состояния. Равновесное состояние термодинамической системы. Первый</p>	4	-	-	-	4 +1	9	Р 8.1- № 1 Р 8.1- № 2 Р 8.1- № 3	лекция классическая (систематическое, последовательное монологическое изложение учебного материала); проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)
---	--	---	---	---	---	------	---	--	--

	<p>постулат термодинамики. Время релаксации. Второй постулат (нулевой закон) термодинамики. Уравнения состояния термодинамической системы. Частный вид уравнения состояния для идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса.</p> <p>Термодинамический процесс. Равновесный (квазистатический) и неравновесный процессы. Прямые и обратные, обратимые и необратимые круговые процессы (циклы). Возможность изображения равновесных процессов и циклов в системах координат.</p>								
2	<p>Смеси идеальных газов.</p> <p>Теплоёмкость.</p> <p>Парциальные давления компонентов смеси. Состав газовой смеси и</p>	-	2	4	-	10 +1	17	<p>Р 8.1- № 1</p> <p>Р 8.1- № 2</p> <p>Р 8.1- № 3</p>	<p>работа в команде</p> <p>(совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера,</p>

	<p>способы его задания. Свойства идеальных газовых смесей. Соотношения между массовыми, объемными и молярными долями компонентов газовой смеси. Кажущаяся молярная масса и газовая постоянная смеси. Плотность газовой смеси.</p> <p>Теплоемкость. Способы задания теплоемкости газовой смеси. Теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении. Теплоемкость газовой смеси.</p>							<p>Р 8.4- № 1</p> <p>Р 8.5- № 1</p>	<p>направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности при выполнении лабораторной работы и обработке ее результатов);</p> <p>проблемное обучение</p> <p>(стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы на практических занятиях)</p>
3	<p>Первый закон термодинамики. Характеристические функции.</p> <p>Внутренняя энергия термодинамической системы и ее взаимосвязь с параметрами состояния. Свойства внутренней энергии. Формулы для расчета внутренней энергии. Формулы для расчета внутренней энергии идеальных газов.</p>	4	4	-	-	8 +1	17	<p>Р 8.1- № 1</p> <p>Р 8.1- № 2</p> <p>Р 8.1- № 3</p> <p>Р 8.4- № 1</p>	<p>лекция классическая</p> <p>(систематическое, последовательное монологическое изложение учебного материала);</p> <p>проблемная лекция</p> <p>(стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация</p>

<p>Факторы, не учитываемые понятием внутренней энергии системы в термодинамике. Анализ применимости внутренней энергии к замкнутым (изолированным) и открытым термодинамическим системам. Воздействия на термодинамическую систему. Потенциалы внешних воздействий. Обобщенный вид уравнения внешних воздействий. Особенности необратимых воздействий на термодинамическую систему и неравновесные процессы. Число степеней свободы термодинамических систем. Деформационное воздействие на термодинамическую систему. Механическая (деформационная) работа. Энергия вытеснения. Работа проталкивания. Располагаемая (техническая) работа и ее применение к открытым термодинамическим системам. Графическое определение механической и располагаемой работ процессов и циклов с помощью $P-v$ диаграммы. Другие виды воздействий на термодинамическую систему в форме работы (механической и</p>																интеллектуального затруднения, проблемы)
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<p>немеханической).</p> <p>Уравнение воздействий при наличии химических и фазовых превращений, их потенциал и координата. Тепловое воздействие на термодинамическую систему и ее отличие от работы. Теплоемкость. Абсолютная температура и энтропия как потенциал и координата теплового воздействия. Правила знаков для изменения внутренней энергии, работы и теплоты. Свойства энтропии как тепловой координаты состояния, ее взаимосвязь с другими параметрами состояния. $T-s$ диаграмма и ее свойства.</p> <p>Сущность первого закона термодинамики как термодинамической формы закона сохранения и превращения энергии при взаимодействии термодинамической системы с окружающей средой. Общий вид уравнения первого закона термодинамики для неравновесных взаимодействий. Первый закон термодинамики в форме уравнения Гиббса. Потенциалы как частные</p>								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

4	<p>Дифференциальные уравнения термодинамики. Дифференциальное уравнение состояния. Уравнения Максвелла. Дифференциальные соотношения для внутренней энергии, энтальпии, энтропии, удельных теплоемкостей. Термические коэффициенты. Мнемоническое правило для запоминания дифференциальных соотношений. Способы применения дифференциальных уравнений термодинамики.</p>	2	2	-	-	6+1	11	Р 8.1- № 1 Р 8.1- № 2 Р 8.1- № 3 Р 8.4- № 1	<p>проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)</p>
5	<p>Второй закон термодинамики Формы концентрации энергии ("запасенной" энергии). Понятие о самопроизвольных (спонтанных) процессах. Направленность самопроизвольных процессов в неравновесных термодинамических системах и взаимодействиях с окружающей средой. Асимметрия природы. Фундаментальный принцип рассеяния энергии. Качество энергии. Сущность второго закона термодинамики. Энтропия как мера вероятности состояния, уравнение Больцмана. Выражение второго закона термодинамики для обратимых</p>	2	4	-	-	4+1	11	Р 8.1- № 1 Р 8.1- № 2 Р 8.1- № 3 Р 8.4- № 1	<p>проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы);</p> <p>проблемное обучение (стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы на практических занятиях)</p>

	и необратимых процессов в изолированной системе. Образование энтропии в термодинамической системе при протекании необратимых (реальных) процессов. Диссипация энергии. Дуализм энтропии. Уравнения баланса энтропии в закрытой и открытой системах при наличии внешних воздействий.								
6	Термодинамические основы работы тепловых двигателей. Типы тепловых машин. Преобразование теплоты в механическую работу в отдельном термодинамическом процессе. Рабочее тело. Необходимость совершения прямого цикла для непрерывного преобразования теплоты в работу в тепловых двигателях. Подвод и отвод теплоты как необходимые виды внешнего воздействия на термодинамическую систему (рабочее тело). Основные элементы теплового двигателя с термодинамической точки зрения. Внешняя необратимость обратимых циклов тепловых двигателей.	2	2	-	-	4 +1	9	Р 8.1 - № 1 Р 8.1 - № 2 Р 8.1 - № 3 Р 8.4 - № 1	контекстное обучение (мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением)

	Термодинамический КПД цикла теплового двигателя. О некоторых формулировках второго закона термодинамики. Прямой обратимый цикл Карно, термодинамический КПД цикла и его значение. Определение термического КПД цикла по $T-s$ диаграмме. Термический КПД необратимого цикла. Понятие о среднеинтегральной температуре процесса. Аналитическое выражение для среднеинтегральной температуры политропного процесса. Термический КПД произвольного цикла с адиабатическим сжатием и расширением рабочего тела.								
7	Третий закон термодинамики. Тепловая теорема В.Нернста и третье начало термодинамики и его следствия. Третье начало термодинамики в формулировке М. Планка.	-	-	-	-	4	4	Р 8.1 - № 1 Р 8.1 - № 2 Р 8.1 - № 3	проблемное обучение (стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы)
8	Термодинамические свойства и процессы идеальных газов. Термодинамические характеристики идеальных газов. Смеси идеальных	4	4	4	-	5 +1	18	Р 8.1 - № 1 Р 8.1 - № 2	опережающая самостоятельная работа (изучение студентами нового

	<p>газов и расчет их параметров. Основные задачи термодинамического анализа процессов. Политропные процессы. Показатель политропы. Уравнения политропного процесса. Расчетные формулы для механической и располагаемой работ, изменения внутренней энергии, энтальпии и энтропии, количества теплоты в политропных процессах. Связь теплоемкости процесса с показателем политропы. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатический процессы. Изображение основных термодинамических процессов в $P-v$ и $T-s$ диаграммах. Особенности превращения энергии при различных значениях показателя политропы. Способы определения показателя политропы. $h-s$ диаграмма и ее применение.</p>							<p>P 8.1 - № 3 P 8.4 - № 1 P 8.5 - № 1</p>	<p>материала до его изучения в ходе аудиторных занятий);</p> <p>лекция классическая (систематическое, последовательное монологическое изложение учебного материала);</p> <p>работа в команде</p> <p>(совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности при выполнении лабораторной работы и обработке ее результатов)</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

9	<p>Эксергия. Эксергетический метод исследования процессов и циклов. Ограниченность превращения некоторых видов энергии и количества теплоты в работу. Понятие об эксергии и энергии. Потери эксергии в необратимых процессах и эксергетический КПД. Эксергия теплоты и ее расчет.</p> <p>Эксергетический анализ циклов тепловых двигателей. Эксергия изолированной термодинамической системы. Эксергия в открытой термодинамической системе в стационарных условиях. Расчет изменения эксергии в основных термодинамических процессах. Графическое определение эксергии в <i>T-s</i> диаграмме.</p>	2	4	-	-	6 +1	13	<p>Р 8.1 - № 1</p> <p>Р 8.1 - № 2</p> <p>Р 8.1 - № 3</p> <p>Р 8.4 - № 1</p>	<p>проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы);</p> <p>проблемное обучение (стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы на практических занятиях)</p>
10	<p>Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Условия термодинамического равновесия гомогенных термодинамических систем..</p> <p>Термодинамическое равновесие в</p>	2	-	-	-	4	6	<p>Р 8.1 - № 1</p> <p>Р 8.1 - № 2</p> <p>Р 8.1 - № 3</p>	<p>лекция классическая (систематическое, последовательное монологическое изложение учебного материала)</p>

	гетерогенных системах. Химический потенциал. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Устойчивость фаз. Уравнение Пойнтинга.								
11	<p>Термодинамические свойства и процессы реальных газов.</p> <p>Отличия свойств реальных газов и паров от идеальных газов. Определение понятий испарения, кипения, конденсации, сухого и влажного насыщенного пара, степени сухости и степени влажности, перегретого пара. Водяной пар как типичный представитель реальных газов и паров. $P-v$ диаграмма водяного пара. Характерные области и линии в $P-v$ диаграмме. Критическая точка. $P-T$ диаграмма. Тройная точка. $T-s$ диаграмма водяного пара. Формулы для расчета Δu, Δh, Δs, \square и других параметров для области воды, влажного насыщенного пара и перегретого пара. $h-s$ диаграмма водяного пара. Расчет термодинамических параметров и термодинамических процессов воды и</p>	4	4	-	-	6 +1	15	<p>P 8.1 - № 1</p> <p>P 8.1 - № 2</p> <p>P 8.1 - № 3</p> <p>P 8.2 - № 1</p> <p>P 8.2 - № 2</p> <p>P 8.4 - № 1</p>	<p>лекция классическая (систематическое, последовательное монологическое изложение учебного материала);</p> <p>проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы),</p> <p>лекция-визуализация (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями);</p> <p>работа в команде (совместная деятельность)</p>

	водяного пара с помощью термодинамических таблиц. Расчет параметров с использованием дифференциальных уравнений термодинамики. Расчет с помощью программ для ЭВМ.								студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности на практическом занятии)
12	Дросселирование газов и паров. Понятие о процессе дросселирования. Изменение термодинамических параметров при дросселировании. Дифференциальный и интегральный дроссель-эффекты. Температура инверсии. Примеры расчета дифференциального дроссель-эффекта. Изображение процесса дросселирования в диаграммах. Полезные применения дроссель-эффекта.	2	-	4	-	2 +1	9	Р 8.1 - № 1 Р 8.1 - № 2 Р 8.1 - № 3 Р 8.5 - № 1	работа в команде (совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности при выполнении лабораторной работы и обработке ее результатов)
13	Влажный воздух. Понятие о влажном воздухе и его основные параметры. Массовое и мольное влагосодержание.	2	2	-	-	4 +1	9	Р 8.1 - № 1 Р 8.1 - № 2	проблемное обучение (стимулирование студентов к самостоятельному

	Абсолютная и относительная влажность. Расчет параметров влажного воздуха. $h - d$ диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов с влажным воздухом. Кондиционирование влажного воздуха.							Р 8.1 - № 3 Р 8.4 - № 1	приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы на практических занятиях)
14	Элементы термодинамики газового потока. Адиабатное течение газа без совершения внутренней работы. Уравнение неразрывности. Первый закон термодинамики в приложении к адиабатному течению газа. Понятие о скорости звука. Конфузорное и диффузорное течение дозвукового и сверхзвукового потока. Истечение из суживающегося канала. Критическая скорость истечения. Сопло Лаваля. Адиабатное течение с трением. Закон обращения воздействия.	2	2	-	-	12 +1	17	Р 8.1 - № 1 Р 8.1 - № 2 Р 8.1 - № 3 Р 8.4 - № 1	проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)
15	Термодинамические основы работы компрессорных машин. Классификация компрессорных машин, основные задачи термодинамического анализа их работы. Термодинамический расчет одноступенчатого поршневого компрессора. Влияние вредного пространства на его работу, действительная индикаторная диаграмма компрессора.	4	4	-	-	6 +1	15	Р 8.1 - № 1 Р 8.1 - № 2 Р 8.1 - № 3 Р 8.4 - № 1	проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)

	<p>Многоступенчатое сжатие. Изображение в $p - v$ и $T-s$ диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Принцип действия лопаточных компрессоров. Адиабатический КПД компрессора. Диссипация энергии в лопаточных компрессорах. Расчет потерь эксергии и эксергетический КПД компрессора.</p>								
16	<p>Циклы тепловых двигателей и энергоустановок с газообразным рабочим телом. Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Сравнительный анализ циклов ДВС. Принцип действия ГТУ. Циклы ГТУ с изохорным и изобарным подводом теплоты. Способы повышения эффективности циклов ГТУ и ГТД. Реальные циклы ГТУ с изохорным и изобарным подводом теплоты. Регенеративные циклы ГТУ, циклы со ступенчатым сжиганием топлива и промежуточным охлаждением в компрессоре. Карнотизация циклов. Действительный цикл ГТУ. Расчет</p>	6	10	8	-	25 +1	52	<p>P 8.1 - № 1 P 8.1 - № 2 P 8.1 - № 3 P 8.4 - № 1 P 8.5- № 1</p>	<p>лекция-визуализация (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями); работа в команде (совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности при выполнении лабораторной работы и обработке ее</p>

	<p>потерь эксергии и эксергетический анализ цикла ГТУ с изобарным подводом теплоты.</p> <p>Принцип действия реактивных двигателей и их классификация. Циклы компрессорных и бескомпрессорных ВРД. Циклы РкД.</p> <p>Двигатели внешнего сгорания. Принцип действия и цикл двигателя Стирлинга.</p>								<p>результатов);</p> <p>проблемное обучение</p> <p>(стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы на практических занятиях)</p>
17	<p>Циклы паросиловых установок. Циклы Карно и Ренкина, схемы паросиловых установок, работающих по этим циклам. Анализ цикла Ренкина с учетом необратимых потерь. Способы повышения эффективности циклов паросиловых установок. Циклы с промперегревом. Регенеративные циклы. Эксергетический анализ циклов паросиловых установок.</p> <p>Теплофикационные циклы. Циклы ядерных энергетических установок.</p>	6	6	-	-	42 +2	56	<p>Р 8.1 - № 1</p> <p>Р 8.1 - № 2</p> <p>Р 8.1 - № 3</p> <p>Р 8.2 - № 1</p> <p>Р 8.2 - № 2</p> <p>Р 8.4 - № 1</p>	<p>проблемная лекция</p> <p>(стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы),</p> <p>лекция-визуализация</p> <p>(передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями);</p> <p>работа в команде</p> <p>(совместная деятельность</p>

									студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности на практическом занятии)
18	Комбинированные циклы энергоустановок. Бинарные циклы. Циклы типа Ренкин - Ренкин Циклы парогазовых установок. Цикл энергоустановок с водоаммиачным раствором в качестве рабочего тела в низкотемпературном цикле.	4	-	-	-	8 +1	13	Р 8.1 - № 1 Р 8.1 - № 2 Р 8.1 - № 3 Р 8.2 - № 1 Р 8.2 - № 2 Р 8.4 - № 1	проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения, проблемы)
19	Термодинамические основы получения низких температур. Тепловые машины с обратными циклами. Обратные циклы. Охлаждающие и	4	6	4	-	10 +1	25	Р 8.1 - № 1 Р 8.1 - № 2 Р 8.1 - № 3	проблемная лекция (стимулирует творчество, проводится с подготовленной аудиторией, создается ситуация интеллектуального затруднения,

	<p>греющие машины. Идеальные циклы холодильных установок, тепловых насосов и термотрансформаторов. Холодильный коэффициент, холодопроизводительность, отопительный коэффициент, коэффициент преобразования теплоты как характеристики этих циклов.</p> <p>Воздушные холодильные машины, их преимущества и недостатки. Паро-компрессорные холодильные машины и их термодинамический анализ. Паро-эжекторные и абсорбционные холодильные машины.</p> <p>Термоэлектрические холодильные машины и их принцип действия.</p> <p>Глубокое охлаждение и получение сжиженных газов. Методы Пикте, Линде и Клода и соответствующие установки для сжижения газов.</p> <p>Термодинамический анализ работы тепловых насосов и термотрансформаторов.</p>							<p>Р 8.4 - № 1</p> <p>Р 8.5 - № 1</p>	<p>проблемы),</p> <p>лекция-визуализация (передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями);</p> <p>работа в команде</p> <p>(совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности при выполнении лабораторной работы и обработке ее результатов)</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------	---

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют не менее 40 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине «Техническая термодинамика».

Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Определение теплофизических параметров и состава продуктов сгорания авиационного керосина	4
2	8	Исследование адиабатного процесса сжатия воздуха в вентиляторе	4
3	12	Исследование процесса дросселирования воздуха	4
4	16	Исследование термодинамического цикла ТРД	4
5	16	Исследование адиабатного процесса расширения газа в турбине	4
6	19	Исследование цикла паровой холодильной установки	4

Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Смеси идеальных газов. Теплоёмкость.	2
2-3	3	Решение задач на применение первого закона термодинамики	4
4	4	Применение дифференциальных уравнений термодинамики для расчета термодинамических параметров идеальных и реальных газов	2
5-6	5	Решение задач на применение второго закона термодинамики	4
7	6	Цикл Карно и его практическое применение при анализе циклов тепловых машин, работающих по прямым и обратным циклам	2
8-9	8	Расчеты термодинамических процессов идеального газа	4
10-11	9	Эксергетический анализ термодинамических процессов и циклов	4
12-13	11	Расчеты термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и диаграмм	4
14	13	Расчеты процессов с влажным воздухом, i-d диаграмма	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
15	14	Решение задач термодинамического анализа потока	2
16-17	15	Термодинамические расчеты процессов сжатия рабочих тел компрессорных машинах	4
18-22	16	Расчеты циклов тепловых двигателей и ТЭУ с идеальными газами	10
23-25	17	Расчеты циклов паросиловых установок	6
26-28	19	Расчеты тепловых машин с обратными циклами	6

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Творческие и расчетные задания
2	<p>Парциальные давления компонентов смеси. Состав газовой смеси и способы его задания. Свойства идеальных газовых смесей. Соотношения между массовыми, объемными и молярными долями компонентов газовой смеси. Кажущаяся молярная масса и газовая постоянная смеси. Плотность газовой смеси.</p> <p>Теплоемкость. Способы задания теплоемкости газовой смеси. Теплоемкость при постоянном объеме и постоянном давлении. Теплоемкость газовой смеси.</p>	Расчетно-графическая работа. Задача № 1.
7	Тепловая теорема В.Нернста и третье начало термодинамики и его следствия. Третье начало термодинамики в формулировке М. Планка.	-

Тематика расчетно-графических работ:

Расчетно-графическая работа направлена на развитие практических навыков решения термодинамических задач по разделам дисциплины, изучаемым в 4 семестре обучения, и представляет собой кейс-задачу.

Тематика курсовых работ:

Расчет параметров теплоэнергетической установки с промежуточным перегревом пара и регенерацией теплоты (студентам выдается индивидуальный вариант задания).

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература.

1. Кириллин В. А. Техническая термодинамика: учебник для вузов /В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. – 5-е изд. - М.:Издательский дом МЭИ, 2008. – 496 с.
2. Кудинов В. А. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для бакалавров /В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. – М.: Изд. Юрайт, 2011. – 560 с.
3. Цирельман Н. М. Техническая термодинамика: учебное пособие/ Н. М. Цирельман. – М., Машиностроение, 2012. – 352 с.

Дополнительная литература

1. Александров А. А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов"Теплоэнергетика"] / А. А. Александров - Москва: МЭИ, 2006 - 158 с.
- 2.Александров А. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник: [таблицы рассчитаны по уравнениям Международной ассоциации по свойствам воды и водяного пара и рекомендованы Государственной службой стандартных справочных данных ГСССД Р-776-98] / А. А. Александров, Б. А. Григорьев - Москва: МЭИ, 2006 - 168 с.

Интернет-ресурсы

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

Методические указания к лабораторным занятиям

1. Лабораторный практикум по технической термодинамике: практикум / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2014. – 154 с.
2. Методические указания к лабораторной работе № 1. Определение теплофизических параметров и состава продуктов сгорания авиационного керосина /Ф.Г.Бакиров, В.М. Клеванский. – Уфа: Изд. УГАТУ, 2012. – 20 с.
3. Методические указания к лабораторной работе № 2. Исследование адиабатного процесса сжатия воздуха в вентиляторе / Н.М. Цирельман. - Уфа: Изд. УГАТУ, 2012. – 10 с.
4. Методические указания к лабораторной работе № 3. Исследование процесса дросселирования воздуха / Н.М. Цирельман. - Уфа: Изд. УГАТУ, 2011. – 11 с.
5. Методические указания к лабораторной работе № 4. Исследование термодинамического цикла ТРД /Ф.Г.Бакиров. – Уфа: Изд. УГАТУ, 2012. – 21 с.
6. Методические указания к лабораторной работе № 5. Исследование адиабатного процесса расширения газа в турбине /Ф.Г.Бакиров, В.М. Кудоярова. – Уфа: Изд. УГАТУ, 2012. – 16 с.
7. Методические указания к лабораторной работе № 2. Исследование адиабатного процесса сжатия воздуха в вентиляторе / Н.М. Цирельман. - Уфа: Изд. УГАТУ, 2011. – 10 с.
8. Методические указания к лабораторной работе № 6. Исследование цикла паровой холодильной установки / Н.М. Цирельман. - Уфа: Изд. УГАТУ, 2011. – 9 с.

Методические указания к практическим занятиям

1. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена: учебное пособие /В. Н. Афанасьев, С. И. Исаев, И. А. Кожин и др.; Под ред. В. И. Крутова и Г. Б. Петражицкого. – СПб.: БХВ- Петербург, 2001. - 384 с.

Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.

1. Бакиров Ф.Г. Термодинамический расчет цикла паротурбинной установки: Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Теоретические основы теплотехники. Термодинамика" / Сост.: Ф.Г. Бакиров, И.З. Полещук. - Уфа: УГАТУ, 2003. – 67 с.

Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

- Операционная система Windows XP
- Интегрированный пакет Microsoft Office 2007
- Архиватор 7ZIP
- WaterSteamPRO – программа для расчета термодинамических свойств воды и водяного пара
- Akwa - программа для расчета термодинамических свойств воды и водяного пара

Образовательные технологии

Базовой технологией, применяемой для организации обучения по дисциплине, контроля самостоятельной работы студентов и оценки уровня освоения дисциплины, является Модульно-рейтинговая система. Также применяются - информационные технологии (использование компьютерных тестирующих средств оценки уровня знаний обучаемых, использование мультимедийного сопровождения лекций, электронных мультимедийных учебных пособий и др.), интерактивные методы и технологии обучения (проблемные лекции, лекции-визуализации, технология проблемного обучения, технология развития критического мышления, групповая работа), с учетом содержания дисциплины и видов занятий, предусмотренных учебным планом.

При реализации дисциплины дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, а также сетевое обучение не реализуются.

Самостоятельная работа относится к основному методу познавательной деятельности в ходе всех видов и форм учебных занятий. Планирование самостоятельной работы, т.е. определение ее целей, содержания и сроков проведения должно соотноситься не только с предметной логикой, но и с общей логикой формирования компетенции, установленной в образовательной программе. Студент при освоении дисциплины обязан посещать аудиторские занятия. На первом аудиторном занятии преподаватель, ведущий дисциплину, объясняет показатели текущей аттестации и критерии оценивания компетенций формируемых в процессе освоения дисциплины. Поэтому студент должен четко и однозначно понять требования, предъявляемые Федеральным государственным образовательным стандартом. В случае непонимания, не полного понимания или недопониманию особенностей оценивания студент должен обратиться к преподавателю за дополнительными разъяснениями в период консультаций преподавателя. Студент должен не просто посещать аудиторские занятия, а набирать рейтинг текущего контроля. Согласно графику учебного процесса предусмотрены контрольные мероприятия, которые проводятся в соответствии с фондом оценочных средств дисциплины. Результаты

текущих контрольных мероприятий являются основанием для прохождения промежуточной аттестации (2 зачетов с оценкой).

Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Лаборатория термодинамики 2-111а с учебными лабораторными установками для исследования адиабатного процесса сжатия воздуха в вентиляторе, исследования цикла паровой холодильной установки, макетами и образцами оборудования, плакатами, диаграммами и др.;

- Лаборатория 2-106 с действующими энергоустановками для определения теплофизических параметров и состава продуктов сгорания авиационного керосина, исследования термодинамического цикла ТРД, исследования адиабатного процесса расширения газа в турбине, исследования процесса дросселирования воздуха, модельной ГТУ – ТЭЦ на базе микротурбины Capstone C30 (США), макетами и образцами оборудования;

- Лаборатории 2-104 и 2-106а для запуска, управления режимами работы энергоустановок лаборатории 2-106 с автоматизированными системами запуска и регистрации параметров;

- Компрессорная станция в отдельном здании с компрессорными и вакуумными машинами, баллонной рампой на 250 бар для обеспечения воздухом испытательных лабораторий;

- Лаборатория 2-102 с комплексом регуляторов давления и системой автоматизации экспериментов для обеспечения работы учебных установок и проведения самостоятельных научных исследований;

- Компьютерные классы в ауд. 2-302 и 2-106а с доступом к указанным программным средствам и к сети Интернет;

- Мультимедийные средства, аудиовизуальные средства в ауд. 2-101 и 2-106а.

Условия реализации образовательной программы лицами с ограниченными возможностями здоровья

Данное направление подготовки входит в Перечень специальностей и направлений подготовки, при приеме на обучение по которым поступающие проходят обязательные предварительные медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном при заключении трудового договора или служебного контракта по соответствующей должности или специальности, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 14 августа 2013 г. № 697. Поступающий представляет оригинал или копию медицинской справки, содержащей сведения о проведении медицинского осмотра в соответствии с перечнем врачей-специалистов, лабораторных и функциональных исследований, установленным приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». На основании этого на данное направление подготовки лица, требующие индивидуальных условий обучения, не принимаются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-методического совета

по направлению подготовки (специальности)
по УГСН 13.00.00 Электро- и теплотехника
(шифр и наименование образовательной программы)

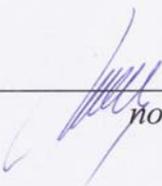
Настоящим подтверждаю, что представленный комплект аннотаций рабочих программ учебных дисциплин по направлению подготовки (специальности)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (бакалавриат)
(шифр и наименование образовательной программы)

по профилю (направленности) Тепловые электрические станции,

реализуемой по форме обучения очной,
(указать нужное: очной, очно-заочной (вечерней), заочной)

соответствует рабочим программам учебных дисциплин указанной выше образовательной программы.

Председатель НМС


_____ *подпись*

Исмагилов Ф.Р.

« 26 » 06 2015 г.
дата