

Министерство образования и науки Республики Татарстан
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Зеленодольский судостроительный колледж»
(ГАПОУ «ЗСК»)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
(ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА)
ОП.07 Техническая термодинамика и теплопередача
по специальности 26.02.04
Монтаж и техническое обслуживание
судовых машин и механизмов
квалификация техник

форма обучения (очная)

2023 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине разработан согласно требованиям Федерального государственного стандарта специальности 26.02.04 Монтаж и техническое обслуживание судовых машин и механизмов и является неотъемлемой частью реализации программы дисциплины ОП.07 Техническая термодинамика и теплопередача.

.Организация-разработчик: ГАПОУ «Зеленодольский судостроительный колледж» (ГАПОУ «ЗСК»).

Разработчик:

Асаржи В.Н. – преподаватель

Назначение:

ФОС предназначены для контроля и оценки результатов освоения дисциплины, для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений (знания, умения и освоенные компетенции) требованиям программы дисциплины ОП.07 Техническая термодинамика и теплопередача.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании Педагогического совета ГАПОУ «ЗСК» протокол № 1 от «01» сентября 2023г.

1. ПАСПОРТ

Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины у студентов должны быть сформированы следующие ОК:

Код	Общие компетенции
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия; определять необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовывать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности

	помощью наставника)	
ОК 02	<p>определять задачи для поиска информации;</p> <p>определять необходимые источники информации;</p> <p>планировать процесс поиска;</p> <p>структурировать получаемую информацию;</p> <p>выделять наиболее значимое в перечне информации;</p> <p>оценивать практическую значимость результатов поиска;</p> <p>оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;</p> <p>использовать современное программное обеспечение;</p> <p>использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач</p>	<p>номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;</p> <p>приемы структурирования информации;</p> <p>формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации;</p> <p>порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств</p>
ОК 03	<p>определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;</p> <p>применять современную научную профессиональную терминологию;</p> <p>определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования;</p> <p>выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи;</p> <p>презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности; оформлять бизнес-план;</p> <p>рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования;</p> <p>определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности;</p> <p>презентовать бизнес-идею;</p> <p>определять источники финансирования</p>	<p>содержание актуальной нормативно-правовой документации;</p> <p>современная научная и профессиональная терминология;</p> <p>возможные траектории профессионального развития и самообразования;</p> <p>основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности;</p> <p>правила разработки бизнес-планов;</p> <p>порядок выстраивания презентации;</p> <p>кредитные банковские продукты</p>
ОК 05	<p>грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе</p>	<p>особенности социального и культурного контекста;</p> <p>правила оформления документов и построения устных сообщений</p>

ОК 07	<p>соблюдать нормы экологической безопасности;</p> <p>определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии (специальности), осуществлять работу с соблюдением принципов бережливого производства;</p> <p>организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона</p>	<p>правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности;</p> <p>основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности;</p> <p>пути обеспечения ресурсосбережения;</p> <p>принципы бережливого производства;</p> <p>основные направления изменения климатических условий региона</p>
ОК 09	<p>понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы;</p> <p>участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы;</p> <p>строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности;</p> <p>кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые);</p> <p>писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы.</p>	<p>правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы;</p> <p>основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика);</p> <p>лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности;</p> <p>особенности произношения;</p> <p>правила чтения текстов профессиональной направленности.</p>

2. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий.

Компетенции, формируемые дисциплиной	Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
	1	2
<p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p>	<p>Умение использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке); Знания: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе, физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований</p>	<p>практические занятия, работа со схемами, расчетные работы</p>
<p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.</p>	<p>Умение использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач; Знания: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность</p>	<p>практические занятия</p>

применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе, физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований

умения:

- использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов,
- применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач,
- оценивать достоверность полученного решения задачи;
- оценивать различные методы решения задач и выбирать оптимальный метод,
- применять компьютерные математические программы при решении задач;
- разрабатывать модели реальных процессов и ситуаций;
- использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов,
- применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.;
- выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований;

Владение:

- навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания;
- навыками физических исследований
- знаниями и навыками для применения современной приборной базы на уровне, необходимой для постановки и решения задач, имеющих естественно-научное направление.

<p>ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</p>	<p>Умение проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p> <p>Знания: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе, физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований</p>	<p>практические занятия</p>
<p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p>	<p>Умение использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);</p> <p>Умение проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p> <p>Знания: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе, физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний</p>	<p>практические занятия</p>

	и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований	
ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	Умение проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта Знания: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе, физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований	практические занятия
ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.	Умение проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта Знания: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе,	практические занятия

	<p>физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований</p>	
<p>ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.</p>	<p>Умение использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач; Знания: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе, физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований</p>	<p>практические занятия</p>
<p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p>	<p>Умение использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач; Знания: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе, физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований</p>	<p>практические занятия</p>

<p>ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.</p>	<p>Умение использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решение профессиональных задач; Знания: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе, физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; выбирать наиболее эффективные методы для проведения научных исследований</p>	<p>практические занятия</p>
--	--	-----------------------------

Формы и методы оценки текущего контроля успеваемости: практические занятия, тестовые задания.

Форма промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины – диф. зачет.

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценивание результатов учебной деятельности студента за семестр, призванное определить уровень качества подготовки студента в соответствии с требованиями ФГОС по специальности осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины ОП.03 Электроника и электротехника.

Текущая аттестация студентов производится преподавателями, ведущими данную дисциплину в следующих формах:

- оценка освоения пройденного материала;
- подготовки к практическим занятиям;
- оценка выполнения тестовых заданий;
- оценка личностных качеств студента (аккуратности, дисциплинированности, исполнительности, инициативности, активности, своевременное выполнение и защита реферата, своевременное прохождение текущего и промежуточного контроля);
- оценка посещаемости занятий.

Аттестация, проводимая в форме тестирования может оцениваться согласно критериям, указанным в таблице.

Шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности правильных ответов	Оценка уровня подготовки	
	балл (оценка)	Словесное выражение
90-100% (70-100 баллов)	5	Отлично (зачтено)
70-89% (69-50 баллов)	4	Хорошо (зачтено)
60-69% (49-30 баллов)	3	Удовлетворительно (зачтено)
менее 30% (менее 30 баллов)	2	Неудовлетворительно (незачтено)

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины оценивается по результатам ответа на экзамене. Нормы оценок за ответ на 3 вопроса из перечня для экзамена соответствуют общим требованиям, указанным в данной таблице:

Цифровое выражение	Словесное выражение	Описание
5	Отлично (зачтено)	обучающийся вовремя выполнил весь объем учебной работы, предусмотренный рабочей программой дисциплины и учебным планом
4	Хорошо (зачтено)	обучающийся выполнил весь объем учебной работы, предусмотренный рабочей программой дисциплины и учебным планом, но некоторые задания выполнял не в установленные сроки, присутствовали небольшие ошибки
3	Удовлетворительно (зачтено)	обучающийся выполнил весь объем учебной работы, предусмотренный рабочей программой дисциплины и учебным планом, однако задания выполнял не в установленные сроки с существенными ошибками
2	Неудовлетворительно (незачтено)	обучающийся не выполнил весь объем учебной работы, предусмотренный рабочей программой дисциплины и учебным планом

**4. ЗАДАНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ
ДИСЦИПЛИНЫ ОП. 07 Техническая термодинамика и теплопередача**

4.1. Задания для текущего контроля успеваемости
Тестовые задания

1. Первый закон термодинамики для изотермического процесса.

- А. $\Delta U = A$.
- Б. $\Delta U = Q$.
- В. $\Delta U = A + Q$.
- Г. $Q = A'$.
- Д. $\Delta U = A + A'$.

2. Если КПД идеальной тепловой машины 80%, температура холодильника 27⁰С, то температура нагревателя

- А. $T_1 = \frac{\eta Q_2}{1 - \eta} = 1200 \text{ K}$.
- Б. $T_1 = \frac{T_2}{\eta} = 375 \text{ K}$.
- В. $T_1 = \frac{T_2}{1 + \eta} = 135 \text{ K}$.
- Г. $T_1 = \frac{\eta Q_2}{1 + \eta} = 375 \text{ K}$.
- Д. $T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta} = 1500 \text{ K}$.

3. Тепловая машина за один цикл работы отдала холодильнику 400 Дж теплоты и произвела 600 Дж работы. Каков КПД тепловой машины.

- А. 50%;
- Б. 100%;
- В. 40%;
- Г. 20%;
- Д. 60%.

4. 10 молей одноатомного идеального газа нагрели на 50 °С. Процесс изобарический. Количество теплоты, полученное газом $\left(R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \right)$

- А. 15,3 кДж;
- Б. 18,9 кДж;
- В. 6,3 кДж;
- Г. 16,8 кДж;
- Д. 10,4 кДж.

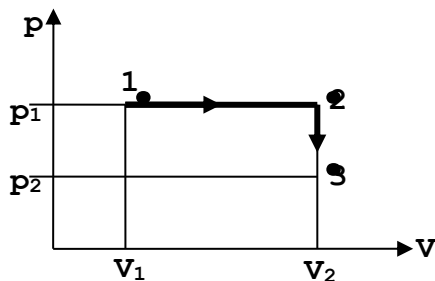
5. При протекании изотермического процесса величиной, равной нулю, является

- А. A ;
- Б. Q ;
- В. A' ;
- Г. ΔU ;
- Д. PV .

6. Если телу массой 9кг передать количество теплоты 100Дж и поднять его на 10м над поверхностью Земли, то его внутренняя энергия изменится на

- А. 1100Дж;
- Б. 100Дж;
- В. 200Дж;
- Г. 90Дж;
- Д. 1000Дж.

7. Газ перешел из состояния 1 в состояние 3 в процессе 1 – 2 – 3. Работу можно определить по формуле



- А. $A = p_1(V_2 - V_1)$;
- Б. $A = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1)$;
- В. $A = (p_2 - p_1)V_1$;
- Г. $A = (p_2 - p_1)V_2$;
- Д. $A = (p_2 + p_1)(V_2 - V_1)$.

8. Одноатомному идеальному газу передано количество теплоты Q . При изобарном нагревании этого газа на изменение внутренней энергии пошла часть Q , равная

- А. $0,2Q$;
- Б. $0,5Q$;
- В. $0,8Q$;
- Г. $0,4Q$;
- Д. $0,6Q$.

9. Укажите изопроцесс, для которого первый закон термодинамики записывается в виде $\Delta U = A$.

- А. изотермический;
- Б. адиабатный;
- В. изобарный;
- Г. изохорный;
- Д. термодинамический.

10. Первый закон термодинамики для адиабатного процесса.

- А. $Q=A$;
- Б. $\Delta U=A+Q$;
- В. $\Delta U=A$;
- Г. $\Delta U=0$;
- Д. $\Delta U=Q$.

11. В идеальной тепловой машине температура холодильника вдвое меньше температуры нагревателя. Если, не меняя температуры нагревателя, температуру холодильника понизить вдвое, то КПД машины увеличится в

- А. $\frac{4}{3}$ раза;
- Б. 3 раза;
- В. $\frac{3}{2}$ раз;
- Г. $\frac{5}{2}$ раз;
- Д. 2 раза.

12. Температура нагревателя 500 К. За счет каждого килоджоуля энергии, полученной от нагревателя, двигатель совершает 350 Дж механической работы. Найти температуру холодильника.

- А. 315 К;
- Б. 325 К;
- В. 300 К;
- Г. 320 К;
- Д. 330 К.

13. Изобарно увеличили температуру 2 молей идеального газа с 20 до 120°C. Количество теплоты, которое было при этом сообщено, равно

- А. 2155 Дж;
- Б. 5000 Дж;
- В. 3355 Дж;
- Г. 1000 Дж;
- Д. 4155 Дж.

14. Температура нагревателя 500К. Идеальная тепловая машина за один цикл получает от него 330 Дж теплоты. Количество теплоты, отданная за один цикл холодильнику, температура которого 400К, равно

- А. 132 Дж;
- Б. 364 Дж;
- В. 264 Дж;
- Г. 66 Дж;
- Д. 300 Дж.

15. Работа идеального газа равна нулю, если процесс

- А. Изохорный;

- Б. Изотермический;
- В. Изобарный;
- Г. Адиабатный;
- Д. Термодинамический.

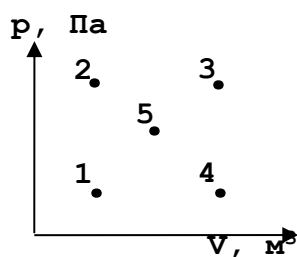
16. При изобарном нагревании одноатомного идеального газа на изменение внутренней энергии газа идет часть переданного газу количества теплоты Q , равная

- А. $0,6Q$;
- Б. $0,5Q$;
- В. $0,8Q$;
- Г. $0,4Q$;
- Д. $0,2Q$.

17. Тепловой двигатель получает от нагревателя в каждую секунду $7,2$ МДж теплоты и отдает в холодильник $6,4$ МДж. КПД двигателя равен

- А. 11 %;
- Б. 7,2 %;
- В. 100 %;
- Г. 6,4 %;
- Д. 0,11 %.

18. Максимальную внутреннюю энергию идеальный газ имеет в состоянии, соответствующем на диаграмме точке



- А. 2;
- Б. 1;
- В. 4;
- Г. 3;
- Д. 5.

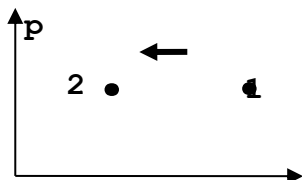
19. В идеальном тепловом двигателе абсолютная температура нагревателя в 3 раза выше, чем температура холодильника. Найти КПД двигателя.

- А. 57%;
- Б. 87%;
- В. 47%;
- Г. 67%;
- Д. 77%.

20. Газ при адиабатическом процессе совершил работу 200 МДж. Его изменение внутренней энергии газа равно

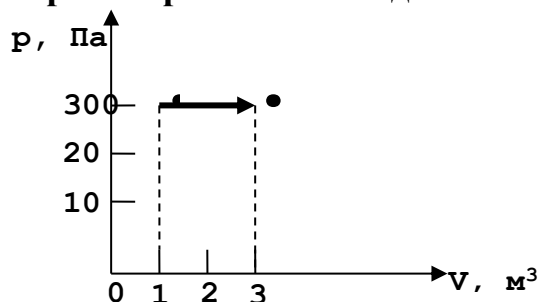
- А. 200МДж;
- Б. 400МДж;
- В. – 200МДж;
- Г. 0;
- Д. 200Дж.

21. На рисунке изображен процесс перехода идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Для этого процесса справедливо утверждение



- А. газ совершил положительную работу;
- Б. газ отдал теплоту внешним телам;
- В. температура газа не изменилась;
- Г. внутренняя энергия газа увеличилась;
- Д. это адиабатический процесс сжатия газа.

22. Газ переходит из состояния 1 в состояние 2 в процессе, представленном на диаграмме $p - V$. Работа для этого процесса равна



- А. 0;
- Б. 30 Дж;
- В. 600 Дж
- Г. 300 Дж;
- Д. 900 Дж.

23. Чтобы увеличить объем 1 моль идеального одноатомного газа в 3 раза при постоянном давлении ему нужно передать количество теплоты, равное

- А. $2RT_1$;
- Б. $3RT_1$;
- В. $4RT_1$;
- Г. RT_1 ;
- Д. $5RT_1$.

24. При передаче газу количества теплоты $2 \cdot 10^4$ Дж он совершил работу, равную $5 \cdot 10^4$ Дж. Тогда изменение внутренней энергии

- А. $-3 \cdot 10^4$ Дж;
- Б. $5 \cdot 10^4$ Дж;
- В. $-2 \cdot 10^4$ Дж;
- Г. $3 \cdot 10^4$ Дж;
- Д. $7 \cdot 10^4$ Дж.

25. Первый закон термодинамики для изобарного процесса.

- А. $Q = \Delta U$;
- Б. $\Delta U = Q$;
- В. $\Delta U = 0$;
- Г. $\Delta U = A$;
- Д. $\Delta U = A + Q$.

26. Изменение внутренней энергии идеального газа при адиабатном расширении равно

- А. $\Delta U = 0$;
- Б. $\Delta U > 0$;
- В. ΔU -любое значение;
- Г. $\Delta U \geq 0$;
- Д. $\Delta U < 0$.

27. 2 моля идеального одноатомного газа изобарно нагрели на 50К. Газ совершил работу ($R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$)

- А. 2077,5 Дж;
- Б. 1246,5 Дж;
- В. 831 Дж;
- Г. 2493 Дж;
- Д. 1662 Дж.

28. Если в некотором процессе работа газа и изменение его внутренней энергии равны по модулю, то такой процесс является

- А. термодинамическим;
- Б. изотермическим;
- В. изохорическим;
- Г. адиабатическим;
- Д. изобарическим.

29. При передаче газу количества теплоты 17 кДж он совершает работу, равную 50 кДж. Изменение внутренней энергии газа равно

- А. 33 кДж;
- Б. 57 кДж;
- В. -57 кДж;
- Г. -33 кДж;

Д. 0.

30. При протекании изохорного процесса величиной, равной нулю, является

- А. ΔU ;
- Б. PV ;
- В. A ;
- Г. U ;
- Д. Q .

31. Максимальное значение КПД, которое может иметь тепловая машина с температурой нагревателя 727°C и температурой холодильника 27°C , равно

- А. 30%;
- Б. 100%;
- В. $\approx 96\%$;
- Г. 70%;
- Д. $\approx 43\%$.

32. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде с жесткими стенками объемом $0,6\text{м}^3$. При нагревании его давление возросло на $30 \cdot 10^3$ Па. Внутренняя энергия при этом ($R=8,31$ Дж/моль·К)

- А. уменьшилась на 2,7 кДж;
- Б. уменьшилась на 27 Дж;
- В. увеличилась на 27 Дж;
- Г. увеличилась на 27 кДж;
- Д. не изменилась.

33. Газ в идеальной тепловой машине отдает холодильнику 60% теплоты, полученной от нагревателя, температура холодильника, если температура нагревателя 450 К, то

- А. 229 К;
- Б. 270 К;
- В. 255 К;
- Г. 240 К;
- Д. 235 К.

Ответы

№ вопр	Прав ответ	№ вопр	Прав ответ	№ вопр	Прав ответ	№ вопр	Прав ответ
1	Г	11	В	21	Б	31	Г
2	Д	12	Б	22	В	32	Г
3	Д	13	Д	23	Д	33	Б
4	Д	14	В	24	А		
5	Г	15	А	25	Д		
6	Б	16	А	26	Д		
7	А	17	А	27	В		
8	Д	18	Г	28	Г		
9	Б	19	Г	29	Г		
10	В	20	В	30	В		

Задания для самоподготовки обучающихся

Контрольный вопрос

Тема 1. Основные понятия и определения технической термодинамики. Идеальный газ

1. Перечислите параметры, которыми характеризуется состояние рабочего тела или вещества.
2. Что понимается под термодинамической системой?
3. Что представляет собой равновесное и неравновесное состояния термодинамической системы?
4. Что такое газовая смесь? Способы задания газовых смесей.
5. Что такое "неравновесный процесс"?
6. Расшифруйте понятия "равновесный процесс", "неравновесный процесс".
7. Дайте определения обратимых и необратимых процессов.
8. Каковы условия обратимости процессов?
9. В чем отличие понятий "истинная" и "средняя" теплоемкости?
10. Какие теплоемкости вам известны?
11. Как вычислить теплоемкость смеси идеальных газов?
12. Каков физический смысл ульной газовой постоянной?
13. В чем физический смысл уравнения Майера?

Тема 2. Первый закон термодинамики Основные положения второго закона термодинамики

1. Что такое внутренняя энергия? Дайте определение.
2. Дайте формулировку теплоты и работы процесса.
3. Что такое энтальпия и энтропия?
4. В чем разница между функцией состояния и функцией процесса? Приведите примеры этих функций.
5. Когда теплота, работа и изменение внутренней энергии считаются положительными, когда - отрицательными?
6. Как вычислить изменения энтропии идеального газа?

Тема 3. Исследование термодинамических процессов идеального газа

1. Изобразите на p - V -диаграммах изобарный и изохорный процессы для идеального газа.
2. Изобразите на p - V -диаграммах изоэнтальпийный и энтропийный процессы для идеального газа.
3. Какие процессы в термодинамике называются основными?
4. Как называется процесс, в котором все подведенное тепло идет на увеличение внутренней

энергии?

5. Чему равен показатель адиабаты в изотермическом процессе идеального газа?

6. Как называется процесс, в котором работа совершается только за счет изменения внутренней энергии?

7. Как называется процесс, в котором энтальпия остается неизменной? _____

Тема 4. Реальные газы и пары

1. Изобразите процесс парообразования на uP - и sT -диаграммах.

2. Какой пар называется влажным? Сухим? Перегретым?

3. Какой пар называется насыщенным? Чему равна его степень сухости?

4. Покажите на $/s$ -диаграмме критическую точку, - чем она характеризуется?

5. Почему на теплоэлектростанциях с повышением давления перегретого пара возникает экономия топлива?

6. Какими параметрами можно охарактеризовать состояние влажного, сухого и перегретого пара?

7. Что такое скрытая теплота парообразования? Покажите ее на sT - и $/s$ -диаграммах для какого-либо одного давления.

8. Дайте определение влажного воздуха.

9. Что такое абсолютная влажность воздуха? В каких единицах она измеряется?

10. Что такое влагосодержание воздуха? В каких единицах оно измеряется?

11. Что такое относительная влажность воздуха?

12. Что такое точка росы?

13. В каких пределах может измеряться влагосодержание?

14. Как изменяется влагосодержание воздуха при его охлаждении?

15. Как изменяется влагосодержание при нагреве воздуха?

16. Покажите на $/\wedge$ -диаграмме, как определяется парциальное давление водяных паров.

17. Какие процессы можно построить на $/\wedge$ -диаграмме влажного воздуха? _____

Тема 5. Течение. Истечение газов и паров из сопел и насадок

1. Напишите уравнение энергии газового потока и дайте объяснение отдельным его членам.

2. Какие допущения лежат в основе вывода уравнения первого закона термодинамики для потока?

3. Что такое работа проталкивания (перемещения) и какой она может иметь знак? _____

4. Покажите техническую работу расширения газов на vP -диаграмме.

5. Какой физический смысл имеет понятие "критическая скорость"?

6. Что такое располагаемая работа? Как ее можно представить на vp -диаграмме?

7. Каково назначение сопла и диффузора?

8. Как изменяется вдоль сходящегося профиля сопла плотность рабочего тела и скорость потока?

9. Как изменяется вдоль сопла Лавала плотность рабочего тела и скорость потока для дозвукового и сверхзвукового режимов истечения?

10. Каким термодинамическим процессом является процесс дросселирования? _____

Тема 6. Круговые процессы, циклы. Цикл Карно. Процессы поршневых компрессоров

1. Объясните, в чем отличие цикла от процесса.

2. Какие термодинамические процессы вам известны?

3. Из каких термодинамических процессов состоит прямой цикл Карно?

4. Из каких термодинамических процессов состоит обратный цикл Карно?

5. Чем оценивается эффективность прямого и обратного циклов Карно?

6. Для чего служат тепловые машины, работающие по прямому и обратному циклам?

7. Что такое термический КПД?

8. Что такое холодильный коэффициент?

9. Чему равно приращение энтропии в прямом и обратном циклах Карно?

10. Покажите на sT -диаграмме, что термический КПД прямого цикла Карно не может быть больше 1.
11. Покажите на sT -диаграмме, для прямого цикла Карно, что не все подведенное тепло превращается в полезную работу.
12. В чем состоит общность разных формулировок второго закона термодинамики?
13. Как изменяется энтропия изолированной системы при протекании в ней обратимых процессов?
14. Что такое энергия?
15. Чем определяется уменьшение работоспособности изолированной системы?
16. Каков принцип действия одноступенчатого компрессора?
17. В каких случаях необходимо применять двухступенчатые компрессоры?
18. Какой процесс в компрессоре наиболее выгоден и в чем сложность его осуществления?
19. Изобразите цикл двухступенчатого компрессора на vP -диаграмме. Из каких процессов состоит этот цикл?
20. Как влияет показатель политропы сжатия на конечную температуру сжимаемого газа? _____

Тема 7. Циклы двигателей внутреннего сгорания

1. Изобразите цикл поршневого ДВС со смешанным процессом подвода теплоты в vP - диаграмме.
2. Приведите основные характеристики цикла Тринклера.
3. Изобразите цикл поршневого ДВС с изобарическим процессом подвода теплоты в vP - диаграмме.
4. Приведите основные характеристики цикла Дизеля.
5. Изобразите цикл поршневого ДВС с изохорическим процессом подвода теплоты в vP - диаграмме.
6. Приведите основные характеристики цикла Отто.
7. Как влияет степень сжатия на термический КПД цикла Тринклера?
8. Как влияет степень повышения давления на термический КПД цикла Тринклера?
9. Как влияет степень предварительного расширения на термический КПД цикла Тринклера?
10. От каких характеристик зависит термический КПД цикла Отто?
11. Изобразите цикл ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты в vP - диаграмме.
12. Изобразите цикл ГТД с изохорическим процессом подвода теплоты в vP - диаграмме.
13. Приведите основные характеристики цикла ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты.
14. Изобразите схему ГТД с регенерацией.
15. Изобразите цикл ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты и полной регенерацией в vP - диаграмме.
16. Изобразите схему ГТД с промежуточным охлаждением воздуха.
17. Изобразите цикл ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты и промежуточным охлаждением воздуха в vP - диаграмме.
18. Изобразите схему ГТД с промежуточным подводом теплоты.
19. Изобразите цикл ГТД с изобарическим процессом подвода теплоты и промежуточным подводом теплоты в vP - диаграмме.
20. Приведите выражение термического КПД ГТД. _____

Тема 8. Циклы паротурбинных двигателей

1. Приведите схему простейшего паротурбинного двигателя (ПТД).
2. Изобразите цикл Ренкина в vP - и sT -диаграмме.
3. Приведите выражение термического КПД цикла Ренкина.
4. Как влияет повышение начального давления пара на термический КПД ПТД?
5. Как влияет повышение начальной температуры пара на термический КПД ПТД?
6. Как влияет повышение давления пара в конденсаторе на термический КПД ПТД?

7. Приведите схему паротурбинной установки (ПТУ) с промежуточным перегревом пара.
8. Изобразите цикл ПТУ с промежуточным перегревом пара в vp - и sT -диаграмме.
9. Приведите выражение термического КПД цикла ПТУ с промежуточным перегревом пара.
10. Объясните работу регенеративного цикла ПТУ.

Тема 9. Циклы холодильных установок

1. Изобразите цикл воздушной холодильной установки. Опишите процессы, происходящие в нем.
 2. Изобразите цикл парокомпрессорной холодильной установки. Опишите процессы, происходящие в нем.
 3. Поясните, как определить параметры в характерных точках цикла парокомпрессорной холодильной установки.
 4. Чем характеризуется цикл парокомпрессорной холодильной установки на перегретом паре? На влажном паре?
 5. Может ли быть осуществлен цикл парокомпрессорной холодильной установки на сухом насыщенном паре?
- Тема 10. Основные понятия и определения теплопередачи, теплопроводность, закон Фурье

1. Что называется теплопроводностью?
2. Каков физический смысл уравнения теплопроводности Фурье?
3. Напишите уравнение теплопроводности Фурье и объясните физический смысл составляющих этого уравнения.
4. От чего зависит величина теплопроводности?
5. Какие материалы обладают большой, средней и малой теплопроводностью?
6. Что такое начальные условия?
7. Способы задания граничных условий.

Тема 11. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Нестационарные процессы теплопроводности

1. Напишите уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной стенок.
2. Что такое термическое сопротивление многослойной стенки? В каких единицах оно измеряется?
3. Чем отличаются уравнения теплового потока через твердые предметы различной формы (шар, цилиндр, труба, прямоугольник)?
4. Что такое регулярный режим нагревания (охлаждения) тел?
5. Что такое темп нагревания (охлаждения) тел?

Тема 12. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена

1. С помощью каких исходных аналитических зависимостей находят определяющие критерии?
2. Какой критериальной зависимостью следует воспользоваться для определения «при вынужденном движении жидкости в трубках теплообменника»?
3. Какая критериальная зависимость применима для определения a при свободном конвективном теплообмене?
4. Как влияет характер движения жидкости (ламинарный, турбулентный) на выбор критериального уравнения, с помощью которого подсчитывается коэффициент теплоотдачи a ?
5. По каким показателям определяют возможность применения того или иного критериального уравнения для подсчета коэффициента теплоотдачи a ?

Тема 13. Теплоотдача при свободном движении жидкости

1. Какой критерий характеризует свободную конвекцию?
2. Что такое определяющая температура и характерный размер?

3. Какая температура является определяющей при свободной конвекции?
4. Как определить характерный размер при свободной конвекции?
5. Почему около стенки при ее обтекании жидкостью возникает большой температурный градиент? _____

Тема 14. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при фазовых превращениях

1. Что такое динамический и тепловой пограничный слой? Объясните их физический смысл.
2. На какие подслои делится пограничный слой при турбулентном режиме движения жидкости?
3. Особенности омывания шахматного и коридорного пучков труб.
4. Особенности омывания одиночной трубы.
5. Сформулируйте основной закон теплоотдачи конвекцией.
6. Что такое кризис кипения?
7. Каковы особенности теплоотдачи при кипении жидкости?
8. Назовите виды режимов кипения жидкости. _____

Тема 15. Теплообмен излучением. Основные законы теплового излучения

1. Какие преобразования происходят с лучистой энергией при попадании на твердое тело?
2. Что такое абсолютно серое тело?
3. Какими свойствами должны обладать радиационные экраны?
4. Сформулируйте закон Кирхгофа. Каков его физический смысл?
5. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана. Какие величины входят в уравнение для определения коэффициента теплоотдачи излучением?
6. Сформулируйте закон Планка. Напишите уравнение Планка и объясните его физический смысл.
7. Сформулируйте закон Вина и объясните его связь с законом Планка.
9. Каковы особенности излучения газов?
10. Как определить степень черноты газовой среды?
12. Как определяют лучистый теплообмен между параллельными плоскими стенками? _____

Тема 16. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки

1. Нарисуйте плоскую стенку и покажите, какие виды теплообмена наблюдаются при передаче тепла от одного теплоносителя к другому через эту разделительную стенку.
2. Назовите наиболее распространенные природные теплоносители.
3. Чем отличаются расчетные формулы теплопередачи через цилиндрическую стенку от формул для плоской стенки?
4. Как участвует в теплообмене оребрение трубок?
5. Что такое коэффициент оребрения?
6. Какой эффект дает оребрение?
7. В каких случаях теплопередачу в трубчатых теплообменниках можно рассматривать как теплопередачу через плоскую стенку? _____

Тема 17 Теплообменные аппараты

1. Какие виды теплообмена можно наблюдать в теплообменных аппаратах? Приведите пример.
2. Как составляется тепловой баланс теплообменного аппарата? Приведите пример.
3. В каких случаях среднелогарифмический температурный перепад заменяется среднеарифметическим?
4. Что такое рекуперативные теплообменники? Назовите области их применения.
5. Что называется горением?
6. Как теоретически рассчитывается количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива?
7. Что такое коэффициент избытка воздуха и как он определяется? _____

Экспресс-опрос на лабораторных и практических занятиях по текущей теме и при защите лабораторных работ и расчетно-графических заданий

Устный опрос проводится в виде выполнения тестовых заданий.

Защита расчетно-графических работ

Обучающиеся выполняют две расчетно-графические работы (РГР) на практических занятиях под руководством преподавателя и в часы, отведенные для самостоятельной работы в рамках каждой темы. Одна РГР выполняется в первом семестре изучения дисциплины, вторая во втором семестре.

Тематика РГР №1:

Расчетное задание №1. Расчет процессов поршневых компрессоров;

Расчетное задание №2. Расчет цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания;

Расчетное задание №3. Расчет цикла газотурбинного двигателя с полной регенерацией;

Расчетное задание №4. Расчет цикла паротурбинной установки;

Расчетное задание №5. Расчет цикла воздушной холодильной машины.

Тематика РГР №2:

Расчетное задание № 1. Расчет теплопроводности многослойной плоской стенки;

Расчетное задание №2. Расчет теплоотдачи при естественной конвекции;

Расчетное задание №3. Расчет теплоотдачи при вынужденной конвекции;

Расчетное задание №4. Расчет теплопередачи через многослойную плоскую стенку;

Расчетное задание №5. Расчет теплового потока при излучении;

Расчетное задание №6. Расчет теплообменного аппарата.

Выполненные РГР оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в учебных пособиях (практикумах), и сдаются на проверку преподавателю.

Критерии оценивания РГР

Оценивание каждого расчетного задания осуществляется по системе «зачтено» и «не зачтено».

В процессе оценивания учитываются отдельные критерии и их «весомость».

Критерии оценки	Весомость в %
- выполнение всех пунктов задания	до 30%
- проведение расчетов в соответствии с изложенной методикой	до 30%
- получение корректных результатов расчета	до 20%
- качественное оформление расчётной и графической частей	до 5%
- корректные ответы на вопросы по сути расчетов и работы	до 5%

Оценка «зачтено» выставляется, если набрано 75%.

Защита отчетов по лабораторным работам

Оценивание каждой лабораторной работы осуществляется по системе «зачтено» и «не зачтено».

В процессе оценивания учитываются отдельные критерии и их «весомость».

Критерии оценки	Весомость в %
- выполнение всех пунктов задания	до 30%
- степень соответствия выполненного задания поставленным	до 30%
- получение корректных результатов работы	до 20%
- качественное оформление работы	до 5%
- корректные ответы на вопросы по сути расчетов и работы	до 5%

Оценка «зачтено» выставляется, если набрано 75%.

Перечень контрольных вопросов, задаваемых при защите отчетов по лабораторным

работам _____

Контрольный вопрос Лабораторная работа № 1.

Определение изобарной теплоемкости воздуха

1. Что такое удельная средняя теплоемкость?
2. Какими приборами измеряются расход и температура воздуха в данной установке?
3. От каких термодинамических параметров зависит теплоемкость?
4. Учитываются ли в данной работе потери теплоты в окружающую среду? _____

Лабораторная работа № 2. Исследование процессов во влажном воздухе

1. Перечислите основные параметры, определяющие состояние влажного воздуха.
2. Дайте определение абсолютной влажности воздуха.
3. Дайте определение относительной влажности воздуха.
4. Расшифруйте термин "влажосодержание" влажного воздуха и укажите его единицы.
5. Как измеряется давление влажного воздуха, поступающего в установку?
6. Как измеряется расход влажного воздуха, поступающего в сушильную камеру?
7. Как определяется парциальное давление влажного воздуха?
8. Как определяется парциальное давление пара при проведении эксперимента?
9. Объясните значение линий di - диаграммы.

Лабораторная работа № 3. Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло _____

1. Какие режимы истечения из сопла вам известны?
2. Почему истечение газа из сопла можно считать адиабатным?
3. Как определяется величина i ?
4. Как определяется действительная скорость истечения?
5. Какие параметры влияют на значения ζ и p ?

Лабораторная работа № 4. Исследование индикаторной диаграммы компрессора

1. Что называется вредным пространством цилиндра компрессора?
2. Чем ограничено получение высоких давлений в одноступенчатом компрессоре?
3. Что называется средним индикаторным давлением ступени компрессора? _____

Лабораторная работа № 5. Сравнительный анализ паровых циклов Карно и Ренкина _____

1. Чем отличается паровой цикл Ренкина от парового цикла Карно?
2. Как определить термический КПД в цикле Ренкина? В цикле Карно?
3. Как влияет на термический КПД повышение начальных параметров пара? Почему?
4. Каково влияние конечного давления на термический КПД цикла Ренкина? _____

4.2. Задания промежуточной аттестации по итогам освоения

дисциплины

Условием допуска к промежуточной аттестации является выполнение и защита всех лабораторных заданий, заданий расчетно-графической работы, прохождение всех тестов текущей аттестации с результатом не менее 75% по каждому.

Промежуточная аттестация включает диф. зачет. Вопросы:

1. Основные понятия и определения теории теплообмена.
2. Теплопроводность одно- и многослойных плоских стенок.
3. Теплопроводность одно- и многослойных цилиндрических стенок.
4. Теплопроводность при нестационарном режиме.
5. Конвективный теплообмен.
6. Моделирование процессов конвективного теплообмена.
7. Теплоотдача при свободной конвекции.
8. Характерный размер и определяющая температура при свободной конвекции.
9. Теплоотдача при вынужденной конвекции.
10. Характерный размер и определяющая температура при вынужденной конвекции.
11. Основные критерии подобия. Критериальные уравнения.
12. Теплоотдача в неограниченном объеме.
13. Обребнение стенок.
14. Критический диаметр изоляции.
15. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.
16. Лучистый теплообмен.
17. Основные законы теплового излучения.
18. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой.

Экранирование.

19. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи.
20. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки.
21. Теплообменные аппараты, их классификация. Схемы движения теплоносителей в теплообменных аппаратах.
22. Топливо и его виды. Состав твердого, газообразного и жидкого топлива.
23. Влияние влаги и серы на качество топлива.

Ссылки на эталонные ответы контрольных экзаменационных вопросов приведены в разделе 2.2.

Зачет принимается при условии выполнения графика учебного процесса:

-защита всех тем на практических занятиях по содержательным модулям (пропущенные темы защищаются отдельно);

-решение задач на всех практических занятиях (пропущенные задачи защищаются отдельно);

-выполнение и защита расчетно-графической работы.

Зачет проводится в виде собеседования в письменной или устной форме, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины. Оценка «зачтено» выставляется в случае, если курсант отвечает правильно более 60% поставленных вопросов.

1. Процесс 4-0;
2. Процесс 0 -1";
3. Процесс 1"- 0";
- 3.Процесс 3-4;
- 4.Процесс 4-1