

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.24  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Техническая термодинамика и тепломассообмен**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
08.03.01. Строительство

направленность (профиль)  
Теплогазоснабжение и вентиляция

Форма обучения:  
очная  
Год набора: 2018  
Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр                                      | 5          | Итого      |
|--|------------|------------|
| Форма контроля                               | зачёт      |            |
| Вид занятий                                  |            |            |
| Лекции                                       | 34         | 34         |
| Лабораторные                                 | 18         | 18         |
| Практические                                 | 18         | 18         |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР |            |            |
| Промежуточная аттестация                     | 0,25       | 0,25       |
| Контактная работа                            | 70,25      | 70,25      |
| Самостоятельная работа                       | 73,75      | 73,75      |
| Контроль                                     |            |            |
| <b>Итого</b>                                 | <b>144</b> | <b>144</b> |

Рабочую программу составил(и):

Доцент ЦИО, к.т.н., Сизенко О.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

08.03.01 Строительство

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2022 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

---

(протокол заседания №2 от «18» сентября 2017г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов знаний основ преобразования энергии, законов термодинамики, термодинамических процессов и циклов, усвоение студентами основных методов термодинамического анализа физических процессов, представление о физической природе процессов тепло- и массообмена, используемых при изучении этих процессов теоретических, экспериментальных и расчетных методах, способах обобщения получаемых результатов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Химия», «Физика», «Высшая математика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Насосы, вентиляторы и компрессоры», «Горячее водоснабжение», «Системы очистки вентиляционных выбросов», «Тепловая защита зданий», «Источники теплоты и сети», «Теплогенерирующие установки», «Основы расчёта котельных агрегатов», «Установки обработки и подачи воздуха», «Кондиционирование воздуха», «Теплоснабжение», «Отопление», «Системы обеспечения теплового режима здания», «Вентиляция».

## 3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)   | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)   | Планируемые результаты обучения  |
|--|---|--|
| ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата | ОПК-1.1.<br>Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности   | Знать: термодинамические процессы и процессы теплообмена   |
|  |   | Уметь: классифицировать термодинамические процессы и процессы теплообмена  |
|  |   | Владеть: навыками определения величин, характеризующих теплофизические свойства термодинамического рабочего тела и эффективность энергоустановок в целом |
|  | ОПК-1.2.<br>Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования | Знать: основные термодинамические характеристики применяемые при разработке систем ТГВ   |
|  |   | Уметь: определять термодинамические характеристики в процессах, протекающих в инженерном оборудовании систем ТГВ   |
|  |   | Владеть: навыками исследования   |

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)   | Планируемые результаты обучения  |
|--|---|--|
|  |   | процессов и циклов холодильных машин; расчетов рабочих процессов в теплоиспользующих и теплоприготовительных установках; работы с лабораторно-испытательными теплоэлектроизмерительными приборами. |
|  | ОПК-1.4.<br>Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й) | Знать: методические основы анализа эффективности термодинамических процессов и циклов и пути их совершенствования  |
|  |   | Уметь: использовать физико-математический аппарат для решения проблем термодинамики и тепломассообмена возникающих в ходе профессиональной деятельности  |
|  |   | Владеть: способностью на базе теоретических законов термодинамики и тепломассообмена подбирать, использовать и усовершенствовать оборудование систем ТГВ   |
|  | ОПК-1.5.<br>Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности                           | Знать: методические основы использования законов и закономерностей термодинамики и тепломассообмена в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции  |
|  |   | Уметь: использовать законы и закономерности термодинамики и тепломассообмена в проектировании систем теплогазоснабжения и вентиляции   |
|  |   | Владеть: навыками распознавания и определения основных законов термодинамики и тепломассообмена  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль<br>(раздел)                       | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)                                      | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--|--------------------------|---|---------|--------------|-------|----------------|--|
| Модуль 1<br>Техническая<br>термодинамика | Лек.1                    | Задачи технической термодинамики.<br>Термодинамические системы и их параметры     | 5       | 2            | 0,3   |                |  |
|  | Пр.1                     | Термодинамические параметры ,характеризующие систему                              |         | 2            | 2     |                |  |
|  | Лек.2                    | Энергия системы. Работа и теплота. Уравнение состояния для 1 моля идеального газа |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Лаб.1                    | Определение параметров влажного воздуха   |         | 2            | 2,5   |                | отчёт по л/р   |
|  | СР                       | Подготовка отчёта по л/р к защите   |         | 2            |       |                |  |
|  | Лек.3                    | Смеси. Теплоёмкость. Первый закон термодинамики                                   |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Пр.2                     | Смеси, теплоёмкость.  |         | 2            | 2     |                |  |
|  | Лек.4                    | Внутренняя энергия. Обратимые процессы в открытых системах. Энтальпия.            |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Лаб.2                    | Определение теплоёмкости воздуха  |         | 2            | 2,5   |                | отчёт по л/р   |
|  | СР                       | Подготовка отчёта по л/р к защите   |         | 2            |       |                |  |
|  | Лек.5                    | Обратимые процессы и методика их исследования. Энтропия.                          |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Пр.3                     | T-S и p-I диаграммы. I закон термодинамики.                                       |         | 2            | 2     |                |  |
|  | Лек.6                    | Термодинамические процессы.   |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Лаб.3                    | Определение показателя адиабаты   |         | 2            | 2,5   |                | отчёт по л/р   |
|  | СР                       | Подготовка отчёта по л/р к защите   |         | 2            |       |                |  |
|  | Лек.7                    | Второй закон термодинамики. Циклы.  |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Пр.4                     | Термодинамические процессы.   |         | 2            | 2     |                |  |
|  | Лек.8                    | Цикл Карно.   |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Лаб.4                    | Исследование кривой насыщения водяного пара                                       |         | 2            | 2,5   |                | отчёт по л/р   |

| Модуль<br>(раздел)                       | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)                       | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--|--------------------------|--|---------|--------------|-------|----------------|--|
| Модуль 1<br>Техническая<br>термодинамика | СР                       | Подготовка отчёта по л/р к защите                                  | 5       | 2            |       |                |  |
|  | Лек.9                    | Регенеративный цикл. Дросселирование газов и паров.                |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Пр.5                     | Цикл Карно   |         | 2            | 2     |                |  |
|  | Лек.10                   | Пар. Процесс парообразования. Классификация паров.                 |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Лаб.5                    | Истечение воздуха из суживающегося сопла                           |         | 2            | 2,5   |                | отчёт по л/р   |
|  | СР                       | Подготовка отчёта по л/р к защите                                  |         | 2            |       |                |  |
|  | СР                       | Подготовка к тестированию по теме «Техническая термодинамика»      |         | 3            | 10    |                | тест №1  |
|  | СР                       | Выполнение ИДЗ №1  |         | 17           | 22    |                | ИДЗ №1   |
| Модуль 2<br>Тепломассооб-<br>мен         | Лек.11                   | Теплопроводность: основные положения, закон                        |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Пр.6                     | Водяной пар  |         | 2            | 2     |                |  |
|  | Лек.12                   | Теплопроводность через стенку                                      |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Лаб.6                    | Определение коэффициента теплопроводности металлов                 |         | 2            | 2,5   |                | отчёт по л/р   |
|  | СР                       | Подготовка отчёта по л/р к защите                                  |         | 2            |       |                |  |
|  | Лек.13                   | Теплопередача  |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Пр.7                     | Теплопроводность   |         | 2            | 2     |                |  |
|  | Лек.14                   | Конвективный теплообмен  |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Лаб.7                    | Определение коэффициента теплоотдачи в условии свободной конвекции |         | 2            | 2,5   |                | отчёт по л/р   |
|  | СР                       | Подготовка отчёта по л/р к защите                                  |         | 2            |       |                |  |
|  | Лек.15                   | Основные законы теплового излучения                                |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Пр.8                     | Конвективный и лучистый теплообмены                                |         | 2            | 2     |                |  |
|  | Лек.16                   | Сложный теплообмен   |         | 2            | 0,2   |                |  |
|  | Лаб.8                    | Определение коэффициента излучения твердого тела                   |         | 2            | 2,5   |                | отчёт по л/р   |

| Модуль<br>(раздел)               | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)          | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|----------------------------------|--------------------------|---|---------|--------------|-------|----------------|--|
| Модуль 2<br>Тепломассооб-<br>мен | СР                       | Подготовка отчёта по л/р к защите                     | 5       | 2            |       |                |  |
|                                  | Лек.17                   | Теплообменные аппараты                                |         | 2            | 0,2   |                |  |
|                                  | Лаб.9                    | Отчётное занятие                                      |         | 2            | 2,5   |                |  |
|                                  | СР                       | Подготовка к тестированию по теме<br>«Тепломассобмен» |         | 3            | 10    |                | тест №2  |
|                                  | СР                       | Выполнение ИДЗ №2                                     |         | 13           | 16    |                | ИДЗ №2   |
|                                  | ПА                       |   |         | 0,25         |       |                |  |
|                                  | СР                       | Подготовка к итоговому тестированию                   |         | 21,75        |       |                |  |
|                                  | ИА                       | Итоговое тестирование                                 |         | 2            | 100   |                |  |
| Итого:                           |                          |   |         | 144          | 200   |                |  |

### Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг + Результат итогового теста и все делится на 2.

Текущий рейтинг складывается из посещения лекций (3,5 б), выполнения лабораторных работ (0,5х9=4,5 б), защита отчётов по лабораторным работам (2х9=18 б), решение практических задач (2х8=16 б), промежуточного тестирования (2х10= 20 б), выполнения индивидуальных домашних заданий (22+16=38 б) – итого 100 баллов.

## 5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Техническая термодинамика и тепломассообмен» используются следующие технологии обучения:

Лекции: интерактивные вебинары — тип занятия, который соединяет в себе традиционную лекцию и такие способы взаимодействия, как дискуссия, разбор, демонстрация слайдов или фильмов.

Практика: решение кейсов — в этом методе берётся конкретная ситуация, и ученики коллективно разрабатывают модель её решения.

Рейтинговая технология – направлена на повышение качества обучения за счет внедрения рейтинговой (балльной) оценки достижений учащихся.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

**Работа над конспектом лекций.** Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

Лекции по учебной дисциплине проводятся традиционно с демонстрацией материала основного и дополнительного материала на слайдах и в фильмах. Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач.

Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения, возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к практическим (лабораторным) занятиям.

Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля. Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.



**Подготовка к практическому занятию, лабораторной работе.** Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в лекциях и основной литературе по теме занятия, затем выполнить самостоятельные задания (оформить бланк-отчёт по лабораторной работе), при необходимости обращаясь к дополнительной литературе.

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его наиболее важная и сложная часть, требующая пояснений преподавателя в процессе контактной работы со студентами. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, разобраться в иллюстративном материале, задачах.

Заканчивать подготовку следует составлением плана (перечня основных пунктов) по изучаемому материалу (вопросу). Такой план позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам и структурировать изученный материал.

Студент должен быть готов к контрольным опросам на каждом учебном занятии.

**Методические указания к выполнению ИДЗ.** В домашней работе должно быть отражено умение систематизировать, анализировать, обобщать, делать выводы и связывать теоретические знания с практикой. Индивидуальное домашнее задание оформляется в тетради в клетку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод на основании зависимостей, изучаемых в ходе данной дисциплины, при использовании справочных материалов – ссылка на источник обязательна. При необходимости приводятся рисунки, схемы, графики. Графики выполняются на миллиметровой бумаге карандашом в масштабе с нанесением всех необходимых данных.

**Методические рекомендации студентам по подготовке к тестированию.** При подготовке к тестированию студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на практических занятиях.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции<br>(или ее части) | Наименование<br>оценочного средства          |
|---------|--|--|
| 5       | ОПК-1  | ИДЗ №1                                       |
|         |  | ИДЗ №2                                       |
|         |  | Тестовые задания                             |
|         |  | Банк тестовых заданий итогового тестирования |

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Индивидуальное домашнее задание

#### ИДЗ №1 «Техническая термодинамика»

##### Типовой пример задания

##### ВАРИАНТ 000

##### ЗАДАЧА 1

Дымовые газы, образовавшиеся в топке парового котла, охлаждаются с 1200 до 250°C. Во сколько раз уменьшается их объем, если давление в начале и в конце газоходов одинаково?

##### ЗАДАЧА 2

Определить абсолютное давление в сосуде, если разность столбов ртути в U-образном манометре составляет 580 мм при температуре ртути 25°C, столб воды над ртутью высотой 150 мм. Барометрическое давление воздуха 102,7кПа при 25°C.

##### ЗАДАЧА 3

Определить изменение внутренней энергии стального стержня диаметром 20мм и длиной 200мм, нагруженного постоянной растягивающей силой 0,3МПа, при изменении его температуры от 0°C до 20°C. Коэффициент линейного расширения стали  $\alpha_0 = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ , теплоёмкость стали  $c = 0,46 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ , плотность стали  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ . Работой стержня против сил атмосферного давления пренебречь.

##### ЗАДАЧА 4

1 кг воздуха, занимающий объем 0,0887м<sup>3</sup>/кг при давлении 1 МПа, расширяется до 10-кратного объема.

Определить конечное давление и работу, совершенную воздухом, в изотермическом и адиабатном процессах. Построить графики процессов по полученным данным.

##### ЗАДАЧА 5

6 кг пара при давлении 1МПа и степени сухости 0,505 расширяется изотермически так, что в конце расширения пар оказывается сухим насыщенным.

Определить количество теплоты, сообщенной пару, произведенную им работу и изменение внутренней энергии.

##### ЗАДАЧА 6

Определить удельный расход теплоты и удельный эффективный расход топлива ГТУ с регенерацией теплоты, если степень повышения давления в компрессоре 3,16, температура всасываемого в компрессор воздуха 26°C. Температура газов на выходе из камеры сгорания 704°C, температура воздуха перед регенератором 164°C, температура воздуха после

регенератора  $374^{\circ}\text{C}$ , температура газов перед регенератором  $464^{\circ}\text{C}$  относительный внутренний к.п.д. турбины 0,87, внутренний к.п.д. компрессора 0,85, к.п.д. камеры сгорания 0,97, механический к.п.д. 0,89 и показатель адиабаты 1,4. Низшая теплота сгорания топлива  $41600\text{кДж/кг}$ .

Изобразить цикл.

### **Критерии оценки**

При оценивании задач используется балльная система. Полностью выполненная и оформленная задача оценивается №1-№2 - 2 балла; № 3 – 3 балла, №4 – 5 баллов, № 5 – 4 балла, №6 – 6 баллов (всего за ИДЗ №1 - 22 балла).

Полностью правильно выполненная задача оценивается по максимальному баллу, приведённому выше.

При наличии математических ошибок, неверно решённая задача оценивается на 1 балл ниже.

При наличии логических (смысловых) ошибок, неверно решённая задача оценивается в 1 балл.

Нерешённая задача оценивается в 0 баллов.

### **Краткое описание и регламент выполнения**

Целью ИДЗ является закрепление теоретических знаний, наработка навыков решения теплотехнических задач. Индивидуальное домашнее задание выполняется студентом самостоятельно с использованием рекомендуемой литературы.

В ИДЗ №1 входит шесть задач по темам: «Основные газовые законы», «Теплоемкость. Смеси газов», «I закон термодинамики», «Газовые процессы, их изображения в диаграммах  $p-v$  и  $T-s$ », «Дросселирование. Свойства водяного пара», «Циклы паросиловых установок, ГТУ и холодильных машин».

Индивидуальное домашнее задание оформляется в тетради в клетку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод на основании зависимостей, изучаемых в технической термодинамике, при использовании справочных материалов – ссылка на источник, при необходимости прикладываются диаграммы и графики. Графики выполняются карандашом в масштабе с нанесением всех необходимых данных.

## **ИДЗ №2 «Тепломассообмен»**

### **Типовой пример задания**

#### **ВАРИАНТ 000**

##### **ЗАДАЧА 1**

Определить какую температуру необходимо поддерживать на поверхности трубы с наружным диаметром 25мм, чтобы плотность теплового потока была  $79,65\text{кВт/м}^2$ . труба охлаждается поперечным потоком трансформаторного масла с температурой  $20^{\circ}\text{C}$  и скоростью 1м/с под углом атаки  $50^{\circ}$ . Каков при этом будет коэффициент теплоотдачи?

##### **ЗАДАЧА 2**

На наружной поверхности вертикальной трубы диаметром 46мм и длиной 1,5м конденсируется сухой насыщенный пар при давлении 0,7МПа. Средняя температура этой поверхности  $140^{\circ}\text{C}$ . Определить коэффициент теплоотдачи при конденсации водяного пара. Во сколько раз изменится коэффициент теплоотдачи, если трубу расположить горизонтально?

##### **ЗАДАЧА 3**

Горизонтальная нихромовая проволока диаметром 1мм и длиной 0,5м нагревается электрическим током так, чтобы температура проволоки не превышала 500°C. Проволока охлаждается за счет свободного движения воздуха и излучения. Окружающие проволоку воздух и ограждения находятся при температуре 27°C. Удельное электросопротивление проволоки  $1,1 \cdot 10^{-6}$  Ом·м. Определить допустимую силу тока.

#### **ЗАДАЧА 4**

Уменьшение диаметра длинной прямой трубы привело к повышению коэффициента теплоотдачи в  $z$  раз при турбулентном режиме течения жидкости и постоянной скорости потока. Во сколько раз изменится мощность установки на прокачивание жидкости, если считать, что коэффициент сопротивления трения  $\zeta$  пропорционален  $Re^{-0,25}$ ?

#### **Критерии оценки**

При оценивании задач используется балльная система. Полностью выполненная и оформленная задача оценивается в 4 балла. (всего за ИДЗ №2 - 16 баллов).

Полностью правильно выполненная задача оценивается по максимальному баллу, приведённому выше.

При наличии математических ошибок, неверно решённая задача оценивается на 1 балл ниже.

При наличии логических (смысловых) ошибок, неверно решённая задача оценивается в 1 балл.

Нерешённая задача оценивается в 0 баллов.

#### **Краткое описание и регламент выполнения**

Целью ИДЗ является закрепление теоретических знаний, наработка навыков решения теплотехнических задач. Индивидуальное домашнее задание выполняется студентом самостоятельно с использованием рекомендуемой литературы.

В ИДЗ №2 входит четыре задачи по темам: «Теплоотдача при вынужденном движении жидкости», «Теплоотдача при пленочной конденсации пара. Теплоотдача при кипении», «Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой», «Основы расчета рекуперативных теплообменников».

Индивидуальное домашнее задание оформляется в тетради в клетку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод на основании зависимостей, изучаемых в теплотехнике, при использовании справочных материалов – ссылка на источник, при необходимости прикладываются диаграммы и графики.

#### **7.2.2. Тестирование**

Тестирование проводится на лекционном занятии с целью проверки уровня усвоения пройденного материала.

Тест состоит из 10 вопросов.

В течение семестра проводится два теста по каждому модулю дисциплины.

#### **Критерии оценки**

Каждый правильный ответ на вопрос, содержащийся в тесте, оценивается в 1 балл.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

| № п/п | Вопросы к зачету  |
|-------|---|
| 1     | Основные термодинамические параметры состояния рабочего тела. Термическое уравнение состояния.          |
| 2     | Термодинамический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамическая система.                 |
| 3     | Теплота и работа как формы передачи энергии. Аналитическое выражение и графическое изображение.         |
| 4     | Аналитические выражения I начала термодинамики.   |
| 5     | Второе начало термодинамики.  |
| 6     | Идеальные газы, их свойства и уравнение состояния.  |
| 7     | Внутренняя энергия, энтальпия и энтропия идеального газа, их вычисление.                                |
| 8     | Теплоемкость идеального газа. Ее виды и взаимосвязь теплоемкостей.                                      |
| 9     | Исследование изобарного процесса.   |
| 10    | Исследование изохорного процесса.   |
| 11    | Исследование изотермического процесса.  |
| 12    | Исследование адиабатного процесса.  |
| 13    | Политропные процессы. Их графическое изображение в I-d; и T-S диаграммах.                               |
| 14    | Соотношение параметров в политропных процессах.   |
| 15    | Работа тепла в политропных процессах.   |
| 16    | Смеси идеальных газов. Способы задания смеси. Молекулярная масса и газовая постоянная смеси.            |
| 17    | Основные законы идеальных газов.  |
| 18    | Реальные газы и пары, их свойства и уравнение состояния.  |
| 19    | Сопла, процессы преобразования энергии в них.   |
| 20    | Диффузоры, процессы преобразования энергии в них.   |
| 21    | Исследование процесса дросселирования. Эффект Джоуля-Томсона.   |
| 22    | Прямые и обратные циклы, их назначение.   |
| 23    | Идеальный цикл Карно, его КПД.  |
| 24    | Схема и цикл паротурбинной установки, ее КПД.   |
| 25    | Схема и цикл воздушной холодильной установки.   |
| 26    | Схема и цикл паро-компрессорной холодильной установки.  |
| 27    | Исследование процесса сжатия в компрессорах. Индикаторная диаграмма компрессора.                        |
| 28    | Понятие о технической работоспособности (эксергии).   |
| 29    | Принцип возрастания энтропии и ее связь с потерей работоспособности.                                    |
| 30    | Основные положения теплопроводности.  |
| 31    | Теплопроводность при стационарном режиме и граничных условиях первого рода.                             |
| 32    | Теплопроводность при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода. Коэффициент теплопередачи. |
| 33    | Теплопроводность при нестационарном режиме.   |
| 34    | Конвективный теплообмен.  |
| 35    | Конвективный теплообмен в вынужденном и свободном потоке жидкости.                                      |
| 36    | Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.  |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Вопросы к зачету</b>   |
|------------------|---|
| 37               | Теплообмен излучением.  |
| 38               | Теплообменные аппараты.   |
| 39               | Тепло- и массоперенос во влажных телах.                                   |
| 40               | Влажный воздух. Характеристики влажного воздуха                           |
| 41               | Способы передачи теплоты. Количественные характеристики переноса теплоты. |
| 42               | Основной закон теплопроводности.  |
| 43               | Краевые условия. (Условия однозначности).                                 |
| 44               | Теплопроводность через плоскую стенку.                                    |
| 45               | Теплопроводность через цилиндрическую стенку.                             |
| 46               | Основной закон конвективного теплообмена.                                 |
| 47               | Теория подобия. Критерии подобия.   |
| 48               | Теплообмен при течении жидкости в трубах.                                 |
| 49               | Теплообмен при естественной конвекции.                                    |
| 50               | Теплообмен при поперечном омывании пучков труб.                           |
| 51               | Основной закон теплового излучения.                                       |
| 52               | Теплообмен излучения между двумя твердыми телами.                         |
| 53               | Типы теплообменных аппаратов.   |
| 54               | Основное уравнение теплопередачи.   |
| 55               | Тепловой расчет теплообменного аппарата.                                  |
| 56               | Рекуперативные теплообменные аппараты.                                    |
| 57               | Регенеративные теплообменные аппараты.                                    |
| 58               | Смесительные теплообменные аппараты.                                      |

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

| <b>Семестр</b> | <b>Форма проведения промежуточной аттестации</b> | <b>Критерии и нормы оценки</b> |                          |
|----------------|--|--------------------------------|--------------------------|
| 5              | По накопительному рейтингу                       | «зачтено»                      | Набрано $\geq 40$ баллов |
|                |  | «не зачтено»                   | Набрано $< 40$ баллов    |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок)  | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|---------------------|---|---|-------------|---|
| 1        | Г. А. Круглов       | Теплотехника [Электронный ресурс]                               | Учебное пособие   | 2017        | ЭБС "Лань"  |
| 2        | Крайнов А. В.       | Термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс]              | Учебное пособие   | 2017        | ЭБС "IPRbooks"  |
| 3        | Мирам А. О.         | Техническая термодинамика. Тепломассообмен [Электронный ресурс] | Учебное издание   | 2018        | ЭБС "Консультант студента"                            |
| 4        | З. Х. Замалеев,     | Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс]           | Учебное пособие   | 2018        | ЭБС "Лань"  |
| 5        | Лебедев В. А.       | Основы энергетики [Электронный ресурс]                          | Учебное пособие   | 2019        | ЭБС "Лань"  |
| 6        | Кудинов А. А.       | Тепломассообмен [Электронный ресурс]                            | Учебное пособие   | 2020        | ЭБС "ZNANIUM.CO M"                                    |
| 7        | Логинов В. С.       | Примеры и задачи по тепломассообмену [Электронный ресурс]       | Учебное пособие   | 2019        | ЭБС "Лань"  |
| 8        | Логинов В. С.       | Практикум по основам теплотехники [Электронный ресурс]          | Учебное пособие   | 2019        | ЭБС "Лань"  |

## 8.2. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок)                                      | Тип (учебник, учебное<br>пособие, учебно-<br>методическое пособие,<br>практикум, др.) | Год издания | Количество в<br>научной<br>библиотеке /<br>Наименование<br>ЭБС |
|----------|---------------------|---|---|-------------|--|
| 1        | Стоянов Н. И.       | Теоретические основы теплотехники<br>[Электронный ресурс] | Учебное пособие   | 2014        | ЭБС "IPRbooks"   |
| 2        | Федина В. В.        | Техническая термодинамика                                 | Учебное пособие   | 2015        | 1  |



### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- <file:///C:/Users/Елена/Desktop/Кузовлев%20В.А.%20-%20Техническая%20термодинамика%20и%20основы%20теплопередачи%20-%201983.pdf>
- <http://books.ifmo.ru/file/pdf/1446.pdf>
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – N etherlands : Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)  |
|-------|-----------------|--|
| 1     | Windows         | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно   |
| 2     | Office Standart | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно |

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)  | Перечень основного оборудования  |
|-------|--|--|
| 1     | Лаборатория "Термодинамика и теплопередача".<br>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.<br>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).<br>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций<br>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. | Столы преподавательские , Столы ученические двухместные , шкаф , доска аудиторная меловая, эл. щит, стулья, стенды к лабораторным работам, пожарный ящик, жалюзи.                |
| 2     | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для   | Столы ученические двухместные (моноблок), стол преподавательский, доска аудиторная, кресло преподавателя, тумбочка для проектора; проектор, ноутбук, экран для проектора, жалюзи |

| №<br>п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)  | Перечень основного оборудования  |
|----------|--|--|
|          | проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (С-601)  |  |
| 3        | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (С-612) | Доска аудиторная, столы преподавательские, столы ученические двухместные (моноблок) , стеллажи, шкафы, кресло преподавателя, проектор, ноутбук , экран . |