

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 20.. г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Термодинамика и теплопередача»

Направление подготовки специалистов 23.05.01: наземные транспортно-технологические средства

Направленность (специализация) подготовки: подъёмно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Тип задач профессиональной деятельности – проектно-конструкторский

Форма обучения очная и заочная

Факультет природопользования и инженерной экологии

Кафедра гидравлики, теплотехники и гидропривода

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры ГТиГП Ф.В. Качановский

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ГТиГ
«_____» _____ 202.. г., протокол № _____.

Заведующий кафедрой А. Л. Яблонев

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» является обеспечение формирования у студентов профессиональных компетенций, позволяющих решать практические задачи в области производственно-технологической и производственно-управленческой деятельности на основе знаний термодинамики и теплотехники.

Задачами дисциплины являются:

формирование знаний основных законов преобразования энергии и основных законов термодинамики;

знание термодинамических процессов и циклов;

знание основных свойств рабочих тел, применяемых в теплотехнике;

знание принципов действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других устройств, применяемых в теплотехнике;

знание методов выполнения теоретических расчётов теплотехнических систем с использованием современных прикладных методик и средств вычислительной техники;

формирование умений выполнять термодинамические расчёты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в отрасли;

умение выполнять тепловые расчёты теплообменных аппаратов;

умение рассчитывать рациональные схемы теплоснабжения, преобразования и использования энергии, рациональные системы охлаждения оборудования, применяемого в отрасли;

умение рассчитывать тепловые режимы энергоустановок, их узлов и элементов.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Базой для изучения курса являются физика, математика, программирование и алгоритмические языки.

Изучение рассматриваемой дисциплины необходимо для последующего изучения дисциплин «Строительные и дорожные машины и оборудование», «Конструкции подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования», «Машины и оборудование непрерывного транспорта».

Знания, приобретенные в рамках данной дисциплины, могут быть использованы в проектно-конструкторской работе, при написании раздела, связанного с теплотехническими расчетами выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения дисциплине

3.1. Перечень компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП

ОПК-3. Способен самостоятельно решать практические задачи с использованием нормативной и правовой базы в сфере своей профессиональной деятельности с учетом последних достижений науки и техники

Индикаторы компетенции ОПК-5, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-3.1. Анализирует нормативную и правовую базу в сфере своей профессиональной деятельности с учетом последних достижений науки и техники для самостоятельного решения практических задач

ИОПК-3.2. Применяет самостоятельно методы решения практических задач с использованием нормативной и правовой базы в сфер

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенции:

Знать:

31. Основные законы термодинамики и теплопередачи;

32. Основные виды теплопередачи;

33. Процессы, участвующие в работе тепловых машин

Уметь:

У1. Проводить расчеты термодинамической системы

У2. Применять законы термодинамики к равновесным и неравновесным процессам;

У3. Определять виды теплопередачи

У4. Производить теплотехнические расчеты для ДВС

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, выполнение контрольной и лабораторной работ.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	2	72
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		15
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Семинары (С)		не предусмотрены
Лабораторный практикум (ЛП)		30
Самостоятельная работа (всего)		20+7 (зач)
В том числе:		
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Курсовая работа		не предусмотрена
Другие виды самостоятельной работы (подготовка к лабораторным занятиям)		27
Контроль текущий и промежуточный (балльно-рейтинговый, зачет)		3

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	2	72
Аудиторные занятия (всего)		10
В том числе:		
Лекции: 1-й семестр 2-й семестр		4
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР): 1-й семестр 2-й семестр		2 4
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		30+38 (зач)
В том числе:		
Контрольное задание: 1-й семестр 2-й семестр		6
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины; - подготовка к защите лабораторных работ		32 10
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачёт)		4

5. Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

5.1. Структура дисциплины ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Трудоемкость часы	Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы	Сам. работа, контроль
1	МОДУЛЬ 1 «Основные понятия и определения»	13	3	-	6	4

2	МОДУЛЬ 2 «Второй закон термодинамики»	13	3	-	6	4
3	МОДУЛЬ 3 «Реальные газы»	13	3	-	6	4
4	МОДУЛЬ 4 «Основы теории теплообмена»	11	2	-	4	5
5	МОДУЛЬ 5 «Тепловое излучение. Теплопередача»	11	2	-	4	5
6	МОДУЛЬ 6 «Обратные термодинамические циклы. Обратный цикл Карно»	11	2	-	4	5
Всего на дисциплину		72	15	-	30	27

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лек-ции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	МОДУЛЬ 1 «Основные понятия и определения»	17	1	-	2	15
2	МОДУЛЬ 2 «Первый закон термодинамики»	17	1	-	2	15
3	МОДУЛЬ 3 «Второй закон термодинамики»	17	1	-	2	14
4	МОДУЛЬ 4 «Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики»	17	1	-	-	14
Всего на дисциплину		68	4	-	6	58

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Основные понятия и определения».

Предмет технической термодинамики и теплопередачи (ТТД и ТП). Основные понятия и определения. Введение. Термодинамическая (ТД) система. Параметры состояния. Уравнение состояния и ТД процесс. Первый закон термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Теплоемкость газа. Универсальное уравнение состояния идеального газа. Смесь идеальных газов.

МОДУЛЬ 2 «Второй закон термодинамики».

Основные положения второго закона ТД. Энтропия и энтальпия. Цикл и теоремы Карно. Термодинамические процессы. Метод исследования термодинамических процессов. Изопрцессы идеального газа. Политропный процесс. Термодинамика потока. Первый закон термодинамики для потока. Критическое давление и скорость. Сопло Лаваля. Дросселирование.

МОДУЛЬ 3 «Реальные газы».

Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух. Свойства реальных газов. Уравнения состояния реального газа. Понятия, связанные с водяным паром. Характеристики влажного воздуха. Термодинамические циклы. Циклы паротурбинных установок. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок.

МОДУЛЬ 4 «Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики».

Основы теории теплообмена. Основные понятия и определения. Теплопроводность. Температурное поле. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопроводность через плоскую стенку. Стационарная теплопроводность через цилиндрическую стенку. Стационарная теплопроводность через шаровую стенку. Конвективный теплообмен. Факторы, влияющие на конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана. Критериальные уравнения конвективного теплообмена. Расчетные формулы конвективного теплообмена.

МОДУЛЬ 5 «Тепловое излучение. Теплопередача».

Тепловое излучение. Общие сведения о тепловом излучении Основные законы теплового излучения. Теплопередача. Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Типы теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов.

МОДУЛЬ 6 «Обратные термодинамические циклы. Обратный цикл Карно».

Обратные ТД циклы. Обратный цикл Карно. Разновидности обратных циклов и показатели их эффективности. Холодильная машина. Тепловой насос. Термотрансформатор. Газовые холодильные машины. Поведение ТД систем при температуре, близкой к абсолютному нулю. Принцип недостижимости абсолютного нуля.

5.3. Лабораторный практикум

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемк. часы
Модуль 1 Определить с помощью уравнения первого закона ТД количество теплоты, отдаваемое в окружающую среду (теплопотери) в условиях лабораторной установки.	Первый закон термодинамики в приложении к одной из технических задач	5
Модуль 2 Исследовать зависимости массового расхода и скорости течения воздуха через суживающееся сопло от отношения давлений за соплом и перед ним.	Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло	5
Модуль 3 Определить экспериментальным путем параметры влажного воздуха; исследовать процессы изменения параметров влажного воздуха с использованием <i>I-d</i> диаграммы.	Определение параметров влажного воздуха	5
Модуль 4 Изучить процессы теплообмена при свободной и вынужденной конвекции на горизонтально расположенном трубопроводе	Исследование процессов теплообмена при горизонтальном трубопроводе..	5

Модуль 5 Освоить один из методов определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов (метод цилиндрического слоя).	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала	5
Модуль 6 Закрепить знания по теории свободной конвекции вблизи вертикально расположенного цилиндра.	Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной теплоотдаче	5

5.4. Практические занятия (примерный перечень)

Учебным планом не предусмотрены.

5.5. Практикумы, тренинги, деловые и ролевые игры

Учебным планом не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умению подготовки выступления и ведения дискуссии.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным работам, к текущему контролю успеваемости, в самостоятельном решении задач, в подготовке к зачёту.

В рамках дисциплины выполняется 4-5 лабораторных работ, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент имеет право выполнить ее самостоятельно в компьютерном классе, по согласованию с преподавателем исходных данных по тому модулю, по которому пропущена лабораторная работа.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Теплотехника: учебник для техн. спец. вузов / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина. - 6-е изд.; стер. - Москва: Высшая школа, 2008. - 671 с. - Биб-

- лиогр.: с. 670 - 671. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-06-003958-0 : 534 р. 60 к. - (ID=64402-16)
2. Дьяконов, В.Г. Основы теплопередачи и массообмена: учебное пособие / В.Г. Дьяконов, О.А. Лоншаков. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. - ЦОР IPR SMART. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-7882-1813-7. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/63714.html> . - (ID=137503-0)
 3. Замалеев, З.Х. Основы гидравлики и теплотехники: учебное пособие для студентов ВПО по программе бакалавриата по направлению подготовки "Строительство" (профили "Промышленное и гражданское строительство", "Водоснабжение и водоотведение") / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. - 4-е изд.; стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 21.07.2022. - ISBN 978-5-507-44674-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/238526> . - (ID=99887-0)
 4. Ерофеев, В.Л. Теплотехника: учебник для вузов: в 2 т. Т. 2: Энергетическое использование теплоты / В.Л. Ерофеев, А.С. Пряхина, П.Д. Семенов; под редакцией: В.Л. Ерофеева, А.С. Пряхина. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-01850-9. - URL: <https://urait.ru/bcode/490569> . - (ID=74841-0)
 5. Ерофеев, В.Л. Теплотехника: учебник для вузов: в 2 т. Т. 1: Термодинамика и теория теплообмена / В.Л. Ерофеев, А.С. Пряхина, П.Д. Семенов. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-01738-0. - URL: <https://urait.ru/bcode/489658>. - (ID=74840-0)

7.2. Дополнительная литература

1. Кудинов, В.А. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для вузов / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - 4-е изд.; доп. и перераб. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-06669-2. - URL: <https://urait.ru/book/tehnicheskaya-termodynamika-i-teploperedacha-488731> . - (ID=74939-0)
2. Белов, Г.В. Техническая термодинамика: учебное пособие для вузов / Г.В. Белов. - 2-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образова-

- тельная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-05091-2. - URL: <https://urait.ru/book/tehnikeskaya-termodinamika-490463> . - (ID=74839-0)
3. Белов, Г.В. Термодинамика: учебник и практикум вузов: в 2 частях. Часть 2 / Г.В. Белов. - 3-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-05094-3. - URL: <https://urait.ru/book/termodinamika-v-2-ch-chast-2-490731> . - (ID=130639-0)
 4. Белов, Г.В. Термодинамика: учебник и практикум для вузов: в 2 частях. Часть 1 / Г.В. Белов. - 3-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-05093-6. - URL: <https://urait.ru/book/termodinamika-v-2-ch-chast-1-490729> . - (ID=74842-0)
 5. Цветков, О.Б. Термодинамика. Тепломассообмен. Термодинамика и теплопередача. Прикладной тепломассообмен: учебно-методическое пособие / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев, Ю.Н. Ширяев. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО: Институт холода и биотехнологий, 2014. - ЦОР IPR SMART. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/68191.html> . - (ID=137506-0)
 6. Крайнов, А.В. Термодинамика и теплопередача: учебное пособие. Ч. 1: Термодинамика / А.В. Крайнов, Е.Н. Пашков. - Томск: Томский политехнический университет, 2017. - ЦОР IPR SMART. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-4387-0769-1. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/84039.html> . - (ID=137509-0)
 7. Калекин, В.С. Гидравлика и теплотехника: учебное пособие для вузов / В.С. Калекин, С.Н. Михайлец. - 2-е изд. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-11738-7. - URL: <https://urait.ru/book/gidravlika-i-teplotehnika-495757> . - (ID=134261-0)
 8. Меркулов, М. В. Теплотехника, техническая термодинамика и теплоснабжение геологоразведочных работ: учебник и практикум для вузов / М. В. Меркулов, В. А. Косьянов, С. В. Головин. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 330 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14334-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496773> (дата обращения: 12.10.2022). - (ID=140867-0)

7.3. Методические материалы

1. Оценочные средства промежуточной аттестации: экзамен по дисциплине "Термодинамика и теплотехника" направления подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод; разраб. Ф.В. Качановский. - Тверь: ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст: элек-

- тронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/132387> . - (ID=132387-0)
2. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме заданий для дополнительного итогового контрольного испытания по дисциплине "Термодинамика и теплотехника" направления подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод; разработ. Ф.В. Качановский. - Тверь: ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст: электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/132386> . - (ID=132386-0)
 3. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине "Термодинамика и теплотехника" направления подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод. - Тверь: ТвГТУ, 2017. - (УМК-М). - Сервер. - Текст: электронный. - (ID=132389-0)
 4. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Термодинамика и теплотехника" направления подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод. - Тверь: ТвГТУ, 2017. - (УМК-М). - Сервер. - Текст: электронный. - (ID=132390-0)
 5. Конспект лекций по дисциплине "Термодинамика и теплотехника" направления подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод. - Тверь: ТвГТУ, 2017. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст: электронный. - (ID=132388-0)
 6. Задание для контрольной работы для студентов заочной формы обучения по дисциплине "Термодинамика и теплотехника" направления подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях: в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод. - Тверь: ТвГТУ, 2017. - (УМК-КР). - Сервер. - Текст: электронный. - (ID=132392-0)
 7. Теплотехника: метод. указ. по организации самостоятельной работы для студентов - заочников спец. 210200 / сост.: Б.Ф. Кузнецов, Н.П. Курбатов, Г.Д. Тарантова; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ГТиГ. - Тверь: ТвГТУ, 2008. - CD. - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/73732> . - (ID=73732-1)
 8. Теплотехника: метод. указ. к лаб. работам для студентов всех спец. и форм обучения / сост.: Б.Ф. Кузнецов, Г.Д. Тарантова; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ГТиГ. - Тверь: ТвГТУ, 2007. - CD. - Сервер. - Текст: электронный. - [б. ц.]. - (ID=65299-2)

9. Теплотехника: метод. указ. к лаб. работе № 7 по техн. термодинамике для студ. всех спец. дневного, вечер. и заоч. обучения / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ГТиГ; сост. А.Е. Минайленко. - Тверь: ТвГТУ, 1995. - 15 с. - 1500 р. - (ID=209-13)
10. Теплотехника: Теплопередача : лаб. работы № 8-12 / сост. В.А. Зорин [и др.] ; Калининский политехн. ин-т, Каф. теплотехники. - Калинин : КПИ, 1986. - 44 с. - Текст : непосредственный. - 0-00. - (ID=60633-33)
11. Теплотехника: метод. указ. / Тверской гос. техн. ун-т; сост. М.А. Альтен [и др.]. - Калинин: КПИ, 1983. - 16 с.: ил. - Текст: непосредственный. - [б. ц.]. - (ID=60437-32)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117148>

8. Материально-техническое обеспечение

При изучении дисциплины «Термодинамика и теплопередача» используются современные средства обучения: наглядные пособия, презентации, схемы. Возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультимедийного проектора. Выполнение лабораторных работ предусмотрено в двух вариантах:

- на реальных физических моделях кафедры ГТиГ;
- на их виртуальных аналогах (виртуальные лаборатории), разработанных на кафедре ГТиГ ТвГТУ.

Виртуальные лаборатории полностью соответствуют требованиям отраслевого стандарта Минобразования РФ ОСТ.2-98 "Системы автоматизированного лабораторного практикума".

Перечень основного оборудования (реального и виртуального):

Работа 1. Определение с помощью уравнения первого закона ТД количества теплоты, отдаваемого в окружающую среду в условиях лабораторной установки.

Работа 2. Исследование зависимости массового расхода и скорости течения воздуха через суживающееся сопло от отношения давлений за соплом и перед ним.

Работа 3. Определение экспериментальным путем параметров влажного воздуха; исследование процессов изменения параметров влажного воздуха с использованием *I-d* диаграммы.

Работа 4. Исследование процессов теплообмена при горизонтальном трубопроводе.

Работа 5. Изучение процессов теплообмена при свободной и вынужденной конвекции на горизонтально расположенном трубопроводе.

Работа 6. Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной теплоотдаче.

9. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

9.1. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации - в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или с выполнением дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей в текущем контроле.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении), задание выполняется письменно;

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового - 0 баллов.

Базовый уровень – 1 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 1 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «УМЕТЬ» (бинарный критерий):

Отсутствие владения – 0 баллов.

Наличие владения – 2 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3.

Продолжительность – 60 минут.

4. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий:

выполнения и защиты всех лабораторных работ.

Вопросы к зачёту

1. Что такое энергия (в широком смысле) и что такое движение (в широком смысле)?

2. Назовите (и поясните) существующие формы движения и существующие виды энергии.

3. Тепловое движение: понятие.

4. Назовите (и поясните) способы термодинамического (энергетического) взаимодействия.

5. Что такое работа (понятие)?

6. Что такое теплообмен (понятие) и что такое теплота (понятие)?

7. Термодинамическая (ТД) система: понятие.

8. Что такое контрольная поверхность ТД системы?

9. Число ТД степеней свободы системы (понятие). Какими степенями свободы обладают простые ТД системы и какими - сложные ТД системы?

10. Закрытая (замкнутая) и открытая ТД системы: понятие.

11. Проточная и изолированная ТД системы: понятие.

12. Параметр состояния ТД системы: понятие. Назовите (и поясните) основные параметры ТД системы.

13. Функции состояния ТД системы: понятие.

14. Равновесное и неравновесное состояния ТД системы: понятие, примеры.

15. Уравнение состояния ТД системы: понятие, общий вид.

16. Дифференциальное уравнение состояния ТД системы: вывести и пояснить.

17. Дифференциальные ТД характеристики рабочего тела: назвать, показать связь с дифференциальным уравнением состояния ТД системы.

18. Внутренняя энергия ТД системы: определить и пояснить.

19. Что такое ТД процесс? Равновесный и неравновесный ТД процессы.
20. Изохорный, изобарный и адиабатный процессы: понятие и условия существования.
21. Изменение внутренней энергии ТД системы: как оно определяется.
22. Работа ТД процесса – это функция состояния системы или функция характера ТД процесса? Пояснить (доказательно).
23. Как работа ТД цикла изображается на pV -диаграмме?
24. Энтропия: понятие, определение. Связь энтропии и теплоты.
25. Основное ТД тождество: написать, пояснить.
26. Энтальпия: понятие, определение.
27. Уравнение первого закона ТД, включающее энтальпию: написать, пояснить.
28. Располагаемая работа: понятие, определение, изображение на pV -диаграмме.
29. Свободная энергия (Гельмгольца) и свободная энтальпия (Гиббса): понятие, определения.
30. Уравнение первого закона ТД для потока газа: написать, пояснить.
31. Сущность второго закона термодинамики.
32. Равновесный ТД процесс и обратимый ТД процесс: понятия.
33. Основное свойство обратимых процессов расширения и сжатия: пояснить с помощью pV -диаграммы.
34. Как формулируется второй закон ТД применительно к тепловым процессам?
35. Полезная работа цикла: понятие, пояснить с помощью pV -диаграммы.
36. Термический КПД и холодильный коэффициент: понятия, определения.
37. Цикл Карно: понятие, пояснить с помощью pV -диаграммы. Термический КПД цикла Карно, его свойства.
38. Почему удельная внутренняя энергия $u=f(s,v)$ считается одной из характеристических функций (доказательно пояснить).
39. Почему энтальпия $i=f(s,p)$ считается одной из характеристических функций (доказательно пояснить).
40. Почему свободная энергия (Гельмгольца) $F=f(v,T)$ считается одной из характеристических функций (доказательно пояснить).
41. Почему свободная энтальпия (Гиббса) $G=f(p,T)$ считается одной из характеристических функций (доказательно пояснить).
42. Какие функции в ТД при соответствующих независимых переменных принадлежат к характеристическим функциям (написать их и пояснить)?
43. Особое свойство, которым обладают четыре характеристические функции $u(s,v)$, $i(s,p)$, $F(T,v)$, $G(T,p)$. Написать формулы, выражающие это свойство и пояснить.
44. Соотношения взаимности Максвелла: написать и пояснить.
45. Через какую характеристическую функцию можно выразить такую ТД характеристику рабочего тела (вещества), как коэффициент адиабатной сжимаемости? Привести соответствующую формулу и пояснить.

46. При каком выборе условий сопряжения со средой сумму элементарных работ немеханического характера можно определить через изменение характеристических функций? Написать соответствующие выражения и пояснить.

47. Какие уравнения называются дифференциальными уравнениями термодинамики?

48. Напишите (и поясните) дифференциальное уравнение ТД для удельной внутренней энергии в переменных v и T .

49. Напишите (и поясните) дифференциальное уравнение ТД для удельной энтропии в переменных v и T .

50. Напишите (и поясните) дифференциальное уравнение ТД для удельной энтальпии в переменных p и T .

51. Напишите (и поясните) дифференциальное уравнение ТД для удельной энтропии в переменных p и T .

52. Напишите (и поясните) дифференциальное уравнение ТД для удельной внутренней энергии в переменных v и p .

53. Напишите (и поясните) дифференциальное уравнение ТД для удельной энтропии в переменных v и p .

54. Напишите (и поясните) дифференциальное уравнение ТД для удельной энтальпии в переменных v и p .

55. Напишите и поясните дифференциальное уравнение Майера.

56. Напишите (и поясните) дифференциальные уравнения для удельных теплоёмкостей c_p и c_v в переменных v и p .

57. Свойства удельной внутренней энергии идеального газа: доказать и пояснить.

58. ТД характеристики идеального газа в конечном виде: написать, пояснить.

59. Дифференциальные уравнения для внутренней энергии, энтропии и энтальпии при независимых переменных v и p и удельных теплоёмкостях c_p и c_v в качестве коэффициентов: написать, пояснить способ получения.

60. Истинная теплоёмкость газа; массовая, молярная и объемная теплоемкости газа: понятия, определения, размерности.

61. Изохорная и изобарная удельные теплоёмкости газа: понятия, определения.

62. Универсальная газовая постоянная: как её можно определить?

63. Отношение теплоёмкостей c_p и c_v : от чего зависит и где используется?

64. Уравнение изохорного процесса: написать и пояснить.

65. Внешняя и располагаемая работы при изохорном процессе: что можно сказать о них?

66. Уравнение первого закона ТД при изохорном процессе: написать и пояснить.

67. Удельная теплота, подводимая к рабочему телу в изохорном процессе: как она определяется (формула)?

68. Изменение удельной энтропии в изохорном процессе: написать формулу и пояснить.

69. Уравнение изобарного процесса: написать и пояснить.

70. Работа при изобарном процессе: как определяется (формула)?

71. Располагаемая работа при изобарном процессе: написать формулу и пояснить.
72. Удельная теплота, подводимая к рабочему телу в изобарном процессе: как она определяется (формула)?
73. Как связана удельная теплота, подводимая к рабочему телу, и энтальпия в изобарном процессе?
74. Изменение энтропии в изобарном процессе: как определяется?
75. Как связана теплота и работа в изотермном процессе?
76. Как определяются внешняя и располагаемая работы при изотермном процессе: написать формулы и пояснить.
77. Как определяется изменение энтропии в изотермном процессе: написать формулу и пояснить.
78. Вывести уравнение адиабатного процесса для идеального газа.
79. Внешняя и располагаемая работы при адиабатном процессе. Как они связаны между собой: написать формулы и пояснить.
80. Вывести уравнение политропного процесса для идеального газа.
81. Какова связь политропного процесса с изохорным, изобарным, изотермным и адиабатным процессами?
82. Как определяются внешняя и располагаемая работы в политропном процессе: написать формулы и пояснить.
83. Как можно определить удельную теплоёмкость политропного процесса?
84. Как определяется теплота, подведенная к рабочему телу в политропном процессе?
85. Как определяется изменение удельной энтальпии рабочего тела в политропном процессе при постоянной изобарной теплоёмкости?
86. Изменение удельной энтропии в политропном процессе: написать формулы и пояснить.
87. Верхняя и нижняя пограничные кривые: какие состояния газа соответствуют точкам на этих кривых?
88. Критическая точка: где находится, каково состояние вещества в этой точке?
89. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса: написать, пояснить смысл.
90. Перегретый пар и влажный пар: понятия.
91. Тройная точка: пояснить её смысл с помощью диаграммы.
92. Уравнение состояния реального газа в наиболее общей форме: написать, пояснить. В чём состоит трудность применения этого уравнения?
93. Уравнение состояния реального газа Ван-дер-Ваальса: написать, пояснить.
94. Изотермы, отвечающие уравнению Ван-дер-Ваальса: их общий вид, сравнение с (экспериментальными) изотермами реального газа.
95. Пересыщенный пар и перегретая жидкость: понятия.
96. Какова область применимости уравнения Ван-дер-Ваальса?
97. Из каких уравнений состоит система, описывающая течение газа в канале? Назвать и пояснить, какие величины определяются с помощью этой системы уравнений.

98. Напишите общее дифференциальное уравнение сплошности (неразрывности) потока газа, поясните его смысл и происхождение.

99. Напишите общее интегральное уравнение сплошности (неразрывности) потока газа, поясните его смысл и происхождение.

100. Уравнение движения газа для одномерного потока: поясните его смысл и происхождение.

101. Скорость адиабатного истечения газа из коноидального сопла: написать соответствующую формулу и пояснить с помощью схемы.

102. Расход газа при адиабатном истечении из коноидального сопла: написать соответствующую формулу и пояснить с помощью схемы.

103. Критический режим истечения газа из сопла: дайте его исчерпывающую характеристику, сопроводив её формулами и схемой (графиком).

104. Сопло Лавалья: форма, назначение, как ведут себя давление и скорость потока газа в таком сопле (показать на схеме).

105. Число Маха: понятие, определение.

106. Какие каналы называют сверхзвуковыми диффузорами.

107. Удельная располагаемая работа при адиабатном истечении газа из сопла без трения и с трением: как определяются, как соотносятся друг с другом. Коэффициент потери энергии при истечении из сопла. Пояснить с помощью соответствующей диаграммы.

108. Удельная располагаемая работа, затрачиваемая на сжатие газа в диффузоре без трения и с трением: как определяются, как соотносятся друг с другом. Пояснить с помощью соответствующей диаграммы.

109. Как определяются параметры адиабатного торможения потока газа в точке встречи потока с твёрдым телом?

110. Нерасчетный режим истечения через сопло Лавалья: понятие, условия возникновения. Пояснить с помощью схемы.

111. Скачки уплотнения: понятие, условия возникновения. Схема распределения давления в прямом скачке.

112. Какова цель термодинамического расчета эжектора?

113. КПД эжектора: понятие, как определяется.

114. Формула для плотности теплового потока в твёрдых телах (уравнение Био-Фурье): написать и пояснить.

115. Коэффициент температуропроводности: понятие, определение (формула).

116. Плотность теплового потока в плоской однослойной стенке с граничными условиями 1-го рода при $\lambda = \text{const}$: написать расчётную формулу, показать, как она получается, пояснить схемой.

117. Плотность теплового потока в плоской многослойной стенке с граничными условиями 1-го рода: написать расчётную формулу, показать, как она получается, пояснить схемой.

118. Плотность теплового потока в плоской однослойной стенке с граничными условиями 1-го рода при $\lambda = f(T)$: написать расчётную формулу, показать, как она получается, пояснить схемой.

119. Плотность теплового потока в плоской однослойной стенке с граничными условиями 3-го рода при $\lambda = \text{const}$: написать расчётную формулу, показать, как она получается, пояснить схемой.

120. Плотность теплового потока в плоской многослойной стенке с граничными условиями 3-го рода: написать расчётную формулу, показать, как она получается, пояснить схемой.

9.3. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовая работа и курсовой проект по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебном процессе рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закреплённому за ним модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, а также всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний кафедры, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Специальность 23.05.01: Наземные транспортно-технологические средства

Направленность (специализация): Подъемно-транспортные строительные дорожные средства и оборудование

Виды деятельности – проектно-конструкторская

Кафедра гидравлики, теплотехники и гидропривода

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Цикл Карно: понятие

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 1 балл:

Построить цикл Карно на p -диаграмме

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

По построенному циклу определить работу цикла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Составитель: доцент каф. ГТиГП _____ Ф.В. Качановский

Заведующий кафедрой ГТиГ: д.т.н., доцент _____ А.Л. Яблонев