

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ С.А. Тишкова

«11» апреля_ 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ТМиПИ
[наименование]
_____ Е.Ю.Степанович

«11» апреля_ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Составитель

**Датская З.Р. доцент, к.ф.-м.н.,
доцент кафедры ТМиПИ**

Направление подготовки /
специальность

**03.03.02. ФИЗИКА/
ИНЖЕНЕРНАЯ ФИЗИКА**

Направленность (профиль) ОПОП

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приема

2023

Курс

2

Семестр

3

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ» являются формирование комплекса знаний и умений по методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты для выбора и эксплуатации необходимого теплотехнического оборудования с учетом максимальной экономии ТЭР

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): формирование знаний основ преобразования энергии, законов термодинамики и теплообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств существенных для отрасли рабочих тел, горения, энерготехнологии, энергосбережения, расчета теплообменных аппаратов, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли, систем теплоснабжения; умения рассчитывать состояния рабочих тел, термодинамические процессы и циклы, теплообменные процессы, аппараты и другие основные технические устройства отрасли, рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ» В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Основы теплотехники» относится к факультативной части Ф.02 и осваивается в 3 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины «Основы теплотехники» необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

- Математика
- Общая физика (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм)
- Численные методы и математическое моделирование

Знания: основные понятия и методы математики их приложения к изучению физических явлений и процессов. Основные явления, процессы и законы физики для постановки и решения исследовательских задач.

Умения: использовать базовые знания фундаментальных разделов математики и общей физики.

Навыки: выполнения расчетов и оценки достоверности результатов вычислений.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- Общая физика (оптика, атомная физика)
- Теоретическая физика

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующие компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) профессиональной (ПК):

1) Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-5).

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать	Уметь	Владеть
ПК-5. Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК-5.1 знать фундаментальные понятия, законы и теории, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК-5.2 уметь применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК-5.3 владеть фундаментальными понятиями и законами, полученными при освоении профильных физических дисциплин

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА(ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

Объем дисциплины «Основы теплотехники» 2 зачетные единицы, в том числе 54 часов, выдается на контактную работу обучающихся с преподавателем (18 часов – лекции, 36 часов – лабораторные работы), и 18 часа –на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Введение	3	2		4		2	Устный групповой опрос, Отчет по ЛР
Предмет Теплотехника, место и роль в подготовке специалистов		2		4		2	Устный групповой опрос, Отчет по ЛР
Теплотехника		2		4		2	Устный групповой опрос, Отчет по ЛР
Теплопроводность		2		4		2	Устный групповой опрос, Отчет по ЛР
Конвективный теплообмен		2		4		2	Устный групповой опрос, Отчет по ЛР
Теплообмен излучением		2		4		2	Устный групповой опрос, Отчет по ЛР
Теплопередача		2		4		2	Устный групповой опрос, Отчет по ЛР
Основы расчета теплообменных аппаратов		2		4		2	Устный групповой опрос, Отчет по ЛР
Основы массообмена		2		4		2	Устный групповой опрос, Отчет по ЛР
Итого		18		36		18	Зачёт

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практические занятия, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Разделы, темы дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	
		1	Общее количество компетенций
Тема 1. Введение	8	ПК-5	1
Тема 2. Предмет Теплотехника, место и роль в подготовке специалистов	8	ПК-5	1
Тема 3. Теплотехника	8	ПК-5	1
Тема 4. Теплопроводность	8	ПК-5	1
Тема 5. Конвективный теплообмен	8	ПК-5	1
Тема 6. Теплообмен излучением	8	ПК-5	1
Тема 7. Теплопередача	8	ПК-5	1
Тема 8. Основы расчета теплообменных аппаратов	8	ПК-5	1
Тема 9. Основы массообмена	8	ПК-5	1
Итого	72		

Краткое содержание каждой темы дисциплины «ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

Тема 1. Основные понятия и законы технической термодинамики Предмет и метод термодинамики. Техническая термодинамика как основа теплоэнергетики. Значение технической термодинамики в системе подготовки инженера-теплоэнергетика. Первое начало термодинамики. Теплота и работа - форма передачи энергии. Эквивалентность теплоты и работы. Работа изменения объема газа. Понятие положительной и отрицательной работы. Внутренняя энергия тела и ее физический смысл. Второе начало термодинамики. Простейшие равновесные процессы и условия их осуществления. Круговые процессы (циклы). Термический к.п.д. Цикл Карно. Цикл Карно с идеальным газом.

Тема 2. Циклы тепловых двигателей Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении. Смешанный цикл. Газотурбинные установки (ГТУ). Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении и с регенерацией. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме.

Тема 3. Теплопередача Виды теплообмена. Теплопроводность. Основные понятия и определения. Основной закон теплопроводности - закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Граничные условия. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность через плоскую стенку при граничных условиях первого и третьего рода (ГУ-1, ГУ-3). Теплопроводность через цилиндрическую стенку при ГУ-1 и ГУ-3. Теплопередача. Пути интенсификации теплопередачи. Конвективный теплообмен. Естественная и вынужденная конвекция. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Теплоотдача однофазной жидкости при ламинарном и турбулентном течении. Вычисление коэффициентов теплоотдачи. Эмпирические формулы. Теплообмен при

фазовых превращениях. Основы массообмена. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения. Лучистый теплообмен между поверхностями, разделенными диатермичной средой.

Тема 4. Реальные газы Реальный газы и его свойства. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Критические параметры. Опыты Эндрюса. Водяной пар, его свойства и характеристики. Диаграмма $p-v$ водяного пара и ее использование. Термодинамические процессы в диаграмме $p-v$ водяного пара. Определение параметров пара по диаграмме $p-v$ и таблицам. Диаграммы $T-s$ и $h-s$ водяного пара. Основные процессы изменения состояния водяного пара. Определение параметров пара по диаграммам $T-s$ и $h-s$.

Тема 5. Течение газов и паров Уравнение первого начала термодинамики для газового потока. Уравнение энергии газового потока. Обобщенное уравнение Бернулли - уравнение работ. Частные случаи уравнения работ.

Тема 6. Газовые смеси Смеси идеальных газов. Способы задания смеси. Теплоемкость смеси. Уравнение состояния смеси идеальных газов. Смещение газов и паров. Влажный воздух. Абсолютная и относительная влажность. Точка росы. Влагосодержание. Диаграмма $h-d$ влажного воздуха. Процессы в диаграмме $h-d$ влажного воздуха.

Тема 7. Паросиловые установки Циклы паросиловых установок (ПСУ). Цикл Карно во влажном паре и его недостатки. Основной цикл ПСУ - цикл Ренкина. Полезная работа, термический к.п.д. цикла Ренкина. Влияние параметров пара на термический к.п.д. Общее значение пара высоких параметров. Паросиловые установки с вторичным перегревом пара. Действительный цикл с необратимым расширением пара. Коэффициенты полезного действия ПСУ. Теплофикация. Термодинамические основы теплофикации. Регенеративный цикл ПСУ. Основные схемы регенерации. К.П.Д. и удельный расход пара в регенеративном цикле.

Тема 8. Холодильные установки и термотрансформаторы. Циклы холодильных установок. Основные характеристики холодильных установок. Обратный цикл Карно. Воздушная холодильная установка. Паровая компрессионная холодильная установка. Абсорбционная холодильная установка. Вихревая холодильная установка. Пароводяная холодильная установка. Тепловой насос. Трансформаторы теплоты.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине «ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1) Типовые вопросы к опросу

1. Предмет технической термодинамики и ее задачи

Ответ: Техническая термодинамика – раздел термодинамики, занимающийся приложениями законов термодинамики в теплотехнике. Техническая термодинамика занимается разработкой теории тепловых двигателей и установок таких, как двигатели внутреннего сгорания, паровые и газовые Турбины, реактивные и ракетные двигатели, холодильные и компрессорные машины. На ее основе формируются методы прямого преобразования теплоты в электрическую энергию, проводится анализ эффективности термодинамических циклов, процессов теплообмена, изучаются термодинамические свойства различных веществ, закономерности теплового движения и др.

2. Два принципиально различных направления использования теплоты

Ответ: Различают два принципиально различных направления использования теплоты – энергетическое и технологическое. При энергетическом использовании, теплота преобразуется в механическую работу, с помощью которой в генераторах создается электрическая энергия, удобная для передачи на расстояние. Теплоту при этом получают сжиганием топлива в котельных установках или непосредственно в двигателях внутреннего сгорания. При технологическом – теплота используется для направленного изменения свойств различных тел (расплавления, затвердевания, изменения структуры, механических, физических, химических свойств).

3. Неравновесный и равновесный процессы

Ответ: Процессы делятся на равновесные и неравновесные. Если при протекании процесса различные части системы имеют отличающиеся свойства, то система не находится в состоянии равновесия и процесс называется неравновесным. Действительные процессы, протекающие с конечными скоростями, всегда неравновесны. Равновесным термодинамический процессом называется в том случае, если протекает настолько медленно, что в системе в каждый момент времени успевает установиться равновесное состояние.

4. Нарисовать диаграммы прямого обратимого цикла Карно в координатах « $v - p$ » и « $s - T$ »

5. Теплопроводность (кондуктивный перенос тепла) Ответ: Теплопроводность является единственным видом теплопередачи в непрозрачной твердой среде. Если в такой среде существует градиент температуры, тепло переносится из высокотемпературной области в низкотемпературную. Скорость переноса тепла вследствие теплопроводности (кондуктивный тепловой поток q_k) пропорциональна градиенту температуры dT/dx и площади поверхности A , через которую идет поток тепла (рис.)

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины «Основы теплотехники»

Для освоения курса «Основы теплотехники» студенту необходимо решить ряд задач.

Задачи по курсу «Основы теплотехники»

Как связаны теплоёмкости при постоянном давлении и объёме?

2. Как определить теплоёмкость смеси?

3. Математическое выражение II начала термодинамики.

4. Термодинамические процессы. Что такое политропный процесс?

5. В чем физический смысл показателя политропы?

6. Могут ли быть равны термодинамическая и потенциальная работа? От чего это зависит?

7. Назовите существующие термодинамические циклы ДВС.

8. В чём разница цикла ДВС и ГТУ?

9. Назовите существующие термодинамические циклы ГТУ.

10. Что такое индикаторная диаграмма ДВС?

11. По какому циклу паросиловые установки?

12. Что такое бинарные циклы?

13. Что такое парогазовые установки?

14. С какой целью используется T-S диаграммы? Как можно определить КПД цикла графически?
15. Что такое одноступенчатое и многоступенчатое сжатие?
16. С какой целью в компрессорах используется промежуточное охлаждение?
17. Какое сжатие лучше – адиабатное, изотермическое или политропное?
- 16
18. Поясните схему парокompрессионной холодильной установки (цикл в T-S координатах).
19. Что используют в качестве хладогентов в компрессионных холодильных машинах?
20. Что такое цикл Карно, как определить его КПД?
21. КПД какого цикла больше – Отто, Дизеля, Тринклера, Карно?

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. Введение	2	реферат
Тема 2. Предмет Теплотехника, место и роль в подготовке специалистов	2	реферат
Тема 3. Теплотехника	2	реферат
Тема 4. Теплопроводность	2	реферат
Тема 5. Конвективный теплообмен	2	реферат
Тема 6. Теплообмен излучением	2	реферат
Тема 7. Теплопередача	2	реферат
Тема 8. Основы расчета теплообменных аппаратов	2	реферат
Тема 9. Основы массообмена	2	реферат
Итого	18	

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Программой не предусмотрены контрольные работы по дисциплине. Однако, по усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую внеаудиторно. Работа может носить характер теста, доклада, реферата и т.д.

Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приводятся требования к оформлению работы.

Реферат — индивидуальная письменная работа обучающегося, предполагающая изложение современной литературы по определенному вопросу либо проблеме.

Как правило, реферат имеет стандартную структуру: титульный лист, содержание, введение, основное содержание темы, заключение, список использованных источников, приложения.

Оценивается оригинальность реферата, актуальность и полнота использованных источников, системность излагаемого материала, логика изложения и убедительность аргументации, оформление, своевременность срока сдачи, защита реферата перед аудиторией.

При своевременной защите работа оценивается наивысшим баллом, при опоздании на 1 неделю балл снижается на 2, при опоздании на 2 недели балл снижается еще раз на 2. При опоздании более чем на 2 недели работа не оценивается.

Оценивание реферата входит в проектную оценку.

Общие требования оформления доклада/реферата/контрольной работы

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

левое – 25 мм;

правое – 10 мм;

нижнее – 20 мм;

верхнее – 20 мм

· Оформление таблиц:

· Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

· При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

· Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

· На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

· Оформление иллюстраций:

· Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

· Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

· На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

· Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

· Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

· Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

· Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

· Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

· При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

· Приложения

· Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

- В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.
- Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.
- Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.
- Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.
- Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.
- В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.
- Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».
- Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.
- Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Реферат должен быть представлен в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Введение	Обзорная лекция.	Не предусмотрено	Устный групповой опрос. Отчет по ЛР
Тема 2. Предмет Теплотехника, место и роль в подготовке специалистов	Обзорная лекция.	Не предусмотрено	Устный групповой опрос. Отчет по ЛР
Тема 3. Теплотехника	Обзорная лекция.	Не предусмотрено	Устный групповой опрос. Отчет по ЛР
Тема 4. Теплопроводность	Обзорная лекция.	Не предусмотрено	Устный групповой опрос. Отчет по ЛР
Тема 5. Конвективный теплообмен	Обзорная лекция.	Не предусмотрено	Устный групповой опрос. Отчет по ЛР
Тема 6. Теплообмен излучением	Обзорная лекция.	Не предусмотрено	Устный групповой опрос. Отчет по ЛР
Тема 7. Теплопередача	Обзорная лекция.	Не предусмотрено	Устный групповой опрос. Отчет по ЛР
Тема 8. Основы расчета теплообменных аппаратов	Обзорная лекция.	Не предусмотрено	Устный групповой опрос. Отчет по ЛР
Тема 9. Основы массообмена	Обзорная лекция.	Не предусмотрено	Устный групповой опрос. Отчет по ЛР

6.2. Информационные технологии

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (поиск информации,

рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.))

- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации
- использование возможностей электронной почты преподавателя
- использование средств представления учебной информации (применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.)
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети (веб-конференции, форумы, учебно-методические материалы и др.));
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс)]
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное обучение») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров]

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273 (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232 (Free)	Программы для информационной безопасности
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
VLC Player	Медиапроигрыватель
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu

Наименование программного обеспечения	Назначение
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. http://www.consultant.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Основы теплотехники» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
Тема 1. Введение	ПК-5	Решение задач, ответ на вопросы

Тема 2. Предмет Теплотехника, место и роль в подготовке специалистов	ПК-5	Решение задач, ответ на вопросы
Тема 3. Теплотехника	ПК-5	Решение задач, ответ на вопросы
Тема 4. Теплопроводность	ПК-5	Решение задач, ответ на вопросы
Тема 5. Конвективный теплообмен	ПК-5	Решение задач, ответ на вопросы
Тема 6. Теплообмен излучением	ПК-5	Решение задач, ответ на вопросы
Тема 7. Теплопередача	ПК-5	Решение задач, ответ на вопросы
Тема 8. Основы расчета теплообменных аппаратов	ПК-5	Решение задач, ответ на вопросы
Тема 9. Основы массообмена	ПК-5	Решение задач, ответ на вопросы

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** используются следующие типы контроля: индивидуальное собеседование, в форме отчета по лабораторной работе,

Индивидуальное собеседование проводится по разработанным контрольным вопросам по отдельному учебному элементу программы (дисциплине), список контрольных вопросов приводится в конце методических рекомендаций к каждой лабораторной работе.

Для оценивания результатов обучения в виде **умений и владений** используются практические контрольные задания (контрольная работа), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. А также выполнение и защита учебно-исследовательского проекта.

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Для освоения курса «Основы теплотехники» студенту необходимо решить ряд задач (в форме лабораторных работ), с использованием компьютера и выполнить проект.

Таблица 7 --- Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	-получены достоверные результаты в ходе выполнения лабораторной работы; -демонстрируются знания теоретического материала и умение их применять; -студент способен обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

4 «хорошо»	-получены достоверные результаты в ходе выполнения лабораторной работы; -демонстрируются знания теоретического материала и умение их применять; -возможны единичные ошибки в ходе выполнения работы или при ответах на контрольные вопросы, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; - студент способен обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-получены достоверные результаты в ходе выполнения лабораторной работы; -демонстрируются слабые знания теоретического материала и умения их применять; -возможны множественные ошибки в ходе выполнения работы или при ответах на контрольные вопросы, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; -студент способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
2 «неудовлетворительно»	-получены недостоверные результаты в ходе выполнения лабораторной работы; -демонстрируется отсутствие знаний теоретического материала и умений их применять; -возможны грубые ошибки в ходе выполнения работы или при ответах на контрольные вопросы, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; - студент не способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

Таблица 8 --- Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	-получены достоверные результаты, построена модель физического процесса или объекта в ходе выполнения проекта; -демонстрируются знания теоретического материала и умение их применять; -студент способен обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-получены достоверные результаты, построена модель физического процесса или объекта в ходе выполнения проекта; -демонстрируются знания теоретического материала и умение их применять; -возможны единичные ошибки в ходе выполнения проекта; - студент способен обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-получены достоверные результаты, построена модель физического процесса или объекта в ходе выполнения проекта; -демонстрируются слабые знания теоретического материала и умения их применять; -возможны множественные ошибки в ходе выполнения проекта; -студент способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

2 «неудовлетворительно»	-получены недостоверные результаты, не построена модель физического процесса или объекта в ходе выполнения проекта; -демонстрируется отсутствие знаний теоретического материала и умений их применять; - студент не способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
----------------------------	--

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине «Основы теплотехники»

Контрольная работа

Вариант 1

1) Задан набор экспериментальных данных $x := [10, 22, 32, 40]$ $y := [20, 40, 65, 70]$

Какая кривая наилучшим образом описывает этот набор:

- а) $y(x) = 1.77x + 2.84$ б) $y(x) = 0.97x - 1.85$
 в) $y(x) = 0.8x^2 + 1.7x - 1.52$ д) $y(x) = 1.53x + 3.00$

2) Для нахождения корня уравнения $F(x)=0$ методом половинного деления исходный отрезок делится пополам и выбирается тот полуинтервал на концах которого:

- а) знаки $F(x)$ одинаковые б) одинаковые знаки производной функции $F(x)$
 в) знаки $F(x)$ разные г) разные знаки производной функции $F(x)$

формуле

$$n \rightarrow 1 \quad h^2 \quad c) S = \sum_{i=0}^{n-1} 3(x_i - 2) \quad d) S = \sum_{i=0}^{n-1} 3(x_i - 2)$$

Вариант 2

1) Задан набор экспериментальных данных $x := [10, 15, 20, 30]$ $y := [18, 35, 40, 65]$

Какая кривая наилучшим образом описывает этот набор:

- а) $y(x) = 3.54x - 2.02$ б) $y(x) = 2.25x - 2.71$
 в) $y(x) = 0.5x^2 - 2.7x + 0.58$ г) $y(x) = 2.00x - 3.50$

2) При нахождении корня уравнения $2\sin(x)=x$ методом простых итераций значение корня ищется по формуле:

- а) $x_{i+1} = 2\sin(x_i)$ б) $x_{i+1} = 2x_i \sin(x_i)$
 в) $x_{i+1} = 2\cos(x_i)$ г) $x_{i+1} = 0.5x_i$

3) При вычислении интеграла $S = \int_0^2 x^3 dx$ методом прямоугольников. Отрезок $[0,2]$

разбивается на n частей $x_0=0, x_1=h, \dots, x_n=2$ с шагом $h=2/n$, а значение S определяется по формуле

$$n \rightarrow 1 \quad h^3 \quad c) S = \sum_{i=0}^{n-1} 3(x_i - 2) \quad d) S = \sum_{i=0}^{n-1} 3(x_i - 2)$$

Вариант 3

Задан набор экспериментальных данных $x := [5, 15, 25, 30]$ $y := [18, 48, 70, 85]$

Какая кривая наилучшим образом описывает этот набор:

- а) $y(x) = 3.74x - 2.81$ б) $y(x) = 2.53x + 6.55$
 в) $y(x) = 1.43x^2 - 1.22x$ г) $y(x) = 2.62x + 6.12$

2) Для нахождения корня уравнения $2\sin^2(x) - 1 = 0$ методом половинного деления исходный отрезок

делится пополам и выбирается тот полуинтервал на концах которого:

- а) знаки $F(x) = 2\sin^2(x) - 1$ одинаковые б) знаки $F(x) = \sin(2x)$ одинаковые в) знаки $F(x) = 2\sin^2(x) - 1$ разные г) знаки $F(x) = \sin(2x)$ разные

3) При вычислении $S = \int_0^2 x^3 dx$ методом прямоугольников. Отрезок $[0,2]$ интеграла

разбивается на n частей $x_0=0, x_1=h, \dots, x_n=2$ с шагом $h=2/n$, а значение S определяется по формуле

а) $S \approx \sum_{i=0}^{n-1} h \cdot x_i^3$ б) $S \approx \sum_{i=0}^{n-1} h \cdot x_i^2$ в) $S \approx \sum_{i=0}^{n-1} h \cdot x_i^3$ г) $S \approx \sum_{i=0}^{n-1} h \cdot x_i^2$

Вариант 4

Задан набор экспериментальных данных $x := [5, 15, 25, 30]$ $y := [2, 10, 30, 28]$

Какая кривая наилучшим образом описывает этот набор:

а) $y(x) = 1.19x - 4.75$ б) $y(x) = 1.53x + 2.55$

в) $y(x) = 1.43x^2 - 1.22x$ г) $y(x) = 1.32x - 3.42$

2) При нахождении корня уравнения $tg(x)=x$ методом простых итераций значение корня ищется по формуле:

а) $x_{i+1} = ctg(x_i)$ б) $x_{i+1} = x_i^2$ в) $x_{i+1} = 2x_i$ г) $x_{i+1} = tg(x_i)$

3) При вычислении $S = \int_0^2 x^4 dx$ методом прямоугольников. Отрезок $[0,2]$ интеграла

разбивается на n частей $x_0=0, x_1=h, \dots, x_n=2$ с шагом $h=2/n$, а значение S определяется по формуле.

Основные дидактические единицы (разделы): Предмет вычислительной физики. Обработка результатов физических измерений и вычислений. Элементы численных методов, применяемых при решении физических задач. Вычисление определенных интегралов, решение трансцендентных уравнений, задачи линейной алгебры, задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные этапы решения физических задач на компьютере. Использование безразмерных переменных. Погрешности вычислений. Компьютерное моделирование в физике. Численное решение динамических уравнений физики. Изучение колебательного движения. Численные расчеты колебаний молекул и их визуализация. Решение задач по механике, термодинамике и статистической физике, электродинамике, оптике, квантовой физике численными методами. Использование программных пакетов для решения физических задач. Моделирование физических опытов, физические эксперименты на компьютере.

Для освоения курса «вычислительная физика (практикум на ЭВМ)» студенту необходимо решить ряд задач (в форме лабораторных работ), с использованием компьютера и выполнить проект.

Контрольная работа, проект и отчеты по лабораторным работам оцениваются по 100 бальной системе. Итоговая оценка оценивается по среднему арифметическому.

Перечень лабораторных работ, выносимых на экзамен

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК – 5				
Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин				
1.	Задания открытого типа	Что такое конвекция? Запишите плотность теплового потока для однослойной плоской стенки. Что является носителями теплоты в газах и жидкостях?		60
2.		Как изменяется температура в цилиндрической стенке?		60

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		Запишите выражение уд. плотности теплового потока для цилиндрической стенки с 2-х слойной изоляцией. Какой критерий характеризует физические свойства теплоносителей?		
3.		Уравнение Фурье-Кирхгофа в общем виде. Что такое тепловой поток, его размерность? Дифференциальное уравнение теплопроводности.		60
4.		Назовите основные постулаты термодинамики. Что такое внутренняя энергия, энтальпия, энтропия? Являются ли они функциями процесса? Что такое термодинамическая и потенциальная работа?		60
5.		Что такое термический КПД? Что такое газовая смесь? Каким образом она задается? Как определить газовую постоянную для смеси?		60
6.		Назовите основные законы идеального газа? Уравнение состояния идеального газа для 1 кг.? В чем физический смысл газовой постоянной?		60
7.		Смысл уравнения I начала термодинамики? Смысл уравнения идеального газа?		60
8.		Запишите выражение I начала термодинамики для реальных процессов		60
9.		Понятие теплоёмкости. Какие виды теплоёмкостей вы знаете?		60
10.		Запишите основное уравнение теплопроводности для 1м ² поверхности в стационарном режиме.		60
11.		Назовите существующие формы передачи теплоты.		60
12.		Что такое теплопроводность?		60

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
13.	Задания закрытого типа	Назовите термические параметры состояния. 1. масса, плотность, удельный вес 2. давление, удельный объем, температура 3. работа, теплоемкость, теплота 4. молекулярная масса, объем, газовая постоянная	2	1
14.		Уравнение состояния идеального газа 1. $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$ 2. $PV = mRT$ 3. $L = R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$ 4.	3	1
15.		Чему равно изменение внутренней энергии в изотермическом процессе? 1. $\Delta U = c_v \cdot (T_2 - T_1)$ 2. $\Delta U = 0$ 3. $\Delta U = c_p \cdot (T_2 - T_1)$ 4. $\Delta U = c_v \cdot (T_1 - T_2)$	2	1
16.		Способы задания состава газовой смеси: 1. массовыми, объемными, мольными долями 2. по химическому составу компонентов 3. по количеству атомов, входящих в состав смеси компонентов 4. по химической активности компонентов	1	1
17.		Назовите калорические параметры состояния 1. теплота, работа, теплоёмкость 2. внутренняя энергия, энтальпия, энтропия 3. молекулярная масса,	2	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		парциальное давление, температура 4. коэффициент Пуассона, показатель политропы, газовая постоянная		
18.	Задания комбинированного типа	Назовите термические параметры состояния. 1. масса, плотность, удельный вес 2. давление, удельный объем, температура 3. работа, теплоемкость, теплота 4. молекулярная масса, объем, газовая постоянная Приведите примеры.	2	10
19.		Уравнение состояния идеального газа 1. $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ 2. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$ 3. $PV = mRT$ 4. $L = R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$ Что такое идеальный газ?	3	10
20.		Чему равно изменение внутренней энергии в изотермическом процессе? 1. $\Delta U = c_v \cdot (T_2 - T_1)$ 2. $\Delta U = 0$ 3. $\Delta U = c_p \cdot (T_2 - T_1)$ 4. $\Delta U = c_v \cdot (T_1 - T_2)$ Примеры	2	10
21.		Способы задания состава газовой смеси: 1. массовыми, объемными, мольными долями 2. по химическому составу компонентов 3. по количеству атомов, входящих в состав смеси компонентов	1	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		4. по химической активности компонентов Обоснуйте свой ответ.		
22.		Назовите калорические параметры состояния 1. теплота, работа, теплоёмкость 2. внутренняя энергия, энтальпия, энтропия 3. молекулярная масса, парциальное давление, температура 4. коэффициент Пуассона, показатель политропы, газовая постоянная	2	10

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине «Основы теплотехники»

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине «Основы теплотехники»

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представле ния
Основной блок				
1.	<i>Ответ на занятии</i> <i>Выполнение практического задания</i>	за одно выступление	3	В течение семестра
Всего			30	-
Блок бонусов				
2.	<i>менее 50% занятий</i>	-	0	В течение семестра
3.	<i>50%-75% занятий</i>	-	10	В течение семестра
4.	<i>76%-90% занятий</i>	-	20	В течение семестра
5.	<i>91%-100% занятий</i>	-	30	В течение семестра
Дополнительный блок**				
6.	<i>Экзамен</i>		40	
Всего			40	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-2
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-2

Показатель	Балл
Неготовность к занятию	-2
Пропуск занятия без уважительной причины	-2

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Оценки по 4-балльной шкале		
Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература:

1. Мирам, А. О. ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА. ТЕПЛОМАССООБМЕН / А. О. Мирам, В. А. Павленко - Москва : Издательство АСВ, 2017. - 352 с. - ISBN 978-5-93093-841-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938418.html>
2. Шаров, Ю. И. Термодинамика и теплопередача : учебник / Ю. И. Шаров. -Новосибирск : НГТУ, 2019. - 311 с. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-4024-7. - Текст :электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778240247.html>
3. Кудинов, В. А. Теплотехника : учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - Москва : Абрис, 2012. - 423 с. - ISBN 978-5-4372-0044-5. - Текст : электронный //ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200445.html>
4. Сборщиков, Г. С. Теплотехника : расчет и конструирование элементов промышленных печей : Учеб. -метод. пособие / Сборщиков Г. С. , Крупенников С. А. - Москва :МИСиС, 2004. - 179 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_212.html

8.2. Дополнительная литература:

1. Павлова, И. Б. Теплопроводность при стационарном режиме в многослойной плоской стенке : метод. указания к выполнению домашнего задания по курсу "Термодинамика и теплопередача" / И. Б. Павлова; под ред. В. И. Хвесюка. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 16 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0228.html
2. Арбеков, А. Н. Моделирование теплонапряженного состояния деталей энергетических установок с использованием программного комплекса ANSYS : метод. указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Вычислительная теплопередача и гидродинамика" /А. Н. Арбеков, К. С. Егоров. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 13 с. – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0235.html

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС)

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной

генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал –БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

Учетная запись образовательного портала АГУ

2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультантстудента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru. *Регистрация с компьютеров АГУ*

3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru, <https://urait.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы теплотехники»

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии)