

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО  
профессор В.А. Лебедев**

---

**Проректор по образовательной  
деятельности доцент Д.Г. Петраков**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
<b>Направленность (профиль):</b>	Энергообеспечение предприятий
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	Профессор Яковлев П.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Техническая термодинамика» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Минобрнауки России 143 от 28.02.2018 г.;
- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Составитель \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор П.В. Яковлев

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехники и теплоэнергетики от 20.01.2021 г., протокол № 6**

Заведующий кафедрой Теплотехники \_\_\_\_\_ к.т.н., проф В.А. Лебедев  
и теплоэнергетики

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса к.т.н. \_\_\_\_\_ Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

- получение знаний фундаментальных законов, являющихся основой функционирования тепловых машин и аппаратов; представлений о рабочих процессах, протекающих в тепловых машинах и их эффективности; о свойствах рабочих тел и теплоносителей.

### Основные задачи дисциплины:

- овладение студентами основными понятиями технической термодинамики, терминологией, законами; основными процессами, протекающими в тепловых машинах; методами расчета и экспериментального определения свойств рабочих тел и теплоносителей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) – «Энергообеспечение предприятий» и изучается в 3, 4 и 5 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Техническая термодинамика» являются «Математика» и «Физика».

Дисциплина «Техническая термодинамика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Тепломассообмен», «Технические измерения», «Тепловые двигатели и нагнетатели».

Особенностью дисциплины является прикладной характер дисциплины и применение полученных знаний к проектированию и эксплуатации энергетических установок.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Техническая термодинамика» направлен на формирование следующих компетенций и получение основных результатов обучения.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3	ОПК-3.3. Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем.
		ОПК-3.4. Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений.
		ОПК-3.5. Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет **8** зачётных единиц, **288** ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам		
		3	4	5
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>105</b>	<b>36</b>	<b>17</b>	<b>51</b>
Лекции	35	18	-	17
Практические занятия (ПЗ)	69	18	17	34
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>147</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>39</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-	-	-
Подготовка к семинарским занятиям	-	-	-	-
Подготовка к практическим занятиям	91	72	-	19
Подготовка к лабораторным занятиям	56	-	36	20
<b>Вид промежуточной аттестации -Зачет (З), экзамен (Э), диф. Зачет (ДЗ)</b>	<b>36</b>	<b>ДЗ</b>	<b>3</b>	<b>36 (Э)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
ак. час.	<b>288</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>126</b>
зач. ед.	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>1,5</b>	<b>3,5</b>

### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены лекции, практические занятия в аудитории, лабораторные работы, самостоятельная работа с промежуточными консультациями и зачетами текущих заданий, подготовка и сдача зачета, дифференцированного зачета и экзамена.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проекта)
1.	Раздел 1. Основные законы термодинамики	60	9	21		30
2.	Раздел 2. Реальные газы. Водяной пар	54	9	15		30
3.	Раздел 3. Компрессоры. Циклы тепловых двигателей	44	4	10		30
4.	Раздел 4. Циклы паротурбинных установок	50	6	14		30
5.	Раздел 5. Циклы холодильных и теплонасосных установок	44	7	9		27
	<b>Итого:</b>	<b>252</b>	<b>35</b>	<b>69</b>	<b>-</b>	<b>147</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
<b>3 семестр</b>			
1	Раздел 1.	<p>Единицы измерения СИ, СГСЭ. Термодинамические параметры состояния: удельный объём, плотность, давление, температура. Правило фаз Гиббса, полный дифференциал. Понятие равновесного процесса. Способы передачи энергии: теплота и работа. Отличие параметров состояния от функций процесса.</p> <p>Понятие идеального газа, отличие реального от реального газа. Уравнение состояния. Закон Бойля-Мариотта (<math>pV</math>), Гей-Люссака (<math>V/T</math>), Шарля (<math>P/T</math>). Уравнение Клайперона-Менделеева, универсальная газовая постоянная, газовая постоянная. Смесь газов, закон Дальтона. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Диаграмма <math>p-v</math> для реального газа, критическая температура.</p> <p>Обратимые и необратимые процессы, виды необратимости. Первый закон термодинамики, внутренняя энергия и её составляющие. Расчёт работы, аналитическое выражение первого закона термодинамики. Понятие энтальпии.</p> <p>Теплоёмкость, формула Майера. Мольная теплоёмкость одноатомных, двухатомных и многоатомных газов. Понятие энтропии, расчёт энтропии, диаграмма <math>T-S</math> и её свойства.</p> <p>Термодинамические процессы идеальных газов: изобарный, изохорный, изотермический, адиабатный, политропный. Изображение процессов в диаграммах <math>P-v</math> и <math>T-S</math>, свойства диаграмм, анализ процессов в диаграммах.</p> <p>б. Второй закон термодинамики, круговые процессы, цикла двигателей и холодильных машин. Цикл Карно. Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах. Понятие эксергии.</p>	9
2	Раздел 2. Истечение и дросселирование Влажный воздух	<p>Водяной пар, понятия мокрого, сухого насыщенного и перегретого пара и их свойства, степень сухости. Диаграммы <math>p-v</math>, <math>T-S</math>, <math>i-S</math>. Основные термодинамические процессы водяного пара</p> <p>Истечение. Скорость звука, закон обращённого воздействия, массовый расход газа при истечении, сопло и диффузор, сопло Лавалья. Дросселирование.</p> <p>Влажный воздух. Диаграмма влажного воздуха <math>i-d</math>.</p>	9
		Итого за семестр	18

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
<b>5 семестр</b>			
3	Раздел 3.	Компрессоры. Физические принципы сжатия газов. Устройство поршневого компрессора, индикаторная диаграмма идеального и реального компрессоров, влияние мёртвого пространства, многоступенчатое сжатие. Работа, затрачиваемая на привод компрессора.	4
4	Раздел 4.	Идеальный и действительный циклы ПТУ. Циклы ПТУ с промежуточным перегревом и регенеративным отбором пара. Циклы парогазовой и атомной установок. Циклы и устройства прямого преобразования теплоты в электроэнергию.	6
5	Раздел 5.	Циклы воздушной и парокомпрессорной холодильных установок. Передача теплоты тепловым насосом и тепловой трубой. Физические основы кондиционирования воздуха	7
		Итого за семестр	17
<b>Итого:</b>			<b>35</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	№ раздела	Тематика практических занятий	Трудоёмкость (час.)
1	Раздел 1	Определение параметров смеси идеальных газов.	9
2	Раздел 1	Определение эксергии теплоты топочных газов, получаемого пара и эксергетический КПД	7
3	Раздел 1	Определение эксергии теплоты	5
4	Раздел 2	Определение температуры конденсации воды	3
5	Раздел 2	Определение параметров воздуха	5
6	Раздел 2	Определение конструктивных параметров сопла Лавалья. Расчет параметров газового потока и размеров сопла Лавалья	5
7	Раздел 3	Расчет цикла ДВС с изохорным подводом теплоты	10
8	Раздел 4	Определение параметров цикла и показателей ПТУ с промежуточным перегревом пара	7
9	Раздел 4	Расчет термический КПД идеального бинарного парогазового цикла. Определение отношения этого КПД и КПД цикла Карно для максимальной и минимальной температур бинарного цикла	7
10	Раздел 5	Расчет цикла работы холодильной установки	9
<b>Итого:</b>			<b>69</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифф. зачета, зачета и экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

#### Раздел 1. Основные законы термодинамики

1. Какой газ называется идеальным?
2. В чем сущность молекулярно-кинетической теории теплоемкости?
3. Какие преимущества имеет эта теория перед молекулярно-кинетической теории теплоемкости?
4. Как связаны изобарная и изохорная теплоемкости идеального газа?
5. Сформулируйте закон Дальтона. В каком случае справедлив этот закон?
6. Что такое параметр состояния?
7. Какие процессы называются равновесными и какие неравновесными?
8. Как вычисляется теплота и работа?
8. Чему равна площадь под кривой процесса на  $pV$  – диаграмме?
10. Сформулируйте первый закон термодинамики
11. Какой цикл называется прямым и какой обратным
12. Сформулируйте теорему Карно?
13. В чем сущность второго закона термодинамики?
14. В чем сущность статистического истолкования второго закона термодинамики.
15. Как связаны энтропия и термодинамическая вероятность состояния?

#### Раздел 2. Реальные газы. Водяной пар

1. Изобразите изотермы реального вещества в фазовой  $pV$  – диаграмме. В чем заключается принцип соответственных состояний?
2. Что такое критические соотношения вещества
3. Какие свойства реальных веществ учитываются при выводе уравнения состояния Ван – дер – Ваальса?

4. В чем сущность теории ассоциации реальных газов?
5. Изобразите изотермы реального газа в  $p\nu - p$  диаграмме
6. Какой пар называется влажным и сухим насыщенным, какой –перегретым?
7. Что такое фундаментальная (главная) тройная точка вещества?
8. Чем отличаются процессы испарения и кипения?
9. Что такое степень сухости?
10. Получите уравнение Лапласа для дополнительного давления, обусловленного силами поверхностного натяжения.
11. Что называется влажным воздухом
12. Как определяется массовое и мольное влагосодержание влажного воздуха
13. Как определяется энтальпия влажного воздуха?
14. Что такое относительная влажность?
15. Как определить состояние влажного воздуха с помощью психрометра?
16. Что такое работа проталкивания?
17. Для осуществления каких процессов используют сопла и диффузоры? В каких случаях процесс течения можно считать адиабатным?
18. Как связано изменение площади поперечного сечения с изменением скорости и числом Маха?
19. Как учитывается влияние трения на скорость течения газа или пара?
20. Что такое тепловое, механическое и расходное сопла?
21. На что затрачивается работа расширения при дросселировании?
22. Изобразите кривую инверсии.
23. Сопоставьте температурный эффект охлаждения при обратимом адиабатном расширении и адиабатном дросселировании.
24. Покажите с помощью  $hs$  –диаграммы, как изменяется состояние водяного пара при дросселировании.
25. Как изменяются параметры идеального газа при дросселировании?

### **Раздел 3. Компрессоры. Циклы тепловых двигателей**

1. Как зависит работа, затрачиваемая на привод компрессора, от показателя политропы сжатия? Изобразите в координатах  $p, \nu$  изотермический, политропный и адиабатный процессы сжатия в компрессоре. В каком из этих процессов работа, затрачиваемая на привод компрессора, будет наименьшей? Ч
2. Что такое объемный КПД компрессора?
3. Как влияет наличие вредного пространства на производительность компрессора?
4. Как вычисляется необходимое число ступеней сжатия в многоступенчатом компрессоре?
5. Что такое адиабатный и изотермический КПД компрессора?
6. Изобразите принципиальную схему ГТУ без регенерации и с регенерацией теплоты.
7. Какими методами можно повысить термический КПД ГТУ?
8. Покажите графически в координатах  $T, s$ , что использование регенерации теплоты, ступенчатого сжатия и подвода теплоты приближает термический КПД цикла ГТУ к термическому КПД цикла Карно в том же интервале температур.
9. Почему в идеальном цикле ГТУ отвод теплоты принимается изобарным?
10. Изобразите принципиальную схему и цикл прямого и турбореактивного двигателей в координатах  $p, \nu$ .
11. Почему в идеальных циклах реактивных двигателей отвод теплоты принимается изобарным?
12. Изобразите схему и цикл ракетного двигателя.
13. Чем отличаются турбореактивный двигатель от ракетного двигателя?

### **Раздел 4. Циклы паротурбинных установок**

1. Почему в паротурбинных установках не используется цикл Карно?
2. Почему основным рабочим телом паротурбинных установок служит водяной пар?
3. Изобразите цикл Ренкина в координатах  $p, \nu; T, s$  и  $h, s$ .

4. При каких условиях можно пренебречь работой, затрачиваемой на привод питательного насоса паротурбинной установки?
5. Как влияют начальные параметры пара на термический КПД цикла Ренкина?
6. Изобразите в координатах  $T, s$  цикла паротурбинной установки с предельной регенерацией.
7. Покажите, что термический КПД регенеративного цикла паротурбинной установки повышается с увеличением числа регенеративных отборов.
8. Составьте уравнение теплового баланса смешивающего регенеративного подогревателя паротурбинной установки с одним отбором.
9. Изобразите в координатах  $T, s$  идеальный цикл паротурбинной установки с промежуточным перегревом пара.
10. Как сказывается промежуточный перегрев пара на его конечной влажности?
11. В чем заключается сущность комбинированной выработки электроэнергии и теплоты на ТЭЦ?
12. Изобразите принципиальную схему парогазовой установки и ее идеальный цикл в координатах  $T, s$ .
13. Как получается теплота в атомном реакторе?
14. Изобразите схему и идеальный цикл атомной установки?
15. Каковы термодинамические основы теплофикационных установок?
16. В чем заключаются преимущества установок с МГД -генератором?
17. Каким образом повышается электропроводность плазмы в канале МГД -генератора?
18. Опишите принцип действия топливного элемента.
19. В чем заключается принципиальное преимущество установок прямого преобразования энергии по сравнению с современными теплосиловыми установками?

#### **Раздел 5. Циклы холодильных и теплонасосных установок**

1. Что такое холодильный коэффициент и коэффициент трансформации теплоты (отопительный коэффициент)
2. Изобразите принципиальную схему воздушной холодильной установки и ее идеальный цикл в координатах  $p, v$  и  $T, s$ .
3. Каково назначение детандера в воздушной холодильной установке и почему его нельзя заменить дроссельным вентилем?
4. Изобразите схему парокомпрессионной холодильной установки с дроссельным вентилем и ее идеальный цикл в координатах  $T, s$ .
5. Какие преимущества имеет парокомпрессионная холодильная установка по сравнению с воздушной?
6. В чем заключается принцип действия теплового насоса?
7. Как определяется эффективность теплового насоса и теплофикации?
8. В чем заключается принцип работы термосифона и тепловой трубы?
9. Основные элементы конструкции и свойства тепловой трубы.
10. Как определяется перепад давления в тепловой трубе?
11. Что такое тепловой эффект химической реакции?
12. Как связаны тепловые эффекты изохорно –изотермических  $Q_v$  и изобарно –изотермических  $Q_p$  реакций?
13. Сформулируйте закон Гесса и его основные следствия.
14. Что такое скорость химической реакции?
15. Что такое степень диссоциации и как она связана с константой равновесия?
16. Как определяется максимальная работа изохорно-изотермических и изобарно-изотермических реакций?
17. Выведите уравнение изотермы химической реакции.
18. Сформулируйте закон Вант - Гоффа.
19. Сформулируйте тепловой закон Нернста.

20. Покажите, что из закона Нернста следует принципиальная недостижимость абсолютного нуля температуры.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)**

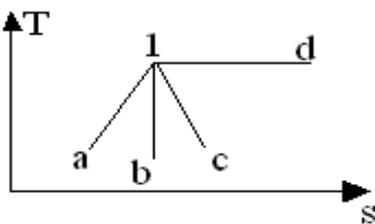
### **6.2.1. Примерный перечень вопросов к дифференцированному зачету:**

1. Какой газ называется идеальным?
2. Что такое нормальные физические условия?
3. Какой объем занимает киломоль любого газа при нормальных физических условиях?
4. В чем сущность молекулярно-кинетической теории теплоемкости?
5. Каковы основные недостатки этой теории?
6. В чем сущность квантовой теории теплоемкости?
7. Какие преимущества имеет эта теория перед молекулярно-кинетической теорией теплоемкости?
8. Какова связь между истинной и средней теплоемкостями?
9. Как вычислить теплоту процесса с помощью каждой из этих теплоемкостей?
10. Какими свойствами обладают теплоемкости идеального газа?
11. Как связаны изобарная и изохорная теплоемкости идеального газа?
12. В какой форме может быть задана зависимость теплоемкости идеального газа от температуры?
13. Какими способами может быть задана смесь идеальных газов?
14. Что такое кажущаяся молярная масса смеси идеальных газов?
15. Сформулируйте закон Дальтона. В каком случае справедлив этот закон?
16. Что такое парциальное давление и парциальный (приведенный) объем?
17. Как рассчитывается теплоемкость смеси идеальных газов при различных способах задания этой смеси?
18. Получите выражение для определения удельной газовой постоянной смеси идеальных газов.
19. Что такое рабочее тело?
20. Почему в качестве рабочего тела используются вещества в газообразном (парообразном) состоянии?
21. Что такое параметр состояния?
22. Являются ли параметры состояния независимыми величинами?
23. В чем состоит взаимодействие между системой и окружающей средой?
24. Какие процессы называются равновесными и какие неравновесными?
25. Что такое термодинамическая поверхность?
26. Как вычисляется теплота и работа?
27. Функциями чего являются эти величины?
28. Дайте определение внутренней энергии энтальпии и энтропии.
29. Функцией чего являются эти величины?
30. Какие термодинамические диаграммы чаще всего применяют на практике и почему?
31. Чему равна площадь под кривой процесса на  $pV$  – диаграмме?
32. Сформулируйте первый закон термодинамики.
33. Запишите различные аналитические выражения первого закона термодинамики.
34. Какова история открытия первого закона термодинамики?
35. Какой цикл называется прямым и какой обратным?
36. С помощью каких величин определяют степень совершенства прямых и обратных циклов?
37. Из каких процессов состоит цикл Карно?
38. Сформулируйте теорему Карно?

39. Какой цикл называется регенеративным?
40. Как влияет необратимость на процесс преобразования теплоты в работу?
41. В чем сущность второго закона термодинамики?
42. Приведите различные формулировки второго закона термодинамики.
43. Приведите аналитическое выражение второго закона термодинамики?
44. В чем сущность статистического истолкования второго закона термодинамики.
45. Как связаны энтропия и термодинамическая вероятность состояния?
46. В чем заключается различие между адиабатным и изоэнтропным процессами?
47. В каких случаях адиабатный процесс является одновременно и изоэнтропным?
48. Что такое эксергия теплоты?
49. Приведите выражение для эксергетического КПД.
50. Как идут линии основных процессов в  $T_s$  – диаграмме идеального газа?
51. Приведите формулы для расчета изменения энтропии идеального газа в различных процессах.
52. Как строится абсолютная термодинамическая шкала температур?
53. Изобразите изотермы реального вещества в фазовой  $p_v$  – диаграмме.
54. В чем заключается принцип соответственных состояний?
55. Что такое критические соотношения вещества?
56. Какие свойства реальных веществ учитываются при выводе уравнения состояния Ван – дер – Ваальса?
57. В чем сущность теории ассоциации реальных газов?
58. Изобразите изотермы реального газа в  $p_v$  –  $p$  диаграмме.
59. Что такое точка и линия Бойля?
60. Сформулируйте условия равновесия при фазовых переходах.
61. Существует ли принципиальное различие между парами и газами?
62. Какой пар называется влажным и сухим насыщенным, какой –перегретым?
63. Чем отличаются фазовые  $pT$  – диаграммы для нормальных и аномальных веществ?
64. Что такое фундаментальная (главная) тройная точка вещества?
65. Чем отличаются процессы испарения и кипения? Что такое степень сухости?
66. Как рассчитываются удельный объем, энтропия и энтальпия влажного насыщенного пара?
67. Изобразите пограничные линии в фазовой  $T_s$  – диаграмме.
68. Покажите, что в области перегретого пара изобара на  $T_s$  – диаграмме идет круче изохоры?
69. Назовите величину критического давления и критической температуры для воды.
70. Изобразите линии основных процессов в фазовых  $p_v$  -,  $T_s$  – и  $h_s$  – диаграммах.
71. Как строятся линии постоянной степени сухости в фазовых  $p_v$  -,  $T_s$  – и  $h_s$  – диаграммах?
72. Получите уравнение Лапласа для дополнительного давления, обусловленного силами поверхностного натяжения.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
1	Что такое сублимация?	1. переход из жидкой фазы в газообразную 2. переход из твердой фазы в газообразную 3. переход из твердой фазы в жидкую 4. переход из газообразной фазы в жидкую
2	Для превращения 1 кг сухого насыщенного пара в кипящую жидкость того же давления, необходимо отвести от пара теплоту, равную...	1. теплоте парообразования 2. разности температур пара и воды 3. теплоте насыщения воды 4. теплоте, отводимой в окружающую среду

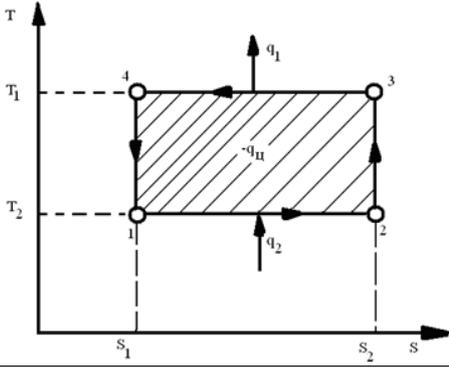
№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
3	Давление обозначается символом ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>h</li> <li>v</li> <li>p</li> <li>s</li> </ol>
4	Избыточное давление в технике измеряется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>Тягомером</li> <li>Силомером</li> <li>Тонометром</li> <li>Манометром</li> </ol>
5	Единица давления -1 атмосфера равна:	<ol style="list-style-type: none"> <li>Примерно 0,1 МПа</li> <li>1 Па</li> <li>1 МПа</li> <li>780 мм рт. ст.</li> </ol>
6	Для определения параметров влажного пара применяется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>hd-диаграмма</li> <li>hs-диаграмма</li> <li>Ts-диаграмма</li> <li>pv-диаграмма</li> </ol>
7	Удельный объем газа обозначается символом ... и определяется по соотношению ...	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>v = V/m, \text{ м}^3/\text{кг}</math></li> <li><math>\rho = m/V, \text{ кг}/\text{м}^3</math></li> <li><math>s=S/m, \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})</math></li> <li><math>u=U/m, \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})</math></li> </ol>
8	Температура в нормальных физических условиях соответствует ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>100 град. Цельсия</li> <li>0 град Цельсия</li> <li>30 град. Цельсия</li> <li>0,1 град Цельсия</li> </ol>
9	Чтобы рассчитать теоретическую мощность турбины, надо располагаемый теплоперепад...	<ol style="list-style-type: none"> <li>разделить на расход пара</li> <li>разделить на термический КПД</li> <li>умножить на расход пара</li> <li>умножить на КПД турбины</li> </ol>
10	Процесс, происходящий при постоянной энтропии, называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>адиабатным</li> <li>политропным</li> <li>изотермическим</li> <li>изобарным</li> </ol>
11	Теплоемкость политропного процесса меняется в пределах:	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>R_c &lt; c &lt; \infty</math></li> <li><math>0 \leq c \leq c_p - c_v</math></li> <li><math>c_v &lt; c &lt; c_p</math></li> <li><math>-\infty &lt; c &lt; +\infty</math></li> </ol>
12	Линия 1-d на Ts-диаграмме соответствует процессу: 	<ol style="list-style-type: none"> <li>Изохорному</li> <li>Изотермическому</li> <li>Политропному при <math>n &lt; k</math></li> <li>Политропному при <math>n &gt; k</math></li> </ol>
13	Внутренняя энергия идеального газа это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>Теплосодержание газа</li> <li>Сумма подведенной теплоты и работы</li> <li>Сумма кинетических энергий всех молекул газа</li> <li>Температура газа</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
14	Значение температуры, при котором полностью прекращается движение частиц вещества, называется...	1. состоянием покоя 2. точкой замерзания 3. абсолютным нулем 4. абсолютным покоем
15	Рабочее тело совершает работу в результате...	1. парообразования 2. сжатия внешними силами 3. расширения термодинамической системы 4. своего расширения с преодолением внешних сил
16	В системе СИ давление измеряется в...	1. Па 2. Кгс/см <sup>2</sup> 3. Бар 4. Атмосферах
17	Изменение энтальпии равно теплоте процесса:	1. Адиабатного 2. Изотермического 3. Изобарного 4. Изохорного
18	Показатель адиабаты k определяется соотношением...	1. $c_v/c_p$ 2. $c_p/c_v$ 3. $c_v - c_p$ 4. $c_p - c_v$
19	Связь между парциальными давлениями компонентов смеси идеальных газов и ее общим давлением устанавливается законом	1. Дальтона 2. Авогадро 3. Шарля 4. Гей-Люссака
20	Эксергия представляет собой:	1. меру энергетических ресурсов, определяющую работоспособность вещества или энергии 2. сумму химической и механической энергий вещества 3. среднюю теплоемкость газовой смеси 4. метод сравнения между собой любых видов энергии

### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Эксергия представляет собой:	1. меру энергетических ресурсов, определяющую работоспособность вещества или энергии 2. сумму химической и механической энергий вещества 3. среднюю теплоемкость газовой смеси 4. метод сравнения между собой любых видов энергии

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2	Наиболее полное определение понятия «идеальный газ» соответствует состоянию:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. реального вещества, в котором можно пренебречь размерами молекул</li> <li>2. реального вещества, в котором можно пренебречь силами взаимодействия между молекулами</li> <li>3. реального вещества, в котором не существенно влияние вращательного, колебательного и поступательного движения молекул</li> <li>4. реального вещества, в котором можно пренебречь размерами молекул и силами взаимодействия между ними</li> </ol>
3	Для перевода температуры из шкалы Цельсия ( $t, ^\circ\text{C}$ ) в абсолютную температуру (шкала Кельвина, $T, \text{K}$ ) используют формулу ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>T = 1,8 \cdot (t, ^\circ\text{C} + 273,15)</math></li> <li>2. <math>T = (t, ^\circ\text{C} + 273,15) / 1,8</math></li> <li>3. <math>T = 0,8 \cdot t, ^\circ\text{C}</math></li> <li>4. <math>T = t, ^\circ\text{C} + 273,15</math></li> </ol>
4	Универсальная газовая постоянная составляет величину ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 8314 Дж / (кг · К)</li> <li>2. 1 кДж / (кмоль · К)</li> <li>3. 8314 Дж / (кмоль · К)</li> <li>4. 100 Дж / (кг · К)</li> </ol>
5	Отношение массы паровой фракции к общей массе влажного пара называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. степень влажности</li> <li>2. паросодержание</li> <li>3. степень сухости</li> <li>4. влагосодержание</li> </ol>
6	Молекулярная масса (молярная масса или масса молекулы) газа обозначается символом ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. s</li> <li>2. k</li> <li>3. g</li> <li>4. <math>\mu</math></li> </ol>
7	Уравнение Клапейрона имеет вид ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>pV=RT</math></li> <li>2. <math>vR = pT</math></li> <li>3. <math>Rp = vT</math></li> <li>4. <math>Rt = pv</math></li> </ol>
8	Какое уравнение описывает состояние газа, размерами и взаимодействием между частицами которого нельзя пренебречь?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Менделеева-Клапейрона</li> <li>2. Ньютона-Рихмана</li> <li>3. Ван-дер-Ваальса</li> <li>4. Джоуля-Томсона</li> </ol>
9	В каких пределах изменяется показатель политропы при сжатии в компрессоре?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. от 1 до <math>\pi</math></li> <li>2. от 0 до 1</li> <li>3. от 1 до k</li> <li>4. от - k до k</li> </ol>
10	Отношение работы цикла к подведенной теплоте называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. механический КПД</li> <li>2. термический КПД</li> <li>3. электрический КПД</li> <li>4. внутренний относительный КПД</li> </ol>
11	Что требуется по теореме Карно для работоспособности тепловой машины?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. наличие горячего и холодного источника</li> <li>2. сжигание топлива</li> <li>3. кипение воды</li> <li>4. конденсация пара</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12	В каком случае термический КПД цикла Карно будет возрастать?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшение начальной температуры цикла</li> <li>2. увеличение начальной температуры цикла</li> <li>3. увеличение конечной температуры цикла</li> <li>4. увеличение конечного давления</li> </ol>
13	Холодильный коэффициент холодильной установки представляет отношение:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. теплоты, отводимой от охлаждаемого тела, к теплоте, сбрасываемой в окружающую среду</li> <li>2. теплоты, отводимой от охлаждаемого тела, к работе, затрачиваемой компрессором на сжатие хладагента</li> <li>3. теплоты, сбрасываемой в окружающую среду к теплоте, отводимой от охлаждаемого тела</li> <li>4. теплоты, сбрасываемой в окружающую среду к работе, затрачиваемой компрессором на сжатие хладагента</li> </ol>
14	Теоретический цикл холодильной машины состоит из следующих процессов:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобарные – подвода и отвода теплоты и адиабатные – сжатия и расширения</li> <li>2. Изотермические – подвода и отвода теплоты и политропные – сжатия и расширения</li> <li>3. Изотермические – подвода и отвода теплоты и адиабатные – сжатия и расширение хладагента</li> <li>4. Изобарные – подвода и отвода теплоты и политропные – сжатия и расширения</li> </ol>
15	<p>Чему на рисунке равна <math>q_1</math>?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отведенной теплоте</li> <li>2. работе в компрессоре</li> <li>3. удельной теплоте</li> <li>4. отведенной теплоте и затраченной работе</li> </ol>
16	Холодопроизводительностью холодильной установки называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. количество льда, производимое холодильной установкой</li> <li>2. количество теплоты, отводимой в единицу времени от охлаждаемого тела</li> <li>3. степень снижения температуры охлаждаемого тела</li> <li>4. количество энергии затраченной на охлаждение объекта</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17	<p>На рисунке показан цикл...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. парокompрессионной холодильной машины</li> <li>2. воздушной холодильной машины</li> <li>3. парожеткторной холодильной машины</li> <li>4. теоретической холодильной машины</li> </ol>
18	В каких процессах подводится и отводится теплота в парокompрессионных холодильных установках?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изотермических</li> <li>2. адиабатных</li> <li>3. изобарных</li> <li>4. изохорных</li> </ol>
19	Какое рабочее вещество используется в парокompрессионных установках?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. жидкость, кипящая при низких температурах</li> <li>2. жидкость, кипящая при высоких температурах</li> <li>3. сжатый пар</li> <li>4. водяной пар</li> </ol>
20	Удельные энергия, теплота и работа в Международной системе единиц (SI) измеряются в ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. калориях / кг</li> <li>2. джоулях / кг</li> <li>3. килограммометрах / кг</li> <li>4. килоджоулях / г</li> </ol>

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	<p>Линия 1-b на <math>Ts</math>-диаграмме соответствует процессу:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изохорному</li> <li>2. Изотермическому</li> <li>3. Политропному</li> <li>4. Адиабатному</li> </ol>
2	Масса идеального газа при неизменных температуре и плотности увеличивается вдвое. При этом давление газа:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличится в 2 раза</li> <li>2. Уменьшится в 2 раза</li> <li>3. Уменьшится в <math>\sqrt{2}</math> раза</li> <li>4. Не изменится</li> </ol>
3	Внутренняя энергия идеального газа:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависит от температуры, не зависит от объема</li> <li>2. Зависит от объема и температуры</li> <li>3. Не зависит от давления и температуры</li> <li>4. Не зависит от объема и температуры</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4	Можно судить о том, подводится теплота к рабочему телу или отводится от него по изменению величины:	1. Энтальпии 2. Удельного объема 3. Энтропии 4. Температуры
5	Термодинамическая система называется изолированной, если система не обменивается с окружающей средой:	1. любыми видами энергии 2. теплотой и механической работой 3. механической работой 4. химической энергией и теплотой
6	Знак работы можно определить по изменению величины:	1. Энтальпия 2. Температура 3. Энтропия 4. Удельный объем
7	Содержание второго начала термодинамики соответствует соотношению:	1. $ds \leq dq/T$ 2. $ds \geq dq/T$ 3. $ds < dq/T$ 4. $ds = dq/T$
8	Абсолютное давление соответствует ( $B_0$ - барометрическое давление; $p_{изб}$ — избыточное давление; $H_0$ — разрежение.) соотношению:	1. $p_{изб} - B_0$ 2. $B_0 - p_{изб}$ 3. $H_0 + p_{изб}$ 4. $B_0 + p_{изб}$
9	Изменение энтальпии равно теплоте процесса:	1. Изохорный 2. Изотермический 3. Адиабатный 4. Изобарный
10	Закону Гей-Люссака соответствует соотношение:	1. $p_1/p_2 = v_2/v_1$ 2. $p_1/p_2 = T_1/T_2$ 3. $v_1/v_2 = T_1/T_2$ 4. $p_1/p_2 = v_1/v_2$
11	Изобарной называют постоянную теплоемкость ...	1. процесса при постоянном давлении 2. процесса, протекающего без теплообмена 3. процесса при постоянной температуре 4. процесса при постоянном объеме
12	Степень сухости ( $x$ ) водяного пара есть:	1. Отношение массы паровой фракции к общей массе влажного пара 2. Отношение массы паровой фракции к массе жидкой фракции 3. Отношение температуры пара к температуре насыщения 4. Масса паровой фракции в единице объема
13	Энтальпия влажного насыщенного пара $h_x$ со степенью сухости $x$ равна:	1. $rx$ 2. $h' + rx$ 3. $h'$ 4. $h - rx$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14	Теплоемкость равна ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. теплоте, необходимой для нагрева тела на два градуса</li> <li>2. теплоте, необходимой для нагрева тела на пять градусов</li> <li>3. теплоте, необходимой для нагрева тела на десять градусов</li> <li>4. теплоте, необходимой для нагрева тела на один градус</li> </ol>
15	С увеличением температуры теплоемкость $C_p$ ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не изменяется</li> <li>2. уменьшается</li> <li>3. возрастает примерно по линейному закону</li> <li>4. колеблется около некоторого среднего значения</li> </ol>
16	Сопла Лавалья имеют применение для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшения скорости течения газа</li> <li>2. измерения скорости течения.</li> <li>3. измерения расхода газа.</li> <li>4. получения струи газа со сверхзвуковой скоростью</li> </ol>
17	Теоретическая скорость газа при адиабатном истечении через сопло равна:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>(2p_2/p_1)^{0,5}</math></li> <li>2. <math>[2(p_1 - p_2)]^{0,5}</math></li> <li>3. <math>(2p_1/p_2)^{0,5}</math></li> <li>4. <math>[2(h_1 - h_2)]^{0,5}</math></li> </ol>
18	Цикл Карно состоит из следующих процессов:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. адиабатные – сжатия и расширения, изотермические – подвод и отвод теплоты</li> <li>2. адиабатные – сжатия и расширения, изобарные – подвод и отвод теплоты</li> <li>3. адиабатные – сжатия и расширения, изохорные – подвод и отвод теплоты</li> <li>4. политропные – сжатия и расширения, изотермические – подвод и отвод теплоты</li> </ol>
19	Цикл Карно называется циклом идеальной тепловой машины потому, что:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. цикл Карно обеспечивает наивысший термический КПД при заданных температурах подвода и отвода теплоты</li> <li>2. машина, работающая по циклу Карно, не загрязняет окружающую среду</li> <li>3. в конце цикла Карно параметры рабочего тела возвращаются к исходным значениям</li> <li>4. машина, работающая по циклу Карно, имеет наименьшие массу и габариты</li> </ol>
20	Показатель политропы при изобарном процессе равен:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n=0</math></li> <li>2. <math>n=1</math></li> <li>3. <math>n=\infty</math></li> <li>4. <math>n=k</math></li> </ol>

### 6.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

#### 6.3.1. Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Что называется влажным воздухом?
2. При каких условиях влажный воздух можно считать с достаточной степенью точности идеальным газом?
3. Как определяется массовое и мольное влагосодержание влажного воздуха?
4. В каком случае влажный воздух называется насыщенным, а в каком - ненасыщенным?

5. Как определяется энтальпия влажного воздуха?
6. Что такое относительная влажность?
7. Постройте линии  $\varphi = \text{const}$ ;  $t = \text{const}$ ;  $h = \text{const}$  в  $hd$  - диаграмме влажного воздуха.
8. Почему в процессе испарения в идеальной сушилке энтальпию влажного воздуха можно считать постоянной?
9. Как определить состояние влажного воздуха с помощью психрометра?
10. Что такое точка росы?
11. Получите выражение первого закона термодинамики для потока в термодинамической и механической формах.
12. Что такое работа проталкивания?
13. Запишите уравнение неразрывности потока в дифференциальной форме.
14. Что такое располагаемая работа?
15. Для осуществления каких процессов используют сопла и диффузоры?
16. В каких случаях процесс течения можно считать адиабатным?
17. Почему в сужающемся сопле нельзя превзойти скорость звука?
18. Как связано изменение площади поперечного сечения с изменением скорости и числом Маха?
19. В каких случаях необходимо использовать комбинированное сопло Лавалья?
20. При каких условиях режим течения в сопле Лавалья становится нерасчетным?
21. Как учитывается влияние трения на скорость течения газа или пара?
22. В чем сущность принципа обращения воздействия?
23. Что такое тепловое, механическое и расходное сопла?
24. Какие предпосылки положены в основу идеализации процесса адиабатного дросселирования?
25. На что затрачивается работа расширения при дросселировании?
26. Получите выражение для дифференциального дроссель –эффекта.
27. Изобразите кривую инверсии.
28. Сопоставьте температурный эффект охлаждения при обратимом адиабатном расширении и адиабатном дросселировании.
29. Покажите с помощью  $hs$  –диаграммы, как изменяется состояние водяного пара при дросселировании.
30. Как изменяются параметры идеального газа при дросселировании?

### 6.3.2. Примерные тестовые задания к зачету

#### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
1	Масса пара, содержащегося в 1 м <sup>3</sup> влажного воздуха называется...	1. относительной влажностью 2. влагосодержанием 3. паросодержанием 4. абсолютной влажностью
2	Какой прибор применяется для измерения влажности воздуха при отрицательных температурах?	1. психрометр 2. барометр 3. гигрометр 4. влагомер

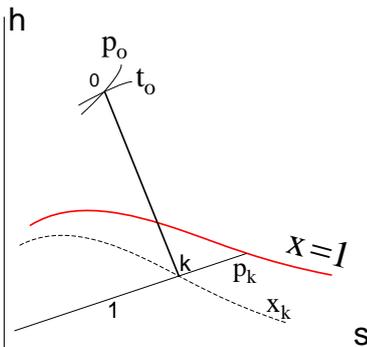
№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
3	<p>Какой процесс показан на рисунке?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сужение потока</li> <li>2. дросселирование</li> <li>3. снижение расхода</li> <li>4. проталкивание</li> </ol>
4	<p>Состояние газа, при котором <math>(\partial T / \partial p)_h = 0</math>, называется...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. эффектом Джоуля-Томсона</li> <li>2. точкой инверсии эффекта Джоуля-Томсона</li> <li>3. нулевым эффектом</li> <li>4. нулевым дросселированием</li> </ol>
5	<p>Дросселирование газа (пара) это:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. истечение газа через сопла</li> <li>2. понижение давления в местных сопротивлениях</li> <li>3. понижение температуры газа</li> <li>4. перемешивание газа</li> </ol>
6	<p>Влагосодержание воздуха это отношение...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. массы водяного пара в данном объеме влажного воздуха к его массе при насыщении</li> <li>2. массы водяного пара к массе сухого воздуха в данном объеме</li> <li>3. масса водяного пара к массе влажного воздуха в данном объеме</li> <li>4. массы насыщенного воздуха к массе насыщенного воздуха в данном объеме</li> </ol>
7	<p>Смесь сухого воздуха с перегретым водяным паром называется...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. насыщенным влажным воздухом</li> <li>2. сухим воздухом</li> <li>3. ненасыщенным влажным воздухом</li> <li>4. недоувлажненным воздухом</li> </ol>
8	<p>Температура, при которой воздух насыщен водяным паром, называется...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. температурой точки росы</li> <li>2. температурой испарения</li> <li>3. температурой относительной влажности</li> <li>4. температурой абсолютной влажности</li> </ol>
9	<p>При дросселировании реального газа температура...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. всегда возрастает</li> <li>2. всегда убывает</li> <li>3. не изменяется</li> <li>4. может возрастать или убывать</li> </ol>
10	<p>Газ, применяемый для охлаждения электрогенераторов называется ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. криптон</li> <li>2. сернистый ангидрид</li> <li>3. оксид азота</li> <li>4. водород</li> </ol>
11	<p>Изохорной называют постоянную теплоемкость ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. процесса при постоянном давлении</li> <li>2. процесса, протекающего без теплообмена</li> <li>3. процесса при постоянной температуре</li> <li>4. процесса при постоянном объеме</li> </ol>
12	<p>Формула Майера имеет вид...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>R = c_v - c_p</math></li> <li>2. <math>R = c_p + c_v</math></li> <li>3. <math>R = c_p - c_v</math></li> <li>4. <math>c_p = c_v - R</math></li> </ol>

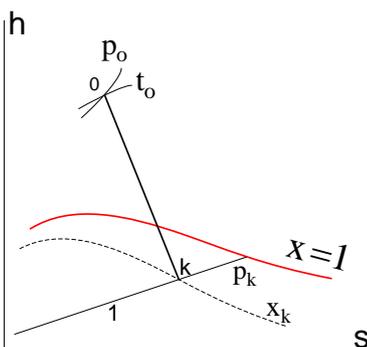
№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
13	Закону Бойля - Мариотта соответствует соотношение:	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>p_1/p_2 = v_2/v_1</math></li> <li><math>p_1/p_2 = T_1/T_2</math></li> <li><math>p_1/p_2 = v_1/v_2</math></li> <li><math>v_1/v_2 = T_1/T_2</math></li> </ol>
14	В изохорном процессе постоянным параметром сохраняется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>температура</li> <li>удельный объем</li> <li>давление</li> <li>энтальпия</li> </ol>
15	1-й закон термодинамики имеет всеобщий характер (т.е. проявляется без исключений) и называется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>законом сохранения и превращения энергии</li> <li>законом превращения теплоты в работу</li> <li>законом сохранения теплоты</li> <li>законом превращения работы в теплоту</li> </ol>
16	К формам передачи энергии относятся ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>работа и торможение</li> <li>нагрев и охлаждение</li> <li>разогрев и пуск</li> <li>теплота и работа</li> </ol>
17	Адиабатный процесс происходит ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>при постоянном давлении</li> <li>при постоянном объеме</li> <li>при постоянной работе</li> <li>без подвода и отвода теплоты</li> </ol>
18	Изобарным называют процесс, происходящий при ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>постоянном давлении</li> <li>постоянной температуре</li> <li>постоянном объеме</li> <li>постоянной энтропии</li> </ol>
19	Теплоемкость идеального газа при адиабатном процессе равна:	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>c=\infty</math></li> <li><math>c= c_p</math></li> <li><math>c= c_v</math></li> <li><math>c=0</math></li> </ol>
20	Площадь под кривой процесса на $pV$ -диаграмме равна:	<ol style="list-style-type: none"> <li>внутренней энергии рабочего тела</li> <li>работе процесса</li> <li>энтальпии рабочего тела</li> <li><math>c_v(T_2-T_1)</math></li> </ol>

### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Для описания термодинамических свойств реальных газов применяется уравнение...	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT</math></li> <li><math>pV = RT</math></li> <li><math>pV = mR_o T/\mu</math></li> <li><math>Z_k = \frac{p_k v_k}{RT_k}</math></li> </ol>
2	Способность вещества изменять свой объем под действием всестороннего давления называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>Вязкость</li> <li>Сжимаемость</li> <li>Плотность</li> <li>Расширяемость</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3	Для чего используется р-Т-диаграмма?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. для изучения состояния влажного воздуха</li> <li>2. для анализа термодинамических параметров</li> <li>3. для изучения фазовых превращений вещества</li> <li>4. такая диаграмма не используется</li> </ol>
4	Чему соответствует тройная точка состояния вещества?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пересечению трех термодинамических процессов</li> <li>2. трем точкам на диаграмме</li> <li>3. трем фазовым переходам</li> <li>4. состоянию вещества в трех фазах</li> </ol>
5	Процесс, при котором скачком изменяются термодинамические характеристики вещества, такие как плотность, концентрация компонентов, при этом в единице массы выделяется или поглощается определенное количество теплоты, называется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. фазовый переход 2-го рода</li> <li>2. фазовый переход 1-го рода</li> <li>3. скачкообразный фазовый переход</li> <li>4. тепловой фазовый переход</li> </ol>
6	Для изучения фазовых превращений вещества, используется диаграмма...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. p-v</li> <li>2. h-s</li> <li>3. p-T</li> <li>4. T-s</li> </ol>
7	Коэффициент $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p \frac{1}{v_0} = \alpha$ ; характеризует...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. интенсивность увеличения объема при нагревании</li> <li>2. интенсивность изменения объема при изменении давления в условиях <math>T = \text{const}</math></li> <li>3. интенсивность изменения давления при изохорическом нагревании тела</li> <li>4. интенсивность изменения температуры при расширении</li> </ol>
8	Как называются коэффициенты $\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p \frac{1}{v_0} = \alpha$ ; $-\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T \frac{1}{v} = \mu$ ; $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v \frac{1}{p_0} = \beta$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. калорические</li> <li>2. дифференциальные</li> <li>3. пропорциональности</li> <li>4. термические</li> </ol>
9	Уравнениями типа $\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_s = -\left(\frac{\partial p}{\partial s}\right)_v$ определяются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. параметры реальных газов</li> <li>2. калорические свойства реальных газов</li> <li>3. термические коэффициенты</li> <li>4. экспериментальные характеристики</li> </ol>
10	Уравнения типа $\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_s = -\left(\frac{\partial p}{\partial s}\right)_v$ являются уравнениями...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Томсона</li> <li>2. Джоуля</li> <li>3. Ньютона</li> <li>4. Максвелла</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11	Как называется процесс обратный парообразованию?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. испарение</li> <li>2. плавление</li> <li>3. конденсация</li> <li>4. сублимация</li> </ol>
12	Каким процессом является процесс кипения при постоянном давлении?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изобарным</li> <li>2. изобарно-изохорным</li> <li>3. адиабатным</li> <li>4. изобарно-изотермическим</li> </ol>
13	Как называется смесь сухого воздуха с насыщенным водяным паром?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. насыщенным влажным воздухом</li> <li>2. ненасыщенным влажным воздухом</li> <li>3. насыщенным сухим воздухом</li> <li>4. ненасыщенным сухим воздухом</li> </ol>
14	Ненасыщенный влажный воздух это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. смесь сухого воздуха с насыщенным водяным паром</li> <li>2. смесь сухого воздуха с ненасыщенным водяным паром</li> <li>3. смесь влажного воздуха с насыщенным водяным паром</li> <li>4. смесь влажного воздуха с ненасыщенным водяным паром</li> </ol>
15	<p>На диаграмме точка 0 находится в зоне...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. жидкой фазы</li> <li>2. сухого насыщенного пара</li> <li>3. влажного насыщенного пара</li> <li>4. перегретого пара</li> </ol>
16	Что происходит при снижении температуры воздуха до температуры точки росы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. конденсация пара</li> <li>2. увеличение влагосодержания</li> <li>3. переход воздуха в ненасыщенное состояние</li> <li>4. переход из сухого состояния во влажное</li> </ol>
17	Что представляет собой уравнение $w dw = -v dp$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уравнение неразрывности потока</li> <li>2. уравнение потока</li> <li>3. первый закон термодинамики для потока</li> <li>4. второй закон термодинамики для потока</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
18	Конденсация пара из воздуха происходит при достижении температуры равной...	<ol style="list-style-type: none"> <li>0 °С</li> <li>температуре испарения</li> <li>20 °С</li> <li>точке росы</li> </ol>
19	Первый закон термодинамики для потока без совершения работы и без потерь на трение имеет математическую запись...	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>w dw = -v dp</math></li> <li><math>h_1 - h_2 = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2}</math></li> <li><math>G = f \rho w = \frac{f w}{v}</math></li> <li><math>\delta q = du + p dv</math></li> </ol>
20	<p>На диаграмме на линии <math>x=1</math> находится...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>сухой насыщенный пар</li> <li>влажный насыщенный пар</li> <li>перегретый пар</li> <li>насыщенная вода</li> </ol>

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Относительная влажность воздуха $\Phi$ представляет отношение:	<ol style="list-style-type: none"> <li>массы водяного пара в данном объеме влажного воздуха к его массе при насыщении</li> <li>массы водяного пара к массе сухого воздуха в данном объеме</li> <li>масса водяного пара к массе влажного воздуха в данном объеме</li> <li>массы насыщенного воздуха к массе насыщенного воздуха в данном объеме</li> </ol>
2	Степень сухости ( $x$ ) водяного пара есть:	<ol style="list-style-type: none"> <li>Отношение массы паровой фракции к общей массе влажного пара</li> <li>Отношение массы паровой фракции к массе жидкой фракции</li> <li>Отношение температуры пара к температуре насыщения</li> <li>Масса паровой фракции в единице объема</li> </ol>
3	Влагосодержание воздуха $d$ есть:	<ol style="list-style-type: none"> <li>масса водяного пара в данном объеме влажного воздуха</li> <li>масса водяного пара в 1 м<sup>3</sup> влажного воздуха</li> <li>отношение массы водяного пара к массе влажного воздуха в данном объеме</li> <li>отношение массы водяного пара к массе сухого воздуха в смеси.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4	Температура точки росы $t_p$ есть:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. температура сухого термометра</li> <li>2. температура, при которой достигается относительная влажность <math>\varphi = 1</math> при охлаждении воздуха</li> <li>3. температура смоченного термометра.</li> <li>4. температура, при которой воздух насыщен водяным паром</li> </ol>
5	Какое тело подчиняется уравнению Ван-дер-Ваальса?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Идеальный газ</li> <li>2. Реальный газ</li> <li>3. Идеальная жидкость</li> <li>4. Реальная жидкость</li> </ol>
6	Каковы критические параметры водяного пара $t_{кр}$ и $p_{кр}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0 °С, приблизительно 0,1 МПа</li> <li>2. °С, 22,1 МПа</li> <li>3. 374 °С, 22,1 МПа</li> <li>4. 100 °С, приблизительно 0,1 МПа</li> </ol>
7	Степень сухости ( $x$ ) водяного пара есть:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отношение массы паровой фракции к общей массе влажного пара</li> <li>2. Отношение массы паровой фракции к массе жидкой фракции</li> <li>3. Отношение температуры пара к температуре насыщения</li> <li>4. Масса паровой фракции в единице объема</li> </ol>
8	Понижение давления в местных сопротивлениях называется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. торможением</li> <li>2. трением</li> <li>3. дросселированием</li> <li>4. эффектом Дросселя</li> </ol>
9	Влагосодержание воздуха $d$ есть:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. масса водяного пара в данном объеме влажного воздуха</li> <li>2. масса водяного пара в 1 м<sup>3</sup> влажного воздуха</li> <li>3. отношение массы водяного пара к массе влажного воздуха в данном объеме</li> <li>4. отношение массы водяного пара к массе сухого воздуха в смеси</li> </ol>
10	Температура точки росы $t_p$ есть:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. температура сухого термометра</li> <li>2. температура, при которой достигается относительная влажность <math>\psi=1</math> при охлаждении воздуха</li> <li>3. температура смоченного термометра</li> <li>4. температура, при которой воздух насыщен водяным паром</li> </ol>
11	Сопла Лавала имеют применение для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшения скорости течения газа</li> <li>2. измерения скорости течения.</li> <li>3. измерения расхода газа.</li> <li>4. получения струи газа со сверхзвуковой скоростью</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12	У влажного насыщенного пара степень сухости изменяется в пределах...	1. 0-10 2. 0-5 3. 0-1 4. 0
13	Температура, при которой жидкость закипает при данном давлении, называется температурой...	1. испарения 2. соответствия 3. пара 4. насыщения
14	Необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого снижается давление газа без совершения им технической работы, называется...	1. идеальное истечение газа 2. протекание реального газа 3. дросселирование газа 4. критическое движение газа
15	Для получения струи газа со сверхзвуковой скоростью используют...	1. диффузор 2. конфузор 3. дроссель 4. сопло Лавалья
16	Изменение температуры после дросселирования газа и пара называется...	1. Эффектом Джоуля-Томсона 2. Коэффициентом дросселирования 3. Характеристикой дросселя 4. Законом Ньютона-Рихмана
17	По какому закону сумма парциальных давлений компонентов газовой смеси равна давлению смеси?	1. Ньютона 2. Майера 3. Дальтона 4. Клапейрона
18	В изохорном процессе согласно первому закону термодинамики...	1. $\delta q = du$ 2. $\delta q = dh$ 3. $- du = dl$ 4. $\delta q = du + p \cdot dv$
19	В изотермическом процессе согласно первому закону термодинамики...	1. $\delta q = du$ 2. $\delta q = dl$ 3. $- du = dl$ 4. $\delta q = du + p \cdot dv$
20	Какому закону соответствует уравнение $p_1/p_2 = v_2/v_1$ ?	1. Клапейрона 2. Гей-Люссака 3. Бойля-Мариота 4. Шарля

#### 6.4. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

##### 6.4.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Виды и назначение компрессоров.
2. Работа, затрачиваемая на привод одноступенчатого поршневого компрессора.
3. Необратимое адиабатное сжатие в компрессоре. Центробежные компрессоры.

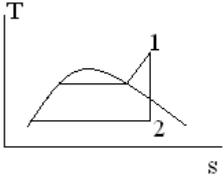
4. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС).
5. Цикл с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля).
6. Термодинамический анализ КПД циклов по средним температурам подвода и отвода теплоты.
7. Циклы газотурбинных установок (ГТУ).
8. Методы повышения термического КПД ГТУ.
9. Циклы реактивных двигателей.
10. Идеальный цикл ПТУ (цикл Ренкина) в координатах  $p, v; T, s$  и  $h, s$ .
11. Методы повышения термического КПД ПТУ.
12. Удельные расходы пара и топлива.
13. Промежуточный (вторичный) перегрев пара.
14. Предельная регенерация.
15. Комбинированные циклы.
16. Установки с противодействующими турбинами, турбинами с регулируемым теплофикационным отбором пара.
17. Методы непосредственного преобразования теплоты в электроэнергию.
18. Термоэлектрические и термоэмиссионные преобразователи.
19. Холодильный коэффициент.
20. Коэффициент трансформации теплоты. Обратный цикл Карно.
21. Термодинамические свойства рабочих тел пароконденсационных трансформаторов теплоты.
22. Принцип действия теплового насоса.
23. Термодинамическое сравнение эффективности теплового насоса и теплофикации.
24. Первый закон термодинамики в термохимии.
25. Тепловой эффект химической реакции.
26. Закон Гесса и его следствия. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (закон Кирхгофа)
27. Второй закон термодинамики в термохимии. Закон действующих масс. Химическое равновесие. Константа равновесия.
28. Степень диссоциации.
29. Химический потенциал.
30. Химическое сродство.
31. Тепловая теорема Нернста.
32. Стандартные значения термодинамических функций веществ

#### 6.4.2. Примерные тестовые задания к экзамену

##### Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	По изменению какой из приведенных ниже величин можно судить о том, подводится теплота к рабочему телу или отводится от него?	1. Энтальпия. 2. Температура. 3. Энтропия. 4. Удельный объем.
2.	Какая термодинамическая система называется изолированной?	1. Система не обменивается с окружающей средой механической работой. 2. Система не обменивается с окружающей средой любыми видами энергии. 3. Система не обменивается с окружающей средой теплотой и механической

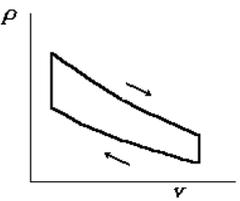
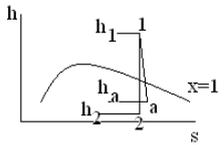
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		работой. 4. Система не обменивается с окружающей средой химической энергией и теплотой.
3.	По изменению какой из приведенных ниже величин можно определить знак работы?	1. Внутренняя энергия. 2. Энтропия. 3. Температура. 4. Удельный объем.
4	Где расположена критическая точка в фазовой $h_s$ – диаграмме?	1. На пограничной кривой в точке максимума энтальпии. 2. На левой ветви пограничной кривой. 3. На правой ветви пограничной кривой. 4. На пограничной кривой в точке минимума энтальпии
5	На $T_s$ – диаграмме показаны характерные процессы расширения газа. Какому процессу соответствует линия 1-b? <div data-bbox="395 987 651 1155" style="text-align: center;"> <p>The diagram shows a vertical axis labeled 'T' and a horizontal axis labeled 's'. A point '1' is marked at the top. Three lines originate from point '1': a horizontal line to the right labeled 'd', a line going down and to the left labeled 'a', and a line going down and to the right labeled 'c'. A vertical line goes down from '1' to a point 'b' on the horizontal axis.</p> </div>	1. Изотермическому. 2. Политропному при $n < k$ . 3. Адиабатному. 4. Политропному при $n > k$ .
6	Что такое степень сухости ( $x$ ) водяного пара?	1. Отношение массы паровой фракции к массе жидкой фракции. 2. Отношение массы паровой фракции к общей массе влажного пара. 3. Отношение температуры пара к температуре насыщения. 4. Масса паровой фракции в единице объема.
7	При каком процессе сжатия работа, затрачиваемая на привод компрессора, будет иметь наименьшее значение?	1. При адиабатном сжатии. 2. При сжатии по политропе, $k > n > 1$ . 3. При сжатии по политропе, $n > k$ . 4. При изотермическом сжатии.
8	Как изменяется работа, затрачиваемая на привод многоступенчатого поршневого компрессора, с увеличением (при прочих равных условиях) числа ступеней сжатия?	1. Увеличивается. 2. Уменьшается. 3. Однозначный ответ невозможен. 4. Не изменяется.
9	Для чего при высоких степенях сжатия газа применяются многоступенчатые компрессоры с охлаждением между ступенями?	1. Чтобы уменьшить нагрузку на подшипники. 2. Чтобы уменьшить объемные потери. 3. Чтобы избежать недопустимо высоких температур газа. 4. Чтобы повысить КПД компрессора.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10	<p>На рисунке показана Ts – диаграмма ПТУ. Какому циклу она соответствует?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Циклу Ренкина без промперегрева.</li> <li>2. Циклу Ренкина с одним промперегревом.</li> <li>3. Циклу Ренкина с двумя промперегревами.</li> <li>4. Циклу Карно.</li> </ol>
11	<p>Как изменяются термический КПД цикла Ренкина и влажность пара на выходе из турбины с ростом давления пара перед турбиной (при прочих равных условиях)?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. КПД цикла увеличивается, влажность пара уменьшается.</li> <li>2. КПД цикла и влажность пара увеличиваются.</li> <li>3. КПД цикла и влажность пара уменьшаются.</li> <li>4. КПД цикла уменьшается, влажность пара увеличивается.</li> </ol>
12	<p>Как изменяется термический КПД цикла Ренкина при повышении давления в конденсаторе?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не изменяется.</li> <li>2. Колеблется около некоторого среднего значения.</li> <li>3. Увеличивается.</li> <li>4. Уменьшается.</li> </ol>
13	<p>Выберите определение понятия «прямой цикл».</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цикл, в котором линия расширения расположена выше линии сжатия.</li> <li>2. Цикл, в котором линия расширения расположена ниже линии сжатия.</li> <li>3. Цикл, в котором линии расширения и сжатия совпадают.</li> <li>4. Цикл, в котором линия подвода теплоты расположена ниже линии отвода теплоты.</li> </ol>
14	<p>Как зависит холодильный коэффициент идеальной воздушной холодильной установки от степени повышения давления в компрессоре <math>p_2/p_1</math>?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Монотонно убывает с ростом <math>p_2/p_1</math>.</li> <li>2. Монотонно возрастает.</li> <li>3. Не изменяется.</li> <li>4. Сначала возрастает, достигает максимума, а затем убывает.</li> </ol>
15	<p>В закрытом сосуде находится идеальный газ при избыточном давлении <math>p_1 = 0,02</math> МПа при температуре <math>400</math> °С. До какой температуры (°С) нужно его охладить, чтобы в сосуде установилось разрежение <math>p_2 = 0,03</math> МПа. Барометрическое давление <math>0,1</math> МПа.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 233.</li> <li>2. 176.</li> <li>3. 120.</li> <li>4. 267.</li> </ol>
16	<p>По какой форме определяется константа равновесия по молярным концентрациям химической реакции?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math display="block">K = \frac{W}{C_A \cdot C_B}</math></li> <li>2. <math display="block">K = \frac{W}{C_C \cdot C_D}</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		$K_p = \frac{P_A \cdot P_B}{P_C \cdot P_D}$ 3. $K_c = \frac{C_A \cdot C_B}{C_C \cdot C_D}$ 4.
17	Что называется химической реакцией?	1. Процесс превращения под действием теплоты одних веществ в новое вещество с другими свойствами. 2. Процесс перемешивания одних веществ с другими веществами. 3. Процесс смешивания однофазных веществ с веществами, находящимися в многофазном состоянии. 4. Процесс смешивания разных веществ, находящихся в многофазном состоянии.
18	Что такое стехиометрическое уравнение химической реакции?	1. Уравнение химической реакции, выражающее численное соотношение между количествами, массами, объемами, реагирующих компонентов (веществ) реакций. 2. Уравнение химической реакции с указанием компонентов реакции и количества выделившейся или поглощенной теплоты. 3. Уравнение химической реакции с указанием количества молекул компонентов реакций. 4. Уравнение химической реакции состоящее из исходных компонентов и конечных веществ.
19	Что называется концентрацией компонентов смеси?	1. Количество молекул (или киломолей) исходного вещества в единице объема реагирующей смеси. 2. Количество исходных компонентов в многокомпонентной смеси. 3. Доля одного из исходных компонентов в многокомпонентной смеси. 4. Доля одного из инертных компонентов в реагирующей многокомпонентной смеси.
20	Какими параметрами характеризуется реагирующая химическая реакция?	1. Давлением, температурой и концентрацией компонентов. 2. Давлением и концентрацией компонентов. 3. Температурой и концентрацией компонентов. 4. Давлением и температурой компонентов.

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какое из приведенных ниже соотношений определяет содержание второго начала термодинамики?	1. $ds = dq/T$ . 2. $ds < dq/T$ . 3. $ds \geq dq/T$ . 4. $ds \leq dq/T$ .
2.	. Какими из приведенных ниже соотношений определяется абсолютное давление? ( $B_0$ –барометрическое давление; $p_{изб}$ –избыточное давление; $P_0$ –разрежение).	1. Система не обменивается с окружающей средой механической работой. 2. Система не обменивается с окружающей средой любыми видами энергии. 3. Система не обменивается с окружающей средой теплотой и механической работой. 4. Система не обменивается с окружающей средой химической энергией и теплотой.
3.	В каком из процессов теплота равна изменению энтальпии?	1. Изохорный. 2. Адиабатный. 3. Изотермический. 4. Изобарный.
4	Чему равна энтальпия $h_x$ влажного насыщенного пара со степенью сухости $x$ ?	1. $gx$ . 2. $h'$ . 3. $h' + rx$ . 4. $h - gx$ .
	Сколько теплоты подводится к 1 кг пара в пароперегревателе котла при изобарном нагреве от $t_1$ до $t_2$ ?	1. $h_2 - h_1$ . 2. $t * \Delta s$ . 3. $c_p' * \Delta t$ . 4. $rt_2 - t_1$ .
6	Из каких процессов состоит цикл Карно?	1. Отношение массы водяного пара к массе сухого воздуха в смеси. 2. Масса водяного пара в 1 м <sup>3</sup> влажного воздуха. 3. Отношение массы водяного пара к массе влажного воздуха в данном объеме. 4. Масса водяного пара в данном объеме влажного воздуха.
7	Из каких процессов состоит цикл Карно?	1. Адиабатные – сжатия и расширения, изобарные – подвод и отвод теплоты. 2. Адиабатные – сжатия и расширения, изотермические – подвод и отвод теплоты. 3. Адиабатные – сжатия и расширения, изохорные – подвод и отвод теплоты. 4. Политропные – сжатия и расширения, изотермические – подвод и отвод теплоты.
8	Почему цикл Карно называют циклом идеальной тепловой машины?	1. Машина, работающая по циклу Карно, не загрязняет окружающую среду. 2. Цикл Карно обеспечивает наивысший

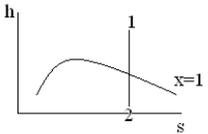
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<p>термический КПД при заданных температурах подвода и отвода теплоты.</p> <p>3. При повышении цикла Карно параметры рабочего тела возвращаются к исходным значениям.</p> <p>4. Машина, работающая по циклу Карно, имеет наименьшие массу и габариты.</p>
9	<p>На рисунке показана <math>p</math>-<math>v</math>-диаграмма цикла. Какому тепловому двигателю она соответствует?</p> 	<p>1. Чтобы уменьшить нагрузку на подшипники.</p> <p>2. Чтобы уменьшить объемные потери.</p> <p>3. Чтобы избежать недопустимо высоких температур газа.</p> <p>4. Чтобы повысить КПД компрессора.</p>
10	<p>На <math>h</math>-<math>s</math> -диаграмме показан процесс расширения пара в турбине. Чему равен располагаемый теплоперепад <math>h_0</math>?</p> 	<p>1. <math>h_1 - h_2</math>.</p> <p>2. <math>h_1 - h_a</math>.</p> <p>3. <math>h_1</math>.</p> <p>4. <math>(h_1 - h_2)/2</math>.</p>
11	<p>Чему равна энтальпия сухого насыщенного пара <math>h''</math>, если энтальпия воды <math>h'</math>, теплоты парообразования – <math>r</math>.</p>	<p>1. <math>r</math>.</p> <p>2. <math>rx</math>.</p> <p>3. <math>h'</math>.</p> <p>4. <math>h'+r</math>.</p>
12	<p>Какую выгоду дает применение ПТУ с комбинированной выработкой электрической и тепловой энергии на ТЭЦ?</p>	<p>1. Возможность использовать более дешевое топливо.</p> <p>2. Повышение степени использования теплоты.</p> <p>3. Уменьшение затрат на оборудование.</p> <p>4. Упрощение обслуживания.</p>
13	<p>Выберите наиболее полное определение понятия «идеальный газ».</p>	<p>1. Состояние реального вещества, в котором можно пренебречь размерами молекул.</p> <p>2. Состояние реального вещества, в котором можно пренебречь силами взаимодействия между молекулами.</p> <p>3. Состояние реального вещества, в котором не существенно влияние вращательного, колебательного и поступательного движения молекул.</p> <p>4. Состояние реального вещества, в котором можно пренебречь размерами молекул и силами взаимодействия между ними.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14	Как меняется энтальпия идеального газа при дросселировании?	1. Уменьшается. 2. Увеличивается. 3. Колеблется около некоторого среднего значения. 4. Остается неизменной.
15	Идеальный газ, занимающий объем 0,05 м <sup>3</sup> , при давлении 0,1 МПа сжимается изотермически до половины объема. Определите количество теплоты (кДж) процесса.	1. 3,47. 2. -3,47. 3. -34,7. 4. -1,73.
16	Какими параметрами характеризуется реагирующая химическая реакция?	1. Давлением, температурой и концентрацией компонентов. 2. Давлением и концентрацией компонентов. 3. Температурой и концентрацией компонентов. 4. Давлением и температурой компонентов.
17	Что такое тепловой эффект химической реакцией?	1. Уменьшение внутренней энергии химической реакции. 2. Выделение минимального количества теплоты и получение максимальной работы в химической реакции. 3. Поглощение теплоты в химической реакции. 4. Выделение максимального количества теплоты и получение минимальной работы в химической реакции.
18	Какую зависимость устанавливает закон Гесса?	1. Тепловой эффект химической реакции зависит от начального состояния термодинамической системы. 2. Тепловой эффект химической реакции зависит от начального и конечного состояния системы. 3. Тепловой эффект химической реакции зависит от конечного состояния системы. 4. Тепловой эффект химической реакции зависит от работы расширения или сжатия.
19	Что называется скоростью химической реакцией?	1. Изменение теплоты реакции в единицу времени. 2. Изменение температуры реакции в единицу времени. 3. Изменение количества вещества в молях, прореагировавшего в единице объема за единицу времени. 4. Изменение количества реагирующих веществ пропорционально их стехиометрическим коэффициентам.

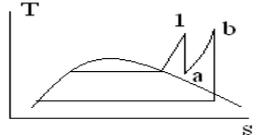
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20	Что устанавливает закон Нернста?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вблизи абсолютного нуля максимальные работы и тепловые эффекты в реакциях, протекающих в конденсированных системах, равны.</li> <li>2. При абсолютном нуле суммарная теплоемкость конденсированных веществ равна нулю.</li> <li>3. При абсолютном нуле энтропия конденсированных веществ равна нулю.</li> <li>4. При абсолютном нуле теплоемкость каждого вещества в отдельности равна нулю.</li> </ol>

### Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Каким выражением определяется приращение внутренней энергии идеального газа $du$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>p \cdot dv</math>.</li> <li>2. <math>c_p \cdot dt</math>.</li> <li>3. <math>c_v \cdot dt</math>.</li> <li>4. <math>T \cdot ds</math>.</li> </ol>
2.	Каким выражением определяется элементарная работа расширения газа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>c_p \cdot dt</math>.</li> <li>2. <math>c_v \cdot dt</math>.</li> <li>3. <math>T \cdot ds</math>.</li> <li>4. <math>p \cdot dv</math>.</li> </ol>
3.	Как изменяется теплоемкость газа при повышении температуры?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшается.</li> <li>2. Увеличивается.</li> <li>3. Остается неизменной.</li> <li>4. Колеблется около некоторого среднего значения.</li> </ol>
4	Что такое температура точки росы $t_p$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температура насыщения при данном давлении.</li> <li>2. Температура, при которой достигается относительная влажность <math>\phi = 1</math> при охлаждении воздуха.</li> <li>3. Температура смоченного термометра.</li> <li>4. Температура испаряющейся жидкости.</li> </ol>
5	Какое применение имеют сопла Лаваля?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение скорости течения.</li> <li>2. Получение струи газа со сверхзвуковой скоростью.</li> <li>3. Измерение расхода газа.</li> <li>4. Распыливание топлива в форсунках.</li> </ol>
6	Чему равна теоретическая скорость газа при адиабатном истечении через сопло?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>[2(p_1 - p_2)]^{0,5}</math>.</li> <li>2. <math>(2p_1/p_2)^{0,5}</math>.</li> <li>3. <math>(2p_2/p_1)^{0,5}</math>.</li> <li>4. <math>[2(h_1 - h_2)]^{0,5}</math>.</li> </ol>
7	Чем ограничивается степень сжатия $\epsilon$ в карбюраторных ДВС?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нагрузкой на кривошипно-шатунный механизм.</li> <li>2. Мощностью стартера.</li> <li>3. Самовоспламенением горючей смеси.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. Отказами системы зажигания.
8	Чем ограничивается степень повышения давления $\lambda$ в газотурбинных установках (ГТУ)?	1. Пределом текучести лопаток турбины при высоких температурах. 2. Нагрузкой на подшипники. 3. Потерями энергии в компрессоре. 4. Увеличением шума.
9	Для чего применяется регенерация теплоты в ГТУ?	1. Для улучшения массогабаритных показателей. 2. Для повышения термического КПД. 3. Для уменьшения вредных выбросов в атмосферу. 4. Для снижения степени сжатия в компрессоре.
10	Что дает регенеративный подогрев питательной воды в ПТУ?	1. Уменьшение затрат на оборудование. 2. Уменьшение эрозионного износа лопаток турбины. 3. Уменьшение расхода пара на выработку 1 кВт.ч. мощности. 4. Повышение термического КПД цикла.
11	На рисунке показана теоретическая $h_s$ – диаграмма процесса расширения пара в ПТУ. Какому циклу она соответствует? 	1. Циклу Ренкина без промперегрева. 2. Циклу Ренкина с одним промперегревом. 3. Циклу Ренкина с двумя промперегревами. 4. Циклу Ренкина с учетом внутренних потерь в турбине.
12	. Почему термический КПД атомных ПТУ ниже, чем в установочных на органическом топливе?	1. В атомных установках острый пар – насыщенный с более низкими параметрами. 2. Турбины имеют меньше ступеней. 3. Больше затрачивается энергии на собственные нужды. 4. Выше давление в конденсаторе.
13	Масса идеального газа при неизменных температуре и плотности увеличивается вдвое. Что при этом произойдет с давлением?	1. Увеличится в 2 раза. 2. Уменьшится в 2 раза. 3. Уменьшится в $\sqrt{2}$ раза. 4. Не изменится.
14	Какими свойствами обладает внутренняя энергия идеального газа?	1. Зависит от давления, не зависит от объема. 2. Зависит от объема и температуры. 3. Не зависит от давления и температуры. 4. Не зависит от объема и температуры.
15	Как работает тепловой насос?	1. Теплота окружающей среды с низкой температурой повышается, за счет затраты механической энергии, до уровня

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<p>пригодного для отопления.</p> <p>2. Окружающая среда (воздух, вода) непосредственно подается насосом для отопителя.</p> <p>3. Теплота, отнятая от окружающей среды, аккумулируется в баке с водой.</p>
16	На каком принципе работает тепловая труба?	<p>1. Труба открыта с одного конца и заполнена теплоносителем.</p> <p>2. Герметичная труба с теплоносителем внутри, движение которого осуществляется под действием капиллярных сил при нагревании одного конца трубы.</p> <p>3. Труба открыта с обеих сторон, по которой прокачивается горячий теплоноситель.</p>
17	Что такое термическая диссоциация?	<p>1. Распад химического соединения на более простые частицы при повышении давления.</p> <p>2. Распад химического соединения на более простые частицы при уменьшении давления.</p> <p>3. Распад молекул на несколько простых частиц при повышении температуры.</p> <p>4. Отношение числа распавшихся молекул к общему числу молекул.</p>
18	Что такое термическая диссоциация?	<p>1. Тепловой эффект химической реакции зависит от начального состояния термодинамической системы.</p> <p>2. Тепловой эффект химической реакции зависит от начального и конечного состояния системы.</p> <p>3. Тепловой эффект химической реакции зависит от конечного состояния системы.</p> <p>4. Тепловой эффект химической реакции зависит от работы расширения или сжатия.</p>
19	По какой форме определяется константа равновесия по молярным концентрациям химической реакции?	<p>1. <math display="block">K = \frac{W}{C_A \cdot C_B}</math></p> <p>2. <math display="block">K = \frac{W}{C_C \cdot C_D}</math></p> <p>3. <math display="block">K_p = \frac{P_A \cdot P_B}{P_C \cdot P_D}</math></p> <p>4. <math display="block">K_c = \frac{C_A \cdot C_B}{C_C \cdot C_D}</math></p>
20	На рисунке показана теоретическая Ts	1. Циклу Ренкина.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	<p>–диаграмма ПТУ. Какому циклу она соответствует?</p> 	<p>2. Циклу с одним промперегревом. 3. Циклу с двумя промперегревами. 4. Парогазовому циклу.</p>

## 6.5. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

### 6.5.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

### 6.5.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

### 6.5.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Механика и термодинамика : учебное пособие : [16+] / В.Г. Дубровский, А.А. Корнилович, И.И. Суханов, И.Б. Формусатик ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 95 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574883> (дата обращения: 23.04.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3881-7. – Текст : электронный.

2. Молекулярная физика. Термодинамика: лабораторный практикум / Д.Р. Бакиева, М.Е. Гордеев, Л.А. Григорьев и др. ; под ред. М.Е. Гордеева, А.С. Масленникова ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 93 с. : граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483704> (дата обращения: 23.04.2021). – Библиогр.: с. 87-88. – ISBN 978-5-8158-1914-6. – Текст : электронный.

3. Кошелев, Э.А. Молекулярная физика. Термодинамика : учебно-методическое пособие : [16+] / Э.А. Кошелев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 46 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574781> (дата обращения: 23.04.2021). – ISBN 978-5-7782-3995-1. – Текст : электронный.

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Андреев, В. А. Лебедев, Б. И. Спесивцев. - СПб. : Горн. ун-т, 2016. - 288 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static\\_req&bnstring=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=31%2E31%2F%D0%90%2065%2D409490551<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static_req&bnstring=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E31%2F%D0%90%2065%2D409490551<.>)

<http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71706>

2. Теоретические основы теплотехники. Термодинамика [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост.: З. Ф. Каримов, Е. П. Павлов. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2009. - 261 с. 84 экз.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static\\_req&bnstring=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20090423134355<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=static_req&bnstring=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20090423134355<.>)

3. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Техническая термодинамика: Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. Андреев В.В, Спесивцев Б.И., СПб, 2018. 40 с.

<http://ior.spmi.ru/profile/pers/kafedra/2019/token/15399479061539958706>

2. Техническая термодинамика: Методические указания к лабораторным занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. Андреев В.В, Спесивцев Б.И., СПб, 2018. 40 с.

<http://ior.spmi.ru/profile/pers/kafedra/2019/token/15399479061539958706>

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).

3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
9. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com>
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <https://www.rsl.ru>
12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### 8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий

Лекционная аудитория: мультимедийный проектор – 1 шт.; стол – 45 шт.; стул – 92 шт.; АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»); лабораторное оборудование – 6 шт.

#### 8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий

Лаборатории оснащены оборудованием и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы».

Компьютерный класс:

28 посадочных мест, комплект мультимедийной аудитории Тип 2 (возможность доступа к сети «Интернет») – 1 шт., стол компьютерный – 16 шт., стол – 2 шт., стул – 28 шт., компьютер для студентов – 18 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), принтер – 1 шт.

Аудитория:

90 посадочных мест, Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 45 шт., стул – 92 шт., АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»)

### 8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012,

Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2025 года)

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open

License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)