

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 31.03.2020 08:59:08

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd3d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

Аннотация программы дисциплины «Термодинамика»

Цели и задачи дисциплины.

Цель освоения дисциплины

- выработка умения исследовать и испытывать системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии; паровые и водогрейные котлы различного назначения; реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые и газовые турбины; тепловые насосы.

Содержание дисциплины:

Основные понятия и определения в термодинамике. Введение. Техническая термодинамика как теоретическая основа теплотехники. Термодинамическая система. Термические параметры состояния. Уравнения состояния для идеальных и реальных газов

В результате изучения дисциплины студент должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

о фундаментальных законах технической термодинамики (являющихся основой функционирования тепловых машин, аппаратов) методов оценки их эффективности; о рабочих процессах, протекающих в тепловых машинах, о свойствах рабочих тел и теплоносителей.

уметь:

в использовании уравнений и справочных баз данных для определения термодинамических свойств рабочих тел и теплоносителей, в термодинамическом анализе процессов и показателей тепловой экономичности ТЭУ;

владеть:

методами дифференцирования, интегрирования функций, основными аналитическими и численными методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем; основными методами теоретического и экспериментального исследования физических и химических явлений; методами поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий.

Компетенции: ПК-16, ОК-1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

строительства и архитектуры

(наименование ф-та полностью)

 Е.Г. Пахомова

(подпись, инициалы, фамилия)

« 31 » августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Термодинамика

(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность) 21.05.04

(шифр согласно ФГОС)

Горное дело

и наименование направления подготовки (специальности)

Обогащение полезных ископаемых

наименование профиля, специализации или магистерской программы)

форма обучения заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Курск – 2017

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления специальности 21.05.04 Горное дело и на основании учебного плана специальности 21.05.04 Горное дело (специализация «Обогащение полезных ископаемых»), одобренного ученым советом университета протокол № 3 «28» ноября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по специальности 21.05.04 Горное дело (специализация «Обогащение полезных ископаемых») на заседании кафедры теплогазоводоснабжения от «29» 08 2017 г. протокол № 1.

Зав. кафедрой _____ Семичева Н.Е.

Разработчик программы
к.т.н. _____ Жмакин В.А.
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано: на заседании кафедры экспертизы и управления недвижимостью, горного дела «29» 08 2017 г. протокол № 1.

Зав. кафедрой _____

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана специальности 21.05.04 Горное дело (специализация «Обогащение полезных ископаемых»), одобренного ученым советом университета протокол № 3 «28» ноября 2016 г., на заседании кафедры теплогазоводоснабжения «14» ноября 2016 г. протокол № 14.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана специальности 21.05.04 Горное дело (специализация «Обогащение полезных ископаемых»), одобренного ученым советом университета протокол № 3 «28» ноября 2016 г., на заседании кафедры теплогазоводоснабжения «28» ноября 2016 г. протокол № 16.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана специальности 21.05.04 Горное дело (специализация «Обогащение полезных ископаемых»), одобренного ученым советом университета протокол № 3 «28» ноября 2016 г., на заседании кафедры теплогазоводоснабжения « » 20 г. протокол № .
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Формирование у студентов знаний о свойствах тепловой энергии и законах взаимопревращения тепловой и механической энергии, о свойствах основных рабочих тел, применяемых в тепло- и хладотехнике, о принципах работы тепловых двигателей, холодильных машин и установок, тепловых насосов.

1.2 Задачи дисциплины

- обучение студентов знаниям о свойствах рабочих тел, применяемых в тепло- и хладотехнике, законах превращения тепловой и механической энергии, методах анализа эффективности использования теплоты, а также о принципах действия, конструкциях и назначении основного теплотехнического оборудования;
- создание фундамента базовых знаний для усвоения профильных дисциплин направления подготовки;
- развитие умений и навыков использования основных закономерностей термодинамики при решении конкретных задач в области теплоэнергетики и теплотехники, тепло- и газоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

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

Обучающиеся должны знать:

- предмет и задачи технической термодинамики, понятийный аппарат,
- параметры состояния и свойства рабочих тел, основные законы технической термодинамики, основные термодинамические процессы в теплотехнике;
- циклы работы и принципиальные схемы теплотехники: паросиловых установок, компрессоров, газотурбинных установок, двигателей внутреннего сгорания;

уметь:

- решать учебные, прикладные и научно-исследовательские задачи в области теплотехники, инженерных сетей и сооружений;
- пользоваться таблицами свойств и диаграммами состояния водяного пара, влажного воздуха;

владеть:

- навыками расчета учебных, прикладных и научно-исследовательских задач в области теплотехники, инженерных сетей и сооружений;

- навыками работы с диаграммами состояния и таблицами свойств водяного пара, влажного воздуха и других газообразных рабочих тел тепло- и хладотехники;
- навыками расчета параметров работы паросиловых установок, компрессоров, газотурбинных установок, двигателей внутреннего сгорания.

У обучающихся формируются следующие компетенции:

- готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты (ПК-16);

2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

«Термодинамика» представляет дисциплину с индексом Б1.Б.19 базовой части блока «Дисциплины (модули)» учебного плана специальности 21.05.04 Горное дело (специализация «Открытые горные работы»), изучаемую на 3 курсе в 6 семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часа.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	12,12
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	0
практические занятия	8
экзамен	0,12
зачет	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	12
в том числе:	
лекции	4
лабораторные занятия	0
практические занятия	8
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	123
Контроль/экс. (подготовка к экзамену)	9

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, законы термодинамики.	<p><i>Рабочее тело, основные термодинамические параметры.</i> Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные термодинамические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Понятие идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Индивидуальная и универсальная газовые постоянные.</p> <p><i>Понятие о смеси идеальных газов.</i> Способы задания состава смеси: массовыми, объемными и мольными долями. Параметры состояния газовой смеси: кажущаяся молярная масса, газовая постоянная смеси, парциальные давления компонентов газовой смеси.</p> <p><i>Теплоёмкость.</i> Массовая, объемная и мольная теплоёмкости. Теплоёмкость при постоянном давлении и объеме. Истинная и средняя теплоёмкости. Формулы и таблицы для определения теплоёмкостей. Теплоемкость смеси идеальных газов.</p> <p><i>Первый закон термодинамики.</i> Понятие работы в термодинамике. Графическое изображение её в P-v диаграмме. Теплота и работа как формы передачи энергии. Внутренняя энергия. Понятие о функциях процесса и функциях состояния. Аналитическая форма первого закона термодинамики. Энтальпия. Аналитическое выражение 1-го закона термодинамики через энтальпию. Понятие об энтропии. T-s диаграмма.</p> <p><i>Основные термодинамические процессы.</i> Соотношение между основными термодинамическими параметрами. Определение изменения внутренней энергии, теплоты, работы, изменения энтропии. Процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный. Уравнения процессов, изображение их в P-v и T-s координатах. Расчетные выражения для теплоты и работы. Место</p>

		<p>каждого из процессов в технике.</p> <p>Политропный процесс как общая форма частных процессов. Теплоемкость политропического процесса, ее особенность. Определение показателя политропы. Изображение политропных процессов в $P-v$ и $T-s$ координатах.</p> <p><i>Второй закон термодинамики.</i> Основные формулировки 2-го закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термический к.п.д. и холодильный коэффициент.</p>
2.	<p>Основы работы теплотехники: тепловых двигателей, холодильных машин и «тепловых» насосов</p>	<p><i>Компрессоры.</i> Индикаторные диаграммы идеального и реального компрессоров, характер процессов сжатия газов в компрессорах. Одно- и многоступенчатое сжатие. сравнительный анализ.</p> <p><i>Циклы двигателей внутреннего сгорания</i> с подводом теплоты при постоянном объеме, цикл с подводом теплоты при постоянном давлении, цикл со смешанным сгоранием топлива.</p> <p><i>Водяной пар.</i> Диаграммы $P-v$, $T-s$ и $h-s$. Пограничные линии. Критические параметры водяного пара. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Основные процессы изменения состояния водяного пара. Расчет процессов с помощью таблиц и $h-s$ диаграммы.</p> <p><i>Принципиальная схема паросиловых установок.</i> Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в $P-v$, $T-s$ и $h-S$ диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок.</p> <p><i>Влажный воздух</i> как смесь идеальных газов. Основные параметры влажного воздуха: влагосодержание, относительная влажность, энтальпия и др. $H-d$ диаграмма влажного воздуха. Принципы построения, характерные особенности. Определение параметров влажного воздуха с помощью $H-d$ диаграммы. Расчет основных процессов с использованием $H-d$ диаграммы: нагрев, охлаждение, осушка, адиабатное увлажнение.</p> <p><i>Циклы холодильных машин.</i> Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Циклы воздушной и паровой компрессионной холодильной установок. Характеристика агентов, применяемых в паровых холодильных установках.</p>

Таблица 4.1.2 - Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, основные законы термодинамики.	2	-	1	У-1,У-2,У-3, МУ-1,МУ-2, МУ-3,МУ-4, МУ-5	РГР, Р, С	ПК-16
2.	Основы работы теплотехники: тепловых двигателей, холодильных машин и «тепловых» насосов.	2	-	2,3,4	У-1,У-2,У-3, МУ-1,МУ-2, МУ-3,МУ-4, МУ-5	РГР, Р, С	ПК-16

Примечание: РГР – расчетно-графическая работа; Р – реферат; С – собеседование.

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1.	Параметры состояния газа. Газовые смеси. Теплоемкость газов. Термодинамические процессы.	2
2.	Поршневые компрессоры. Двигатели внутреннего сгорания.	2
3.	Водяной пар. Н-s диаграмма водяного пара.	2
4.	Влажный воздух. Н-d диаграмма состояния влажного воздуха.	2
Итого:		8

4.3. Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
1.	Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, основные законы термодинамики.	1-6 неделя	40
2.	Основы работы теплотехники: тепловых двигателей, холодильных машин и «тепловых» насосов.	7-18 неделя	83
Итого:			123

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

научной библиотекой университета:

а) библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

б) имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

а) путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

б) путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;

в) путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- заданий для самостоятельной работы;

- тем рефератов;
 - вопросов к экзамену;
 - методических указаний к выполнению практических работ и т.д.
- полиграфическим центром (типографией) университета:*
- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
 - удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от 05 апреля 2017 г. № 301 по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные и тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 33,3 % аудиторных занятий согласно УП.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, основные законы термодинамики.	Электронная презентация, слайды.	2
2	Основы работы теплотехники: тепловых двигателей, холодильных машин и «тепловых» насосов	Решение ситуационных задач	2
Итого:			4

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
готовность выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты (ПК-16)	Теоретическая механика		Основы научных исследований Технологическая практика
		Прикладная механика Сопротивление материалов Гидромеханика Термодинамика Материаловедение	

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

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-16/ основной	1.Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленны х в п.1.3 РПД 2.Качество освоенных обучающимся ЗУН 3.Умение применять	Знать: • предмет и задачи технической термодинамики; • параметры состояния и свойства рабочих тел;	Знать: • предмет и задачи технической термодинамики, понятийный аппарат; • параметры состояния и свойства рабочих тел, основные законы технической термодинамики; • циклы работы и принципиальные схемы теплотехники: компрессоров, паросиловых установок;	Знать: • предмет и задачи технической термодинамики, понятийный аппарат, • параметры состояния и свойства рабочих тел, основные законы технической термодинамики, основные термодинамические процессы в теплотехнике; • циклы работы и принципиальные схемы теплотехники: паросиловых установок,

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	ЗУН в типовых и нестандартных ситуациях	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> решать учебные задачи в области теплотехники, инженерных сетей и сооружений; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками расчета учебных задач в области теплотехники, инженерных сетей и сооружений; 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> решать учебные, прикладные задачи в области теплотехники, инженерных сетей и сооружений; пользоваться диаграммами состояния водяного пара, влажного воздуха; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками расчета учебных, прикладных задач в области теплотехники, инженерных сетей и сооружений; навыками работы с диаграммами состояния и таблицами свойств водяного пара, влажного воздуха; 	<p>компрессоров, газотурбинных установок, двигателей внутреннего сгорания;</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> решать учебные, прикладные и научно-исследовательские задачи в области теплотехники, инженерных сетей и сооружений; пользоваться таблицами свойств и диаграммами состояния водяного пара, влажного воздуха; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками расчета учебных, прикладных и научно-исследовательских задач в области теплотехники, инженерных сетей и сооружений; навыками работы с диаграммами состояния и таблицами свойств водяного пара, влажного воздуха и других газообразных рабочих тел тепло- и хладотехники; навыками расчета параметров работы паросиловых установок, компрессоров, газотурбинных установок, двигателей внутреннего сгорания.

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, законы термодинамики.	ПК-16	Лекция. Практическое занятие №1. СРС.	Собеседование РГР Реферат	С-1 МУ- 1,2,3 1-23	Согласно табл.7.2
2	Основы работы теплотехники: тепловых двигателей, холодильных машин и «тепловых» насосов	ПК-16	Лекция. Практические занятия №2,3,4. СРС.	Собеседование РГР Реферат	С-2 МУ- 1,2,3 24-40	Согласно табл.7.2

Примечание: РГР – расчетно-графическая работа; Р – реферат; С – собеседование.

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Вопросы для собеседования по разделу (теме) 1 «Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, законы термодинамики».

1. Понятие смеси идеальных газов.
2. Способы задания состава газовой смеси.
3. Уравнение состояния для газовой смеси.
4. Кажущаяся молекулярная масса газовой смеси.
5. Газовая постоянная смеси газов.
6. Парциальное давление компонентов газовой смеси.

Расчетно-графическая работа по разделу (теме) 2 «Теоретические основы термодинамики: основные понятия и определения, законы термодинамики»:

ЗАДАЧА № 3

Определить средние массовые и объемные теплоемкости газа при условии $P=\text{Const}$ и $v=\text{Const}$ в интервале температур $t_1 \div t_2$. Вычислить также удельную теплоту изохорного процесса для данного интервала температур, считая зависимость теплоемкости от температуры линейной.

Исходные данные к расчету (по последней цифре шифра)

Шифр	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Газ	O ₂	N ₂	CO	SO ₂	H ₂ O	H ₂	N ₂	O ₂	N ₂	CO
t ₁ , °C	50	120	55	20	25	18	22	28	30	45
t ₂ , °C	250	350	300	450	400	150	180	220	280	150

Исходные данные: t₁ = , °C; t₂ = , °C; газ - .

Решение

1. Средняя изобарная мольная теплоемкость газа, μC_{pm} , в интервале температур $t_1 \div t_2$ (выбираем формулу $\mu C_{pm} =$ по Прилож., табл. П.2 для заданного газа, среднюю)

$$\mu C_{pm} = , \text{ кДж}/(\text{К} \cdot \text{кмоль}),$$

где $t = t_1 + t_2 =$, °C - определяющая температура.

2. Средняя изохорная мольная теплоемкость газа в интервале температур $t_1 \div t_2$ (из уравнения Майера)

$$\mu C_{vm} = \mu C_p - 8,314 = , \text{ кДж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К}),$$

где 8,314 – универсальная газовая постоянная, кДж/(кмоль·К).

3. Средние массовые изобарная и изохорная теплоемкости газа в интервале температур $t_1 \div t_2$

$$C_{pm} = \mu C_{pm} / \mu = , \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}); \quad C_{vm} = \mu C_{vm} / \mu = , \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}),$$

где μ – молекулярная масса газа, кг/кмоль, (см Прилож., табл. П.1)..

4. Средние объемные изобарная и изохорная теплоемкости газа в интервале температур $t_1 \div t_2$

$$C'_{pm} = \mu C_{pm} / V_{\mu} = , \text{ кДж}/(\text{нм}^3 \cdot \text{К});$$

$$C'_{vm} = \mu C_{vm} / V_{\mu} = , \text{ кДж}/(\text{нм}^3 \cdot \text{К}),$$

где $V_{\mu}=22,4$ –объем кмольа газа при нормальных условиях, $\text{нм}^3/\text{кмоль}$.

5. Удельная теплота изохорного процесса

$$q = C_{vm} \cdot (t_2 - t_1) = \quad , \text{кДж/кг}.$$

Рефераты

1. Техническая термодинамика как наука, основные понятия и определения.
2. Основные параметры состояния газа и их единицы измерения.
3. Шкалы и единицы измерения температуры и взаимосвязь между ними.
4. Единицы измерения давления и взаимосвязь между ними.
5. Приборы и измерения в теплотехнике.
6. Приборы для измерения температуры.
7. Приборы для измерения давления.
8. Приборы для измерения расхода и количества жидкостей или газов.
9. Основные газовые законы (Шарля, Бойля-Мариотта, Гей–Люссака, Авогадро, Дальтона и др.).
10. Уравнение Менделеева-Клапейрона в различных формулировках.
11. Газовые смеси, способы задания состава газовой смеси, уравнение состояния смеси идеальных газов.
12. Теплоемкость газов, классификация, два способа подвода тепла, физический смысл газовой постоянной, уравнение Майера.
13. Теплота как форма передачи энергии. Понятие энтропии.
14. Внутренняя энергия рабочего тела, зависимость от температуры тела.
15. Работа расширения и сжатия рабочего тела.
16. Первый закон термодинамики, понятие вечного двигателя 1-го рода.
17. Изобарный процесс: основное уравнение процесса, изображение процесса в p - v и T - s диаграммах, выражение 1-го закона термодинамики для процесса.
18. Изохорный процесс: основное уравнение процесса, изображение процесса в p - v и T - s диаграммах, выражение 1-го закона термодинамики для процесса, работа и теплота процесса.

19. Изотермический процесс: основное уравнение процесса, изображение процесса в $p-v$ и $T-s$ диаграммах, выражение 1-го закона термодинамики для процесса, работа и теплота процесса.
20. Адиабатный процесс: основное уравнение процесса, изображение процесса в $p-v$ и $T-s$ диаграммах, выражение 1-го закона термодинамики для процесса, работа и теплота процесса.
21. Политропный процесс как общий случай изопроцессов (основное уравнение процесса, показатель политропы и его крайние значения, изображение процесса в $p-v$ и $T-s$ диаграммах).
22. Второй закон термодинамики, его основные трактовки и следствия из него. Понятие о вечном двигателе второго рода.
23. Цикл и теорема Карно, понятие о термическом КПД цикла, термодинамический КПД цикла Карно.
24. Одноступенчатые компрессоры, принципиальная схема, работа одноступенчатого компрессора при изотермическом, адиабатном и политропном сжатии газа в цилиндре.
25. Многоступенчатый компрессор, принципиальная схема, затрачиваемая работа, изображение процесса на диаграммах.
26. Циклы двигателей внутреннего сгорания: с подводом теплоты при постоянном объеме, при постоянном давлении, со смешанным сгоранием топлива.
27. Водяной пар и его основные параметры. Сухой насыщенный пар. Влажный пар, степень сухости влажного пара, определение параметров влажного пара. Тройная точка. Критическая точка. Перегретый пар.
28. $p-v$ диаграмма водяного пара: основные термины и параметры, основные линии и области диаграммы и их физический смысл.
29. $T-s$ диаграмма водяного пара: основные термины и параметры, основные линии и области диаграммы и их физический смысл.
30. $h-s$ диаграмма водяного пара: основные термины и параметры, основные линии и области диаграммы и их физический смысл.
31. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара, формулы для расчета параметров влажного пара.
32. Основные термодинамические процессы с водяным паром, изображение процессов на $h-s$ диаграмме, их расчет.

- 33.Схема и циклы паротурбинных установок: цикл Ренкина, цикл с вторичным перегревом пара, теплофикационный цикл.
- 34.Влажный воздух: три состояния влажного воздуха, основные параметры влажного воздуха.
- 35.Н-d диаграмма влажного воздуха: основные линии и области диаграммы и их физический смысл. Прибор для измерения влажности.
- 36.Основные процессы обработки влажного воздуха в системах ТГВ и их расчет с помощью Н-d диаграммы.
- 37.Парокомпрессионные холодильные машины: схема, принцип работы.
- 38.Абсорбционные холодильные машины: схема, принцип работы.
- 39.Пароэжекторные холодильные машины: схема, принцип работы.
- 40.Воздушные компрессионные холодильные машины: схема, принцип работы.

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Типовые задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016-2015 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ»;
- указанные в списке литературы методические указания, используемые в образовательном процессе.

Для текущего контроля по дисциплине в рамках действующий в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Контроль начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Лекции № 1. Собеседование №1.	0	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	3	Выполнил, доля правильных ответов более 90%
Лекции № 2. Собеседование №2.	0	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	3	Выполнил, доля правильных ответов более 90%
Практические занятия. Расчетно-графическая работа (РГР).	0	РГР выполнена в неполном объеме, доля правильных ответов менее 20%.	24	РГР выполнена в полном объеме (все 8 заданий), доля правильных ответов более 90%.
СРС (реферат)	0		6	
Итого	0		36	
Посещаемость	0		14	
Экзамен	0		60	
Итого	0		100	

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 3 балла,
- задание в открытой форме – 3 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 3 балла,
- задание на установление соответствия – 3 балла,
- решение задачи – 15 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 60 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1. Основная учебная литература

1. Теплотехника: [Текст]: учебник / под ред. А. П. Баскакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: БАСТЕТ, 2010. - 328 с.
2. Техническая термодинамика и теплотехника: [Текст]: учебное пособие / под ред. А. А. Захаровой. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2008. - 272 с.
3. Селин В. В. Техническая термодинамика [Текст] : учебное пособие / В.В. Селин, В. М. Фокин. - Волгоград: ВолгГАСУ, 2008. - 132 с.

8.2 Дополнительная учебная литература

4. Теплогазоснабжение и вентиляция [Текст] : учебник / под ред. О. Н. Брюханова. - М.: Академия, 2011. - 400 с.: ил.
5. Теплотехника [Текст]: учебник / Под ред. В. Н. Луканина. - 4-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 671 с.
6. Кудинов В. А. Техническая термодинамика [Текст]: учебное пособие / В. А. Кудинов. - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2003. - 261 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Техническая термодинамика: методические указания и задания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов очной и заочной формы обучения направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 08.04.01 «Строительство», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.А. Жмакин, Н.С. Кобелев, Е.М. Кувардина. – Курск, 2017. – 32 с.: ил. 9, табл. 15, прилож. 4. – Библиогр.: с. 29.
2. Техническая термодинамика [Текст]: методические указания и задания к контрольной работе / КГТУ; сост.: В. А. Кудрявцев, И. И. Сокол, Л. Е. Кудрявцева. - Курск: КГТУ, 2007. - 20 с.
3. Техническая термодинамика [Текст]: методические указания и задания к контрольной работе / КГТУ; сост.: И. И. Сокол, Л. Е. Кудрявцева, В. А. Кудрявцев. - Курск: КГТУ, 2007. - 28 с.
4. Термодинамика [Текст]: методические указания и задания к самостоятельной работе / КГТУ; сост.: Л. Е. Кудрявцева, И. И. Сокол, В. А. Кудрявцев. - Курск: КГТУ, 2007. - 20 с.
5. Теплотехника [Электронный ресурс] : методические указания и задания к контрольной работе для студентов технических специальностей заочной и сокращенной форм обучения / ЮЗГУ; сост.: И. И. Сокол, Л. Е. Кудрявцева. - Курск: ЮЗГУ, 2011. - 39 с.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

1. Известия РАН. Энергетика.
2. Безопасность труда в промышленности.
3. Безопасность в техносфере.
4. Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика.
5. Промышленное и гражданское строительство.
6. Экология и промышленность России.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://window.edu.ru/catalog/> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
3. <https://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система Издательства Лань.
4. <http://www.knigafund.ru/> - Электронно-библиотечная система «КнигаФонд».
5. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно-библиотечная система IPRbooks

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекция является одним из основных источников знаний. Она должна способствовать глубокому усвоению материала и активизировать самостоятельную работу студентов.

Материал лекции будет усвоен глубоко, если он излагается, с одной стороны, достаточно строго и четко, а с другой стороны - ярко, наглядно,

Лекции должны носить проблемный характер, отражать актуальные вопросы теории и практики, современные достижения общественного и научно-технического развития. Лектор обязан: четко доступно излагать содержание курса, обеспечивать условия для усвоения и возможность конспектирования, проводить анализ основных понятий термодинамики. Чтение лекций необходимо сопровождать рассмотрением примеров, соответствующих основным положениям лекции.

На практических занятиях студенты должны овладевать навыками в решении прикладных задач, постоянно встречающихся в инженерной практике. Преподаватель, ведущий практические занятия, обязан добиваться уверенной самостоятельной работы, умения проверки результатов расчета на компьютере.

Усвоение курса «Термодинамика» невозможно без самостоятельного решения студентами задач. Результативность самостоятельной работы студентов обеспечивается эффективной системой контроля, которая включает в себя проверку выполнения заданий, индивидуальную беседу. Сроки выполнения задания определены в таблице 4.3.

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

1. Kaspersky Endpoint Security Russian Edition. Лицензия 156A-140624-192234.
2. LibreOffice.
3. Операционная система Windows.
4. Свободно распространяемое и бесплатное ПО. ru.libreoffice.org/download/

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

Для проведения лекционных и практических занятий используются следующие технические средства обучения:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, оснащенные учебной мебелью: столами, стульями для обучающихся; стол, стул, трибуна для преподавателя; доска,

Термогигрометр ТГЦ-1У.

Промышленный технический фен STENINEL HG-2000E 342616.

Цифровой термометр ETI2001.

Установка для изучения теплоотдачи при течении жидкости в трубе.

Термометр СП-2-100/103.

Термометр технический ТТЖ 200/103.

Термометр технический ТТП 100/103.

Фен ФЭ-2000 (990).

13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменен ных	заменен ных	аннулиро ванных	новых			