

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 17.09.2024 11:48:32  
Уникальный программный ключ:  
528682d78e671e586ab077d1fe1ba3172f735a12

Приложение 1

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»**

**УТВЕРЖДАЮ**

И. о. заведующего кафедрой

/ Никишанов А. Н./

« 18 » августа 2020 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Дисциплина	<b>ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА</b>
Направление подготовки	<b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>
Направленность (профиль)	<b>Энергообеспечение предприятий</b>
Квалификация выпускника	<b>Бакалавр</b>
Нормативный срок обучения	<b>4 года</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>
Кафедра-разработчик	<b>Природообустройство, строительство и теплоэнергетика</b>
Ведущий преподаватель	<b>Панкова Т. А., доцент</b>

**Разработчик: доцент, Панкова Т. А.**

  
(подпись)

**Саратов 2020**

## Содержание

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП .....	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	4
3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	15
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования .....	28

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Техническая термодинамика» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28.02.2018 г. № 143, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

### Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Техническая термодинамика»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)*	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ОПК-3	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	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.	2, 3	лекции, лабораторные занятия, практические занятия	Устный опрос, устный отчет по лабораторным работам, типовой расчет, зачет, экзамен.

Примечание:

Компетенция ОПК-3 – также формируется в ходе освоения дисциплин: «Тепломассообмен», «Гидрогазодинамика», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

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

Таблица 2

**Перечень оценочных материалов**

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
1	устный опрос (собеседование)	средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, и т.п. в ходе контактной работы	перечень вопросов к рубежным контролям, требования к ответу при устном опросе
2	устный отчет по лабораторным работам	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	требования к устному отчету по лабораторным работам
3	типовой расчет	средство, направленное на изучение существующих приемов и методик для решения поставленных задач, известными методами	пример типового расчета
4	доклад	продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое сообщение о полученных результатах теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	темы докладов
5	зачет	средство контроля, организованное как беседа педагогического работника с обучающимся на темы, изучаемой дисциплиной в ходе проведения выходного контроля	вопросы к зачету

6	экзамен	средство контроля, организованное как беседа педагогического работника с обучающимся на темы, изучаемой дисциплиной в ходе проведения выходного контроля, рассмотрение ситуационной задачи.	вопросы к экзамену, варианты ситуационных задач, образец экзаменационного билета
---	---------	---	--

Таблица 3

**Программа оценивания контролируемой дисциплины**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	Вводная лекция. Цели, задачи и структура курса дисциплины. Определение предмета технической термодинамики как науки. История формирования науки.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.
2	Изучение устройства поршневого компрессора. Испытание поршневого компрессора (теоретическая часть).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, зачет.
3	Определение параметров состояния рабочих тел по уравнениям состояния.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
4	Основные понятия и определения технической термодинамики. Термодинамическая система. Основные понятия и определения	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.
5	Изучение устройства поршневого компрессора. Испытание поршневого компрессора (экспериментальная часть).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, зачет.
7	Давление абсолютное, атмосферное, манометрическое, разрежение.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
8	Параметры состояния рабочих тел. Термодинамическое состояние. Термодинамический процесс.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.
9	Изучение устройства поршневого компрессора. Испытание поршневого компрессора (обработка результатов).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, зачет.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
10	Смеси идеальных газов.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
11	Основные газовые законы. Уравнение молекулярно-кинетической теории. Закон Бойля-Мариотта. Закон Шарля. Закон Гей-Люссака. Закон Авогадро.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.
12	Изучение устройства поршневого компрессора. Испытание поршневого компрессора (отчет).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, зачет.
13	Способы определения параметров состояния газовой смеси.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
14	Рабочие тела тепловых машин. Количество вещества. Уравнения состояния газов.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.
15	Испытание центробежного вентилятора (теоретическая часть).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, зачет.
16	Решение задач с применением первого закона термодинамики.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
17	Смеси идеальных газов. Газовые смеси. Уравнение состояния газовой смеси. Закон Дальтона. Способы задания смесей.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.
18	Испытание центробежного вентилятора (экспериментальная часть).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, зачет.
19	Определение теплоемкости газов и газовых смесей.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
20	Теплоемкость газов. Массовая, объемная и молярная удельные теплоемкости. Средняя и истинная теплоемкости. Теплоемкости при постоянном объеме и давлении.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.
21	Испытание центробежного вентилятора (обработка результатов).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, зачет.
22	Расчет термодинамических процессов идеальных газов.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
23	Работа и теплота в термодинамических процессах.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	Внутренняя энергия. Работа перемещения тела. Работа изменения объема рабочего тела. Рабочая диаграмма термодинамического процесса.		
24	Испытание центробежного вентилятора (отчет).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, зачет.
25	Расчет термодинамических процессов идеальных газов.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
26	Энтальпия и энтропия. Энтальпия рабочего тела термодинамической системы. Энтропия. Тепловая диаграмма термодинамического процесса.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.
27	Определение параметров водяного пара по $h-s$ – диаграмме.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
28	Первый закон термодинамики. Сущность первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, зачет.
29	Задачи по расчету термодинамических процессов водяного пара.	ОПК-3	Типовой расчет, зачет.
30	Термодинамические процессы и их характеристики. Равновесные и неравновесные термодинамические процессы. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Анализ изменения состояния рабочего тела.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
31	Изучение $h-d$ – диаграммы влажного воздуха.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
32	Определение коэффициента теплопроводности (теоретическая часть)	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, экзамен.
33	Основные термодинамические процессы. Изохорный процесс. Характеристика изохорного процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
34	Основные термодинамические процессы. Изобарный процесс. Характеристика изобарного процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
35	Расчет процессов сушки и увлажнения воздуха.	ОПК-3	

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
36	Основные термодинамические процессы. Изотермический процесс. Характеристика изотермического процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
37	Решение задач по второму закону термодинамики.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
38	Определение коэффициента теплопроводности (экспериментальная часть).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, экзамен.
39	Основные термодинамические процессы. Адиабатный процесс. Характеристика адиабатного процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
40	Основные термодинамические процессы. Политропный процесс. Характеристика политропного процесса. Расчетное выражение показателя политропы. Экспериментальный метод определения показателя политропы.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
41	Изучение процессов, протекающих в идеальном компрессоре.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
42	Основные термодинамические процессы. Политропный процесс. Анализ изменения состояния рабочего тела.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
43	Идеальные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания и их расчет.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
44	Определение коэффициента теплопроводности (отчет).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, экзамен.
45	Основные термодинамические процессы. Политропный процесс. Работа и теплота в политропном процессе. Исследование политропных процессов.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
46	Водяной пар. Основные понятия и определения. Термодинамические свойства воды и водяного пара.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
47	Газотурбинные установки.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
48	Водяной пар.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	Анализ процесса парообразования в $p-v$ – координатах.		
49	Паросиловые установки.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
50	Определение коэффициента теплоотдачи (теоретическая часть).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, экзамен.
51	Водяной пар Анализ процесса парообразования в $T-s$ – координатах. Определение теплоты парообразования.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
52	Водяной пар. Анализ процесса парообразования в $i-s$ – координатах. Определение параметров водяного пара.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
53	Цикл Ренкина.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
54	Водяной пар Расчет термодинамических процессов изменения состояния водяного пара.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
55	Теплопроводность. Частные случаи решения дифференциального уравнения Фурье.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
56	Определение коэффициента теплоотдачи (экспериментальная часть).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, экзамен.
57	Влажный воздух. Влажный воздух как смесь идеальных газов.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
58	Влажный воздух. Расчет основных термодинамических процессов изменения состояния влажного воздуха с использованием $i-d$ - диаграммы.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
59	Определение теплового потока теплопроводностью через плоские стенки.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
60	Истечение газа и пара. Основные понятия и определения. Уравнение первого закона термодинамики для потока вещества. Расчетные соотношения скорости и расхода газа при истечении.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
61	Определение теплового потока теплопроводностью через цилиндрические однослойные стенки.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
62	Определение коэффициента	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	теплоотдачи (отчет).		работам, экзамен.
63	Истечение газа и пара. Переход через скорость звука. Основные уравнения потока газа. Сопло Лавалья.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
64	Особенности дросселирования газа и пара. Понятие дросселирования и его особенности. Эффект Джоуля-Томсона.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
65	Определение теплового потока теплопроводностью через цилиндрические многослойные стенки.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
66	Особенности дросселирования газа и пара. Процесс дросселирования в $h-s$ -диаграмме. Практическое использование процесса дросселирования газа и пара.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
67	Конвективный теплообмен.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
68	Определение коэффициента теплопередачи (теоретическая часть).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, экзамен.
69	Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре. Принципиальная схема компрессора. Классификация компрессоров.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
70	Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре процесс сжатия газа в $p-v$ и $m-s$ – диаграммах. Индикаторная диаграмма. Расчет мощности на привод и КПД компрессора.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
71	Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении жидкости.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
72	Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре. Многоступенчатое сжатие. Оптимальное распределение давления по ступеням.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
73	Определение коэффициента теплоотдачи при вынужденном движении жидкости.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
74	Определение коэффициента теплопередачи (экспериментальная	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, экзамен.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	часть).		
75	Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Сущность и формулировки второго закона термодинамики. Круговые термодинамические процессы или циклы. Цикл Карно.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
76	Идеальные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Цикл Отто. Цикл Дизеля. Цикл Тринклера.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
77	Лучистый теплообмен.	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
78	Паросиловые установки. Цикл Ренкина. Схема и принцип действия паросиловой установки. Понятие о теплофикации.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
79	Лучистый теплообмен (продолжение)	ОПК-3	Типовой расчет, экзамен.
80	Определение коэффициента теплопередачи (обработка результатов).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, экзамен.
81	Газотурбинные установки. Схема и принцип действия газотурбинной установки. Термодинамический цикл газотурбинной установки и его анализ.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
82	Циклы холодильных установок. Схема и принцип действия парокompрессорной холодильной установки. Схема и принцип действия парожеткторной холодильной установки. Схема и принцип действия абсорбционной холодильной установки.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
83	Циклы тепловых насосов. Схема и принцип действия теплового насоса.	ОПК-3	Устный опрос, доклад, экзамен.
84	Определение коэффициента теплопередачи (отчет).	ОПК-3	Устный отчет по лабораторным работам, экзамен.

Таблица 4

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине  
«Техническая термодинамика» на различных этапах их формирования,  
описание шкал оценивания**

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)

1	2	3	4	5	6
ОПК-3, 2, 3 семестр	ОПК-3.3 Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	обучающийся не знает значительной части программного материала о теплофизических свойствах рабочих тел, плохо ориентируется в материале, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание программного материала о теплофизических свойствах рабочих тел, умение определять параметры состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	ОПК-3.4 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений	обучающийся не знает значительной части программного материала, формулировок первого и второго закона термодинамики; использовать	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности,	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание программного материала, формулировок и математические интерпретац

		уравнения состояния идеального газа и газовых смесей; не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала		ии первого и второго закона термодинамики; уравнения состояния идеального газа и газовых смесей, водяного пара и влажного воздуха; практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	ОПК-3.5 Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале, не способен проводить анализ и расчет термодинамических процессов, процессов истечения и дросселирования газов и паров,	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание теоретических основ технической термодинамики, умение проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального

		<p>основные циклы тепловых машин и холодильных установок; не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки</p>	<p>изложении программного материала</p>		<p>газа, водяного пара и влажного воздуха; рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров; демонстрирует навыки по выполнению расчетов термодинамических циклов тепловых двигателей (ДВС, ПСУ, ГТУ), холодильных установок, тепловых насосов; проводить анализ их эффективности с расчетом количественных характеристик этой эффективности; исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий</p>
--	--	---	---	--	---

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

#### 3.1. Входной контроль

##### Примерный перечень вопросов

1. Что такое температура.
2. Что такое теплота.
3. Что называется энергией.
4. Что называется мощностью.
5. Что такое работа.
6. Что называется плотностью вещества.
7. Что такое удельный объем.

#### 3.2. Доклады

Под докладом понимается устное сообщение о полученных результатах теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Подготовка доклада направлена на развитие и закрепление у обучающихся навыков самостоятельного глубокого, творческого и всестороннего анализа научной (учебно-исследовательской) темы, на выработку навыков и умений грамотно и убедительно излагать материал, четко формулировать теоретические обобщения, выводы и практические рекомендации. Для этого обучающемуся предлагается рассмотреть и проработать одну предложенных тем докладов, или выбрать другую актуальную тему по своему выбору, с предварительным согласованием с педагогическим работником.

##### **Требования к выступлению с докладом:**

Выступление обучающегося с докладом, занимает не более 6-8 минут.

Рекомендуемая тематика докладов по дисциплине приведена в таблице 5.

Таблица 5

##### Темы докладов, рекомендуемые к написанию при изучении дисциплины «Техническая термодинамика»

№ п/п	Темы докладов
1	2
1	Идеальный и реальный газ.
2	Виды термодинамических систем.
3	Связь шкал температур по Цельсию и Фаренгейту.

4	Абсолютная температура Томсона.
5	Индивидуальная газовая постоянная газовой смеси.
6	Теория тепловых явлений Ломоносова.
7	Опыт Джоуля об эквивалентности теплоты и работы.
8	Область изучения молекулярной физики.
9	Гипотеза Рудольфа Клаузиуса о «тепловой смерти» Вселенной
10	Политропные процессы реальных газов.
11	Процессы сжатия в газовых двигателях, компрессорах.
12	Оценка эффекта Джоуля-Томсона (дифференциальный и интегральный дроссель-эффекты).
13	Температура инверсии. Кривая инверсии.
14	Применение энергии водяного пара.
15	Компрессоры и их применение в промышленности и сельскохозяйственном производстве.
16	Тепловые насосы.
17	Применение тепловой энергии в сельскохозяйственном производстве.
18	Холодильные установки и их применение в промышленности и сельскохозяйственном производстве.

Кроме предложенных тем, представленных в таблице 5, обучающийся по своему усмотрению может предложить другую тему по тематике курса, если данная тема ему интересна, имеет практическую ценность и научную новизну.

### 3.3 Типовой расчет

Типовые расчеты проводятся в процессе выполнения практических работ на практических занятиях и играют важную роль в выработке у обучающегося навыков применения полученных знаний для решения практических задач.

Тематика типовых расчетов устанавливается на основании теоретического курса изучаемой дисциплины, представлена в программе дисциплины (на практических занятиях) и в Методических указаниях для практических занятий.

Вариативность и количество вариантов заданий типовых расчетов зависит от темы практического занятия.

#### **Пример типового расчета по теме практического занятия:**

**Определение параметров состояния рабочих тел по уравнениям состояния. Давление абсолютное, атмосферное, манометрическое, разрежение.**

**Цель:** получить практический навык выполнения типовых расчетов по определению параметров состояния рабочих тел.

**Задание:** научиться определять параметры состояния рабочих тел по уравнениям состояния.

**Удельный объем ( $v$ )** тела представляет собой объем единицы его массы,  $\text{м}^3/\text{кг}$ .

$$v = \frac{V}{m}$$

где  $V$  - объем, занимаемый телом,  $m^3$ ;  $m$  – масса тела, кг.

**Плотность  $\rho$**  - величина, обратная удельному объему, представляет собой массу единицы объема,  $кг/м^3$ .

$$\rho = \frac{1}{v} = \frac{m}{V}$$

**Давление ( $P$ )** - сила, приходящаяся на единицу площади поверхности, единицы измерения – ньютон на квадратный метр, паскаль. Эта единица очень мала. Для практических целей удобнее использовать более крупные величины:

$$1 \text{ кПа} = 10^3 \text{ Па}; 1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}; 1 \text{ ГПа} = 10^9 \text{ Па}; 1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}.$$

На практике часто используют внесистемные единицы:

$$1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс}/\text{см}^2 = 735,6 \text{ мм рт. ст.} = 10\,000 \text{ мм вод. ст.} = 98,0665 \text{ кПа};$$

$$1 \text{ атм} = 760 \text{ мм рт. ст.} = 10\,332 \text{ мм вод. ст.} = 101,325 \text{ кПа}; 1 \text{ мм вод. ст.} = 1 \text{ кгс}/\text{м}^2 = 9,81 \text{ Па}; 1 \text{ мм рт. ст.} = 133,3 \text{ Па}.$$

Термодинамическим параметром является абсолютное давление  $P_{абс}$ , которое определяется из соотношений:

$$P_{абс} = P_{атм} + P_{изб},$$

$$P_{абс} = P_{атм} - P_{вак},$$

где  $P_{атм}$  — атмосферное или барометрическое давление, измеряемое барометром;

$P_{изб}$  – избыточное давление, измеряемое манометром;

$P_{вак}$  – вакуумметрическое давление (разряжение), измеряемое вакуумметром.

**Температура** характеризует степень нагретости тела и является количественной мерой интенсивности теплового движения молекул. Температуру по международной практической температурной шкале, отсчитываемую от  $0^\circ\text{C}$ , обозначают через  $t$  (единица измерения – градус Цельсия), а температуру по абсолютной шкале, отсчитываемую от температуры абсолютного нуля, обозначают через  $T$  и называют абсолютной температурой (единица измерения – кельвин).

Зависимость между абсолютной температурой и температурой по шкале Цельсия следующая:

$$T = t + 273,15.$$

Для измерения температуры применяют также шкалу Фаренгейта ( $^\circ\text{F}$ ), Реомюра ( $^\circ\text{R}$ ), Ренкина ( $^\circ\text{Ra}$ ). Соотношения между ними:

$$t \text{ } ^\circ\text{F} = 1,8 t \text{ } ^\circ\text{C} + 32; \quad t \text{ } ^\circ\text{R} = 0,8 t \text{ } ^\circ\text{C}; \quad t \text{ } ^\circ\text{Ra} = 1,8 t \text{ } ^\circ\text{C} + 273.$$

Под нормальными физическими условиями понимается состояние рабочего вещества при давлении  $P_{абс} = 760 \text{ мм рт. ст.}$  и температуре  $0^\circ\text{C}$ . Если объем газа приведен к нормальным условиям, то его принято обозначать  $V_H$ .

## Примеры решения задач

1 Давление воздуха по ртутному барометру равно 770 мм при 0°C. Выразить это давление в барах и паскалях.

Решение:

1 мм рт. ст. = 133,3 Па; 770 мм рт. ст. = 102700 Па = 1,027 бар.

2 Определить абсолютное давление пара в котле, если манометр показывает  $P=1,3$  бар, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 680 мм при  $t = 25^\circ\text{C}$ .

Решение:

Показание барометра получено при температуре  $t = 25^\circ\text{C}$ . Это показание необходимо привести к 0 °C по уравнению (5):

$$P_0 = P_t (1 - 0,000172 t) = 680 \cdot 0,9957 = 677,1 \text{ мм рт. ст.}$$

Абсолютное давление пара в котле по формуле (3)

$$P_{\text{абс}} = 130000 + 677,1 \cdot 133,3 = 0,22 \text{ МПа.}$$

### 3.4 Рубежный контроль

Рубежный контроль проводится по итогам изучения нескольких разделов дисциплины в соответствии с рабочей программой дисциплины (модуля). Рубежный контроль проводится в форме устного опроса.

**Требования к ответу при устном опросе:**

1. Глубина и полнота раскрытия вопроса.
2. Владение терминами и использование их при ответе.
3. Умение объяснить сущность явлений, событий, процессов и т.п., делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
4. Умение отвечать на сопутствующие вопросы, выражать свое мнение по обсуждаемой теме.
5. Владение монологической речью.

#### Вопросы рубежного контроля № 1

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Определение предмета технической термодинамики как науки.
2. История формирования науки технической термодинамика.
3. Основные понятия и определения технической термодинамики.
4. Раскрыть понятие термодинамическая система.
5. Параметры состояния рабочих тел.
6. Термодинамическое состояние.
7. Термодинамический процесс.
8. Основные газовые законы.
9. Уравнение молекулярно-кинетической теории.
10. Закон Бойля-Мариотта.
11. Закон Шарля.
12. Закон Гей-Люссака.
13. Закон Авогадро.

14. Рабочие тела тепловых машин.
15. Количество вещества.
16. Уравнения состояния газов.

#### *Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Отличие термодинамической системы от условий их взаимодействия с другими системами.
2. Раскрыть понятия термодинамическая система называется: изолированной, открытой, закрытой, теплоизолированной.
3. В чем заключается отличие реального газа от идеального.
4. Физический смысл универсальной и индивидуальной газовых постоянных.
5. Атмосферное давление, барометрическое давление, способы измерения. Типы барометров и их шкалы.
6. Использование приборов измерения давления среды для определения скорости потока среды.
7. Газовая постоянная смеси и её расчетные соотношения.

### **Вопросы рубежного контроля №2**

#### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Смеси идеальных газов.
2. Газовые смеси.
3. Уравнение состояния газовой смеси.
4. Закон Дальтона.
5. Способы задания смесей.
6. Теплоемкость газов.
7. Массовая, объёмная и молярная удельные теплоёмкости.
8. Средняя и истинная теплоёмкости.
9. Теплоёмкости при постоянном объёме и давлении.
10. Работа и теплота в термодинамических процессах.
11. Внутренняя энергия. Работа перемещения тела.
12. Работа изменения объема рабочего тела.
13. Рабочая диаграмма термодинамического процесса.
14. Энтальпия и энтропия.
15. Энтальпия рабочего тела термодинамической системы.
16. Энтропия. Тепловая диаграмма термодинамического процесса.
17. Первый закон термодинамики.
18. Сущность первого закона термодинамики.
19. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.

#### *Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Характеристика и анализ в  $P$ - $V$  и  $T$ - $S$  координатах, связь параметров состояния, определение внутренней энергии, теплоты, работы, изменения энтропии в процессе.
2. Схема трансформации энергии в термодинамических процессах.
3. Постоянная и переменная теплоемкость.
4. Теплоемкость газовых смесей и её расчёт.

5. Уравнение Майера и его смысл.
6. Энтальпия и энтропия как функции состояния, тепловая диаграмма.

### **Вопросы рубежного контроля №3**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Термодинамические процессы и их характеристики.
2. Равновесные и неравновесные термодинамические процессы.
3. Обратимые и необратимые термодинамические процессы.
4. Анализ изменения состояния рабочего тела
5. Основные термодинамические процессы.
6. Изохорный процесс. Характеристика изохорного процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.
7. Изобарный процесс. Характеристика изобарного процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.
8. Изотермический процесс. Характеристика изотермического процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.
9. Адиабатный процесс. Характеристика адиабатного процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.
10. Политропный процесс. Характеристика политропного процесса.
11. Расчетное выражение показателя политропы. Экспериментальный метод определения показателя политропы.
12. Политропный процесс. Анализ изменения состояния рабочего тела.
13. Политропный процесс. Работа и теплота в политропном процессе.
14. Исследование политропных процессов.

*Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Экспериментальный метод определения показателя политропы.
2. Расчет изменения энтропии в политропном процессе.

### **Вопросы рубежного контроля №4**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Водяной пар. Основные понятия и определения.
2. Термодинамические свойства воды и водяного пара.
3. Водяной пар. Анализ процесса парообразования в  $p-v$  – координатах.
4. Водяной пар. Анализ процесса парообразования в  $t-s$  – координатах.
5. Водяной пар. Определение теплоты парообразования.
6. Водяной пар. Анализ процесса парообразования в  $i-s$  – координатах.
7. Определение параметров водяного пара.
8. Расчет термодинамических процессов изменения состояния водяного пара.
9. Влажный воздух. Влажный воздух как смесь идеальных газов.
10. Влажный воздух. Расчет основных термодинамических процессов изменения состояния влажного воздуха с использованием  $i-d$  - диаграммы.
11. Истечение газа и пара. Основные понятия и определения.
12. Уравнение первого закона термодинамики для потока вещества.
13. Расчетные соотношения скорости и расхода газа при истечении.

14. Истечение газа и пара. Переход через скорость звука.
15. Основные уравнения потока газа. Сопло Лаваля.
16. Особенности дросселирования газа и пара.
17. Понятие дросселирования и его особенности.
18. Эффект Джоуля-Томсона.

*Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Анализ процесса парообразования в  $p-v$  – координатах. Параметры критического состояния водяного пара
2. Анализ процесса парообразования в  $T-s$  – координатах. Определение теплоты парообразования.
3. Анализ процесса парообразования в  $i-s$  – координатах. Определение параметров водяного пара.

**Вопросы рубежного контроля №5**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Процесс дросселирования в  $h-s$ -диаграмме.
2. Практическое использование процесса дросселирования газа и пара.
3. Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре.
4. Принципиальная схема компрессора.
5. Классификация компрессоров.
6. Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре.
7. Процесс сжатия газа в  $p-v$  и  $m-s$  – диаграммах.
8. Индикаторная диаграмма.
9. Расчет мощности на привод и КПД компрессора.
10. Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре.
11. Многоступенчатое сжатие. Оптимальное распределение давления по ступеням.
12. Второй закон термодинамики. Сущность и формулировки второго закона термодинамики.
13. Круговые термодинамические процессы или циклы. Цикл Карно.
14. Идеальные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
15. Цикл Отто.
16. Цикл Дизеля.
17. Цикл Тринклера.
18. Паросиловые установки.
19. Цикл Ренкина.
20. Схема и принцип действия паросиловой установки. Понятие о теплофикации.
21. Газотурбинные установки.
22. Схема и принцип действия газотурбинной установки.
23. Термодинамический цикл газотурбинной установки и его анализ.
24. Циклы холодильных установок.

25. Схема и принцип действия парокomppressorной холодильной установки.
26. Схема и принцип действия пароэжекторной холодильной установки.
27. Схема и принцип действия абсорбционной холодильной установки.
28. Циклы тепловых насосов.
29. Схема и принцип действия теплового насоса.

#### *Вопросы для самостоятельного обучения*

1. Области применения процесса дросселирования.
2. Принцип редуцирования водяного пара.
3. Типы компрессоров. Классификация и принцип действия.
4. Индикаторная диаграмма идеального компрессора.
5. Индикаторная диаграмма реального компрессора.

### **3.5 Промежуточная аттестация (зачет – 2 семестр, экзамен – 3 семестр)**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Техническая термодинамика» в соответствии с учебным планом по специальности 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника – зачет – 2 семестр, экзамен – 3 семестр.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного опроса и проверки решения ситуационной задачи. В экзаменационных билетах присутствуют два теоретических вопроса и одна ситуационная задача.

Ситуационные задачи предназначены для выявления способности обучающихся решать жизненные проблемы с помощью предметных знаний, которые относятся к понятию методических ресурсов. Они позволяют представить предметные результаты образования в комплексе умений и навыков, основанных на знаниях за счёт усвоения разных способов деятельности, методов работы с информацией. Решение ситуационной задачи предполагает использование имеющихся у обучающихся знаний и опыта, полученных в ходе обучения для решения заданной задачи.

#### **Вопросы, выносимые на зачет**

1. Определение предмета технической термодинамики как науки.
2. История формирования науки технической термодинамика.
3. Основные понятия и определения технической термодинамики.
4. Раскрыть понятие термодинамическая система.
5. Параметры состояния рабочих тел.
6. Термодинамическое состояние.
7. Термодинамический процесс.
8. Основные газовые законы.
9. Уравнение молекулярно-кинетической теории.
10. Закон Бойля-Мариотта.
11. Закон Шарля.
12. Закон Гей-Люссака.
13. Закон Авогадро.

14. Рабочие тела тепловых машин.
15. Количество вещества.
16. Уравнения состояния газов.
17. Отличие термодинамической системы от условий их взаимодействия с другими системами.
18. Раскрыть понятия термодинамическая система называется: изолированной, открытой, закрытой, теплоизолированной.
19. В чем заключается отличие реального газа от идеального.
20. Физический смысл универсальной и индивидуальной газовых постоянных.
21. Атмосферное давление, барометрическое давление, способы измерения. Типы барометров и их шкалы.
22. Использование приборов измерения давления среды для определения скорости потока среды.
23. Газовая постоянная смеси и её расчетные соотношения.
24. Смеси идеальных газов.
25. Газовые смеси.
26. Уравнение состояния газовой смеси.
27. Закон Дальтона.
28. Способы задания смесей.
29. Теплоемкость газов.
30. Массовая, объёмная и молярная удельные теплоёмкости.
31. Средняя и истинная теплоёмкости.
32. Теплоёмкости при постоянном объёме и давлении.
33. Работа и теплота в термодинамических процессах.
34. Внутренняя энергия. Работа перемещения тела.
35. Работа изменения объема рабочего тела.
36. Рабочая диаграмма термодинамического процесса.
37. Энтальпия и энтропия.
38. Энтальпия рабочего тела термодинамической системы.
39. Энтропия. Тепловая диаграмма термодинамического процесса.
40. Первый закон термодинамики.
41. Сущность первого закона термодинамики.
42. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
43. Характеристика и анализ в  $P$ - $\vartheta$  и  $T$ - $S$  координатах, связь параметров состояния, определение внутренней энергии, теплоты, работы, изменения энтропии в процессе.
44. Схема трансформации энергии в термодинамических процессах.
45. Постоянная и переменная теплоемкость.
46. Теплоемкость газовых смесей и её расчёт.
47. Уравнение Майера и его смысл.
48. Энтальпия и энтропия как функции состояния, тепловая диаграмма.

### **Вопросы, выносимые на экзамен**

1. Термодинамические процессы и их характеристики.

2. Равновесные и неравновесные термодинамические процессы.
3. Обратимые и необратимые термодинамические процессы.
4. Анализ изменения состояния рабочего тела
5. Основные термодинамические процессы.
6. Изохорный процесс. Характеристика изохорного процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.
7. Изобарный процесс. Характеристика изобарного процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.
8. Изотермический процесс. Характеристика изотермического процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.
9. Адиабатный процесс. Характеристика адиабатного процесса. Анализ изменения состояния рабочего тела.
10. Политропный процесс. Характеристика политропного процесса.
11. Расчетное выражение показателя политропы. Экспериментальный метод определения показателя политропы.
12. Политропный процесс. Анализ изменения состояния рабочего тела.
13. Политропный процесс. Работа и теплота в политропном процессе.
14. Исследование политропных процессов.
15. Экспериментальный метод определения показателя политропы.
16. Расчет изменения энтропии в политропном процессе.
17. Водяной пар. Основные понятия и определения.
18. Термодинамические свойства воды и водяного пара.
19. Водяной пар. Анализ процесса парообразования в  $p-v$  – координатах.
20. Водяной пар. Анализ процесса парообразования в  $t-s$  – координатах.
21. Водяной пар. Определение теплоты парообразования.
22. Водяной пар. Анализ процесса парообразования в  $i-s$  – координатах.
23. Определение параметров водяного пара.
24. Расчет термодинамических процессов изменения состояния водяного пара.
25. Влажный воздух. Влажный воздух как смесь идеальных газов.
26. Влажный воздух. Расчет основных термодинамических процессов изменения состояния влажного воздуха с использованием  $i-d$  - диаграммы.
27. Истечение газа и пара. Основные понятия и определения.
28. Уравнение первого закона термодинамики для потока вещества.
29. Расчетные соотношения скорости и расхода газа при истечении.
30. Истечение газа и пара. Переход через скорость звука.
31. Основные уравнения потока газа. Сопло Лаваля.
32. Особенности дросселирования газа и пара.
33. Понятие дросселирования и его особенности.
34. Эффект Джоуля-Томсона.
35. Анализ процесса парообразования в  $p-v$  – координатах. Параметры критического состояния водяного пара.
36. Анализ процесса парообразования в  $T-s$  – координатах. Определение теплоты парообразования.

37. Анализ процесса парообразования в  $i-s$  – координатах. Определение параметров водяного пара.
38. Процесс дросселирования в  $h-s$ -диаграмме.
39. Практическое использование процесса дросселирования газа и пара.
40. Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре.
41. Принципиальная схема компрессора.
42. Классификация компрессоров.
43. Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре.
44. Процесс сжатия газа в  $p-v$  и  $m-s$  – диаграммах.
45. Индикаторная диаграмма.
46. Расчет мощности на привод и КПД компрессора.
47. Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре.
48. Многоступенчатое сжатие. Оптимальное распределение давления по ступеням.
49. Второй закон термодинамики. Сущность и формулировки второго закона термодинамики.
50. Круговые термодинамические процессы или циклы. Цикл Карно.
51. Идеальные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
52. Цикл Отто.
53. Цикл Дизеля.
54. Цикл Тринклера.
55. Паросиловые установки.
56. Цикл Ренкина.
57. Схема и принцип действия паросиловой установки. Понятие о теплофикации.
58. Газотурбинные установки.
59. Схема и принцип действия газотурбинной установки.
60. Термодинамический цикл газотурбинной установки и его анализ.
61. Циклы холодильных установок.
62. Схема и принцип действия парокompрессорной холодильной установки.
63. Схема и принцип действия парожеткторной холодильной установки.
64. Схема и принцип действия абсорбционной холодильной установки.
65. Циклы тепловых насосов.
66. Схема и принцип действия теплового насоса.
67. Области применения процесса дросселирования.
68. Принцип редуцирования водяного пара.
69. Типы компрессоров. Классификация и принцип действия.
70. Индикаторная диаграмма идеального компрессора.
71. Индикаторная диаграмма реального компрессора.

### **Варианты ситуационных задач**

1. В сосуде находится 2,5 кг воздуха. Определите удельный объем воздуха, если объем сосуда  $1,8 \text{ м}^3$ .
2. В сосуде находится 2,3 кг воздуха. Определите удельный объем воздуха, если объем сосуда  $1,2 \text{ м}^3$ .
3. В сосуде находится 2,1 кг воздуха. Определите удельный объем воздуха, если объем сосуда  $1,3 \text{ м}^3$ .
4. В сосуде находится 2,0 кг воздуха. Определите удельный объем воздуха, если объем сосуда  $1,4 \text{ м}^3$ .
5. В сосуде находится 2,8 кг воздуха. Определите удельный объем воздуха, если объем сосуда  $1,1 \text{ м}^3$ .
6. Избыточное давление в паровом котле, измеряемое пружинным манометром,  $p_m = 2500 \text{ кПа}$ . Барометрическое давление по ртутному барометру 765 мм рт. ст. при температуре  $0^\circ\text{C}$ . Определите абсолютное давление в котле.
7. Избыточное давление в паровом котле, измеряемое пружинным манометром,  $p_m = 2100 \text{ кПа}$ . Барометрическое давление по ртутному барометру 760 мм рт. ст. при температуре  $0^\circ\text{C}$ . Определите абсолютное давление в котле.
8. Избыточное давление в паровом котле, измеряемое пружинным манометром,  $p_m = 1400 \text{ кПа}$ . Барометрическое давление по ртутному барометру 650 мм рт. ст. при температуре  $0^\circ\text{C}$ . Определите абсолютное давление в котле.
9. Избыточное давление в паровом котле, измеряемое пружинным манометром,  $p_m = 1800 \text{ кПа}$ . Барометрическое давление по ртутному барометру 630 мм рт. ст. при температуре  $0^\circ\text{C}$ . Определите абсолютное давление в котле.
10. Избыточное давление в паровом котле, измеряемое пружинным манометром,  $p_m = 1900 \text{ кПа}$ . Барометрическое давление по ртутному барометру 750 мм рт. ст. при температуре  $0^\circ\text{C}$ . Определите абсолютное давление в котле.
11. Удельный объем воздуха равен  $0,72 \text{ м}^3/\text{кг}$  определите плотность воздуха.
12. Удельный объем воздуха равен  $0,42 \text{ м}^3/\text{кг}$  определите плотность воздуха.
13. Удельный объем воздуха равен  $0,82 \text{ м}^3/\text{кг}$  определите плотность воздуха.
14. Удельный объем воздуха равен  $0,92 \text{ м}^3/\text{кг}$  определите плотность воздуха.
15. Удельный объем воздуха равен  $0,62 \text{ м}^3/\text{кг}$  определите плотность воздуха.
16. Какой объем занимает 1 кг азота (газовая постоянная для азота  $R=296,8 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ) если температура его  $70^\circ\text{C}$ , а давление  $0,2 \text{ МПа}$ .
17. Какой объем занимает 1 кг азота (газовая постоянная для азота  $R=296,8 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ) если температура его  $60^\circ\text{C}$ , а давление  $0,1 \text{ МПа}$ .
18. Какой объем занимает 1 кг азота (газовая постоянная для азота  $R=296,8 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ) если температура его  $90^\circ\text{C}$ , а давление  $0,3 \text{ МПа}$ .
19. Какой объем занимает 1 кг азота (газовая постоянная для азота  $R=296,8 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ) если температура его  $50^\circ\text{C}$ , а давление  $0,2 \text{ МПа}$ .
20. Какой объем занимает 1 кг азота (газовая постоянная для азота  $R=296,8 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ) если температура его  $80^\circ\text{C}$ , а давление  $0,3 \text{ МПа}$ .

21. Масса  $1 \text{ м}^3$  углекислого газа при определенных условиях составляет  $0,8$  кг. Определить плотность и удельный объем углекислого газа при этих условиях.
22. Масса  $1 \text{ м}^3$  углекислого газа при определенных условиях составляет  $0,7$  кг. Определить плотность и удельный объем углекислого газа при этих условиях.
23. Масса  $1 \text{ м}^3$  углекислого газа при определенных условиях составляет  $0,6$  кг. Определить плотность и удельный объем углекислого газа при этих условиях.
24. Масса  $1 \text{ м}^3$  углекислого газа при определенных условиях составляет  $0,75$  кг. Определить плотность и удельный объем углекислого газа при этих условиях.
25. Масса  $1 \text{ м}^3$  углекислого газа при определенных условиях составляет  $0,68$  кг. Определить плотность и удельный объем углекислого газа при этих условиях.
26. В пусковом баллоне дизеля вместимостью  $0,3 \text{ м}^3$  содержится воздух плотностью  $2,86 \text{ кг/м}^3$ . Определите массу воздуха в баллоне.
27. В пусковом баллоне дизеля вместимостью  $0,2 \text{ м}^3$  содержится воздух плотностью  $2,16 \text{ кг/м}^3$ . Определите массу воздуха в баллоне.
28. В пусковом баллоне дизеля вместимостью  $0,3 \text{ м}^3$  содержится воздух плотностью  $2,96 \text{ кг/м}^3$ . Определите массу воздуха в баллоне.
29. В пусковом баллоне дизеля вместимостью  $0,4 \text{ м}^3$  содержится воздух плотностью  $3,16 \text{ кг/м}^3$ . Определите массу воздуха в баллоне.
30. В пусковом баллоне дизеля вместимостью  $0,35 \text{ м}^3$  содержится воздух плотностью  $2,06 \text{ кг/м}^3$ . Определите массу воздуха в баллоне.

**Образец экзаменационного билета:**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова  
Кафедра «Природообустройство, строительство и теплоэнергетика»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

по дисциплине «Техническая термодинамика»

1. Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре.
2. Циклы тепловых насосов.
3. В пусковом баллоне дизеля вместимостью  $0,3 \text{ м}^3$  содержится воздух плотностью  $2,96 \text{ кг/м}^3$ . Определите массу воздуха в баллоне.

И. о. заведующего кафедрой П, С и Т

дата  
А. Н. Никишанов

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

##### 4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения обучающихся, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Техническая термодинамика» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

##### 4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

Уровень освоения компетенции	Отметка (промежуточная аттестация)		Описание
<b>высокий</b>	«зачтено»	«отлично»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<b>базовый</b>	«зачтено»	«хорошо»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
<b>пороговый</b>	«зачтено»	«удовлетворительно»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой,

Уровень освоения компетенции	Отметка (промежуточная аттестация)		Описание
			рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«не зачтено»	«неудовлетворительно»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

#### 4.2.1. Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** теоретических основ технической термодинамики; параметры состояния и способы их определения; уравнения состояния идеального газа; первый и второй законы термодинамики; основные термодинамические процессы идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; основные циклы тепловых машин и холодильных установок;

**умения:** применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок; использовать уравнения состояния идеального газа и газовых смесей; рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров; проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей (ДВС, ПСУ, ГТУ), холодильных установок и тепловых насосов;

**владение навыками:** расчета термодинамических процессов идеального газа и газовых смесей; методикой определение параметров водяного пара и влажного воздуха путем использования диаграмм и таблиц; методикой определения термического КПД и холодильного коэффициента.

#### Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: – прочные знания, умения и навыки, отличающиеся глубиной и полнотой раскрытия темы, дает аргументированные ответы, приводит примеры из практики, не допускает неточностей, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: – знания, умения и навыки, отличающиеся глубиной и полнотой раскрытия темы, дает аргументированные ответы, приводит примеры из

	практики, не допускает неточностей, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, но затрудняется с ответом при видоизменении заданий
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: – знания, умения и навыки, отличающиеся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа, недостаточным умением давать аргументированные ответы, допускает несколько ошибок в содержании ответа
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: – незнание или поверхностное раскрытие темы, несформированные навыки анализа, неумение давать аргументированные ответы, допускает серьезные ошибки в содержании ответа

#### 4.2.2. Критерии оценки ответа при устном отчете по лабораторным работам

При устном отчете по лабораторным работам обучающийся демонстрирует:

**знания:** теоретических основ технической термодинамики; параметры состояния и способы их определения;

**умения:** применять первый закон термодинамики для составления энергетического баланса теплотехнических установок; использовать уравнения состояния идеального газа и газовых смесей;

**владение навыками:** определение параметров водяного пара и влажного воздуха путем использования диаграмм и таблиц; методикой определения термического КПД и холодильного коэффициента.

#### Критерии оценки ответа при устном отчете по лабораторным работам

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: – знание основных понятий по теме занятия; владение терминами и использование их при ответе; умение объяснить сущность проведения опыта, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы на поставленные вопросы
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: – знание основных понятий по теме занятия; владение терминами и использование их при ответе; умение объяснить сущность проведения опыта, но затрудняется делать выводы и обобщения, дает поверхностные ответы на поставленные вопросы
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: – знание основных понятий по теме занятия; владение терминами, но имеет затруднения с использованием их при ответе; умение объяснить сущность проведения опыта, но затрудняется делать выводы и обобщения, ошибается в некоторых ответах на поставленные вопросы
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: – не знает основных понятий по теме занятия; плохо владеет терминами, и имеет затруднения с использованием их при ответе; не умеет объяснить сущность проведения опыта, и затрудняется делать выводы и обобщения, не правильно отвечает на поставленные вопросы

#### 4.2.3. Критерии оценки выполнения типовых расчетов

При выполнении типовых расчетов обучающийся демонстрирует:

**знания:** уравнений состояния идеального газа; первый и второй законы термодинамики; основные термодинамические процессы идеального газа,

водяного пара и влажного воздуха; основные циклы тепловых машин и холодильных установок;

**умения:** рассчитывать процессы истечения и дросселирования газов и паров; проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей (ДВС, ПСУ, ГТУ), холодильных установок и тепловых насосов;

**владение навыками:** расчета термодинамических процессов идеального газа и газовых смесей; методикой определение параметров водяного пара и влажного воздуха путем использования диаграмм и таблиц; методикой определения термического КПД и холодильного коэффициента.

### Критерии оценки выполнения типовых расчетов

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: правильность расчетов, соответствие действующим нормативным требованиям; умение объяснять и обосновывать выполненные решения.
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: правильность расчетов, после своевременного устранения ошибок, соответствие действующим нормативным требованиям; умение объяснять и обосновывать выполненные решения.
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: незначительные ошибки в правильности расчетов (выявленные ошибки устранены после повторной проверки), соответствие действующим нормативным требованиям; поверхностное умение объяснять и обосновывать выполненные решения.
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: выполнил расчеты с ошибками, что не соответствует действующим нормативным требованиям; не может объяснить и обосновывать выполненные решения

#### 4.2.4. Критерии оценки решения ситуационной задачи

При решении ситуационной задачи в промежуточной аттестации обучающийся демонстрирует:

**знания:** практических основ технической термодинамики;

**умения:** применять расчетные зависимости при решении практических задач;

**владение навыками:** расчета основных показателей технической термодинамики.

### Критерии оценки решения ситуационной задачи

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: – правильный ответ на вопрос задачи; грамотный, последовательный ход решения задачи; не допускает неточностей, исчерпывающе, последовательно, четко и логично излагает материал, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует:

	– правильный ответ на вопрос задачи; грамотный, последовательный ход решения задачи; но допускает неточности, последовательно, четко и логично излагает материал, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: – правильный ответ на вопрос задачи; путается в последовательности решения задачи; допускает неточности, сбивчиво излагает материал, затрудняется с ответом при видоизменении заданий
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: – не правильный ответ на вопрос задачи; путается в последовательности решения задачи; допускает неточности, затрудняется с ответом при видоизменении заданий

#### 4.2.5. Критерии оценки доклада

При подготовке доклада обучающийся демонстрирует:

**знания:** теоретических основ технической термодинамики; параметры состояния и способы их определения; уравнения состояния идеального газа; первый и второй законы термодинамики; основные термодинамические процессы идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; основные циклы тепловых машин и холодильных установок;

**умения:** проводить анализ и расчет термодинамических процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара и влажного воздуха; проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей (ДВС, ПСУ, ГТУ), холодильных установок и тепловых насосов;

**владение навыками:** использования диаграмм и таблиц.

#### Критерии оценки доклада

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: – хорошее раскрытие выбранной темы доклада, где четко обозначает цели и задачи, представляет своё мнение по поводу поставленной задачи, предлагает возможные пути решения проблемы.
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: – хорошее раскрытие выбранной темы доклада, где четко обозначает цели и задачи, но поверхностно раскрывает свое мнение по поводу поставленной задачи, предлагает некоторые пути решения проблемы
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: – поверхностное раскрытие выбранной темы доклада, где частично формулирует цели и задачи, не раскрывает свое мнение по поводу поставленной задачи, предлагает общеизвестные пути решения проблемы.
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: – не раскрывает выбранной темы доклада, ошибается в постановке целей и задач, не формулирует свое мнение по поводу поставленной задачи, не предлагает пути решения проблемы

Разработчик: доцент, Панкова Т. А.

  
(подпись)