



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)  
Филиал ФГБОУ ВО «СамГТУ» в г. Белебее Республики Башкортостан

УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала ФГБОУ ВО «СамГТУ»  
в г. Белебее Республики Башкортостан  
  
Л.М. Инаходова  
03 июня 2021 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### Б1.В.02.01 «Теоретические основы теплотехники»

Код и направление подготовки (специальность)	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Теплогазоснабжение и вентиляция
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очно-заочная
Год начала подготовки	2021
Выпускающая кафедра	Строительство
Кафедра-разработчик	Строительство
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Белебей 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (далее – РПД) разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 08.03.01 «Строительство», утвержденного приказом министерства образования и науки Российской Федерации от 31.05.2017 № 481, и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

доцент, к.т.н., доцент  
(должность, степень, ученое звание)

  
(подпись)

Д.В. Зеленцов  
(ФИО)

РПД рассмотрена и одобрена на заседании кафедры 03 июня 2021 г., протокол № 5.

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент  
(степень, ученое звание, подпись)

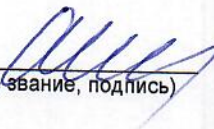


А.А. Цынаева  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

доцент, к.т.н.  
(степень, ученое звание, подпись)



А.А. Цынаева  
(ФИО)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	3
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	5
4.1. Содержание лекционных занятий .....	5
4.2. Содержание лабораторных занятий .....	6
4.3. Содержание практических занятий .....	6
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) .....	5
6. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) .....	8
7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	9
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	9
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	10
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	10
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
Приложение 2. Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины (модуля)	
Приложение 3. Аннотация рабочей программы дисциплины	

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программ

## Универсальные компетенции

Таблица 1

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
не предусмотрены учебным планом				

## Общепрофессиональные компетенции

Таблица 2

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
не предусмотрены учебным планом			

## Профессиональные компетенции

Таблица 3

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1	Способность к разработке рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>ИД-1 ПК-1</b> Осуществляет разработку рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>31 ПК-1.1</b> Знать: Требования нормативно-технической документации и нормативных правовых актов к разработке текстовой и графической частей рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
ПК-2	Способность осуществлять разработку проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>ИД-1 ПК-2</b> Выполняет расчеты для проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>31 ПК-2.1</b> Знать: требования нормативно-технической документации и нормативных правовых актов по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха <b>32 ПК-2.1</b> Знать: виды и методики расчетов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха <b>33 ПК-2.1</b> Знать: современные подходы и методики оптимизации процесса проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
		<b>ИД-2 ПК-2</b> Осуществляет разработку текстовой и графической частей проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>У1 ПК-2.2</b> Уметь: определять перечень необходимых исходных данных для разработки проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха <b>В1 ПК-2.2</b> Владеть: подготовкой исходных данных для разработки проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
		<b>ИД-3 ПК-2</b> Выполняет подготовку к выпуску проекта систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>32 ПК-2.3</b> Знать: Современные подходы и методики оптимизации процесса проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины в структуре образовательной программы: часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Таблица 4

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1			Основы обеспечения микроклимата зданий; Строительная теплофизика; Отопление; Производственная практика: технологическая практика; Вентиляция; Технология и организация строительных и монтажно-заготовительных процессов; Кондиционирование воздуха и холодоснабжение; Автоматизация систем отопления; Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции; Автономное теплоснабжение; Эксплуатация и реконструкция систем теплогазоснабжения и вентиляции; Организация монтажных работ систем теплогазоснабжения и вентиляции; Основы САПР
ПК-2			Строительная теплофизика; Насосы, вентиляторы и компрессоры; Основы обеспечения микроклимата зданий; Отопление; Вентиляция; Кондиционирование воздуха и холодоснабжение; Практико-ориентированный проект; Автоматизация систем отопления; Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции; Производственная практика: преддипломная практика; Энергосбережение в системах теплогазоснабжения и вентиляции; Организация монтажных работ систем теплогазоснабжения и вентиляции; Основы САПР

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Таблица 5

Вид учебной работы	Всего часов	
<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
в том числе:		
лекционные занятия (ЛЗ)*	4	4
лабораторные работы (ЛР)	4	4
практические занятия (ПЗ)	4	4
<b>Внеаудиторная контактная работа, КСР</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Самостоятельная работа (всего),</b>		
в том числе:	<b>84</b>	<b>84</b>
подготовка к ЛР / ПЗ	8	8
выполнение контрольной работы	10	10
самостоятельное изучение материала	59	59
подготовка к экзамену и тесту	7	7
<b>Формы текущего контроля успеваемости</b>	Отчет по ЛР; решение задач; тестирование	Отчет по ЛР; решение задач; тестирование
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен, контрольная работа</b>	<b>экзамен, контрольная работа</b>
<b>Контроль</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>ИТОГО: час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>ИТОГО: з.е.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

\* - проведение лекционных занятий в СДО MOODLE с использованием онлайн-контента

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Таблица 6

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы						
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	КСР	Конт-роль	Всего часов
1	Техническая термодинамика	2	2	2	45	2	5	58
2	Тепломассообмен	2	2	2	39	1	4	50
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>84</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>108</b>

**4.1. Содержание лекционных занятий**

Таблица 7

№ ЛЗ	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Кол-во часов
<b>Семестр 2</b>				
1	Техническая термодинамика	Предмет технической термодинамики и ее методы. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Термодинамические свойства реальных газов. Влажный воздух. Термодинамика потока. Сжатие газа в компрессоре. Термодинамика потока. Сжатие газа в компрессоре. Термодинамика потока. Сжатие газа в компрессоре. Анализ термодинамических циклов тепловых двигателей и энергетических установок.	Основные понятия – термодинамическая система, параметры состояния, равновесные процессы. Уравнение состояния идеального газа. Газовые смеси. Теплоемкость газов. Работа расширения газа. Внутренняя энергия, энтальпия. Физическая и математическая формулировки 1-го закона термодинамики. Термодинамические процессы. Понятие обратимости процессов. Цикл Карно. Энтропия. Тепловая диаграмма. Аналитическое выражение 2-го закона, энтропия как мера необратимости процессов. Водяной пар. Уравнение состояния реальных газов. Виды водяного пара. Определение параметров состояния водяного пара. P-U, T-S, i-S диаграммы. Процессы изменения состояния водяного пара. Параметры состояния влажного воздуха. Основные процессы во влажном воздухе: нагрев (охлаждение), адиабатное увлажнение. Уравнение первого закона термодинамики для движения потока газа. Основные закономерности при движении газов по каналам переменного сечения. Истечение газа из сужающегося сопла. Сопло Лавала. Дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ сжатия газа в компрессоре. Многоступенчатый компрессор. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы паротурбинных установок. Цикл Ренкина, термический КПД, способы его повышения. Теплофикационный цикл.	2
2	Тепломассообмен	Предмет и задачи теории теплообмена. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Основные положения теории подобия. Конструкторский и поверочный расчеты теплообменных аппаратов. Основные закономерности тепло- и массопереноса. Основные закономерности тепло- и массопереноса. Основные закономерности тепло- и массопереноса.	Способы переноса теплоты, температурное поле, градиент температуры, тепловой поток. Теплопроводность. Закон Фурье, дифференциальное уравнение теплопроводности, условия однозначности. Стационарная теплопроводность неограниченной пластины и цилиндрической стенки. Уравнения энергии, движения и неразрывности.; Дифференциальное уравнение теплоотдачи. Приведение системы уравнений конвективного теплообмена к безразмерному виду. Критерии теплового и гидродинамического подобия. Критериальные уравнения. Необходимые и достаточные условия подобия физических процессов, теоремы подобия.; Основные процессы конвективного теплообмена. Теплоотдача при движении жидкости вдоль плоской поверхности, при движении жидкости в трубах и омывании одиночной трубы и пучков труб. Теплоотдача при фазовых превращениях. Классификация теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса и теплопередача для рекуперативных теплообменных аппаратов. Применение метода безразмерных характеристик к расчету теплообменных аппаратов.	2

			Молекулярная диффузия, закон Фика. Конвективный массообмен, система дифференциальных уравнений, условия однозначности. Аналогии процессов переноса теплоты и массы, диффузионные числа Нуссельта и Прандтля. Расчет испарения при течении влажного воздуха вдоль плоской поверхности.	
<b>Итого за семестр:</b>				<b>4</b>
<b>Итого:</b>				<b>4</b>

#### 4.2. Содержание лабораторных занятий

Таблица 8

№ ЛР	Наименование раздела	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Кол-во часов
<b>Семестр 2</b>				
1	Техническая термодинамика	Определение изобарной теплоемкости воздуха. Исследование процессов во влажном воздухе	Теплоемкости $c_p$ и $c_v$ , связь между ними. Формулы для определения внутренней энергии и энтальпии идеальных газов. Влажность воздуха. I-d- диаграмма, ее использование. Смещение газов и паров.	2
2	Тепломассообмен	Исследование теплопроводности строительных и теплоизоляционных материалов Определение коэффициента теплопроводности строительных материалов методом теплового регулярного режима.	Однородная плоская стенка. Многослойная стенка. Термическое и полное термическое сопротивление плоской (многослойной) стенки. Контактное термическое сопротивление. Теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Естественная конвекция. Термический коэффициент объемного расширения.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>4</b>
<b>Итого:</b>				<b>4</b>

#### 4.3. Содержание практических занятий

Таблица 9

№ ПЗ	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Кол-во часов
<b>Семестр 2</b>				
1	Техническая термодинамика	Параметры состояния рабочего тела. Уравнение состояния идеального газа. Теплоемкость газов Газовые смеси.  Первый закон термодинамики. Газовые процессы	Законы идеального газа; работа изменения объема газа.  Теплоемкости $c_p$ и $c_v$ , связь между ними. Расчет количества теплоты, передаваемой в процессе. Применение Интерполяционных формул. Связь между средней и истинной теплоемкостями. Мольные, объемные, массовые доли. Расчет теплоемкости смеси. Парциальное давление. Парциальный объем. Уравнение состояния применительно к смеси идеальных газов. Расчет работы изменения объема газа. Понятие положительной и отрицательной работы. Внутренняя энергия тела. Аналитическое выражение первого начала термодинамики. Внутренняя энергия как функция состояния.	2
2	Тепломассообмен	Теплопроводность плоской и цилиндрической стенки при стационарном режиме.  Теплопередача через плоскую стенку.	Цилиндрическая стенка. Многослойная цилиндрическая стенка. Линейное термическое и полное термическое сопротивление цилиндрической (многослойной) стенки. Однородная плоская стенка. Многослойная стенка. Термическое и полное термическое сопротивление плоской (многослойной) стенки. Контактное термическое сопротивление.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>4</b>
<b>Итого:</b>				<b>4</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Таблица 10

№ п/п	Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Кол-во часов
<b>Семестр 2</b>				
1.	Техническая термодинамика	подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям, подготовка к тестированию, экзамену	Уравнение 1-го закона термодинамики для газового потока. Уравнение неразрывности потока. Дросселирование. Инверсионная кривая. Сопло и диффузор. Сопло Лавала. Тепловое сопло. Расходное цилиндрическое сопло. Максимальный расход и критическая скорость.	45
2.	Тепломассообмен	подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям, подготовка к тестированию, экзамену	Основной закон конвективного теплообмена. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Пограничный слой. Понятие о методе анализа размерностей и теории подобия. Определяющий размер, определяющая температура.	29
3.	Тепломассообмен	выполнение контрольной работы	«Теплотехнические расчеты тепловых установок»	10
<b>Итого за семестр:</b>				<b>84</b>
<b>Итого:</b>				<b>84</b>

#### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

##### 1. Методические указания при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции для того, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут подняты в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т. е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т. п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

##### 2. Методические указания при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме однотипная работа выполняется всеми обучающимися одновременно. При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчетности по данной работе.

##### 3. Методические указания при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выработать определенные решения по обозначенной проблеме. В зависимости от сложности предлагаемых заданий,



целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

#### **4. Методические указания по самостоятельной работе**

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т. д.;
- в методическом кабинете, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

#### **5. Методические указания при написании контрольной работы**

Структура контрольной работы:

- титульный лист,
- содержание контрольной работы,
- основная часть контрольной работы,
- выводы по работе,
- список использованной литературы.

Объем контрольной работы до 15 страниц машинописного текста через 1.5 интервала. В контрольной работе должно быть отражено умение систематизировать, анализировать, обобщать, делать выводы и связывать теоретические знания с практикой. В тексте необходимо выделить основные идеи и предложить собственное отношение к ним, основные положения работы желательно иллюстрировать своими примерами. В тексте необходимо делать ссылки на использованную литературу с указанием страниц. В контрольной работе должны активно использоваться не менее 3 источников.

#### **6. Методические указания по подготовке к устному опросу**

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля доводятся до обучающихся заранее. Эффективность подготовки обучающихся к устному опросу зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой. Для подготовки к устному опросу необходимо ознакомиться с материалом по теме семинара и обратить внимание на усвоение основных понятий изучаемой темы, выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления по отдельным проблемным аспектам. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов.

#### **7. Методические указания по подготовке к тестированию**

Тестовые задания – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки. Выполнение тестовых заданий предоставляет обучающимся возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Тестовые задания охватывают основные вопросы по изучаемой теме. Для формирования заданий использована как закрытая, так и открытая форма. У обучающегося есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий обучающиеся должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы литературы по дисциплине. Контрольный тест выполняется обучающимся самостоятельно во время практических занятий.

## 6. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Таблица 11

№ п/п	Автор(ы), наименование, место, год издания (если есть, указать «гриф»)	Книжный фонд (КФ) или электрон. ресурс (ЭР)	Литература	
			учебная	для самост. работы
1.	Малявина Е.Г. Строительная теплофизика; Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  19265">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  19265</a>	ЭР	+	
2.	Толстова Ю.И., Шумилов Р.Н. Основы строительной теплофизики; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  66567">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  66567</a>	ЭР	+	
3.	Епифанов В.С., Степанов А.М. Техническая термодинамика и теплопередача; Московская государственная академия водного транспорта, 2013.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  46860">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  46860</a>	ЭР	+	
4.	Дьяконов В.Г., Лонщаков О.А. Основы теплопередачи; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  62530">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  62530</a>	ЭР	+	
5.	Монах С.И., Колосова Н.В. Техническая термодинамика и тепломассообмен; Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2021.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  122717">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  122717</a>	ЭР	+	+
6.	Техническая термодинамика; Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  55163">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  55163</a>	ЭР		+
7.	Теплотехнические расчеты тепловых установок; Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  22629">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  22629</a>	ЭР	+	
8.	Бегляров А.Э. Основы проектирования тепловых установок; Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  40576">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  40576</a>	ЭР	+	

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ ([elib.samgtu.ru](http://elib.samgtu.ru)) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

## 7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование. Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

### Программное обеспечение

Таблица 12

№ п/п	Название	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)	Правообладатель (производитель)	Страна происхождения (иностранное или отечественное)
1.	Adobe Reader	свободно распространяемое	Adobe Systems Incorporated	иностранное
2.	LibreOffice	свободно распространяемое	The Document Foundation	иностранное
3.	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»	лицензионное	НПО «ВМИ»	отечественное
4.	Антивирус Касперского	лицензионное	Лаборатория Касперского	отечественное

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Таблица 13

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Электронно-библиотечная система	Электронно-библиотечная	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>

	IPRbooks	система	
2	Электронно-библиотечная система СамГТУ	Электронная библиотека СамГТУ	<a href="https://elib.samgtu.ru/">https://elib.samgtu.ru/</a>
3	eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/">http://www.elibrary.ru/</a>

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

### **Лекционные занятия**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

### **Лабораторные занятия**

Для лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная установками и приборами для проведения лабораторных работ - термометры, психрометры, микроанометры, пневмометрические трубки, анемометры.

### **Практические занятия**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

### **Самостоятельная работа**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- методический кабинет (ауд. 9).

## **10. Фонд оценочных средств по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

**Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

по дисциплине

**Б1.В.02.01 «Теоретические основы теплотехники»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	<b>08.03.01 Строительство</b>
<b>Направленность (профиль)</b>	<b>Теплогазоснабжение и вентиляция</b>
<b>Квалификация</b>	<b>бакалавр</b>
<b>Форма обучения</b>	<b>очно-заочная</b>
<b>Год начала подготовки</b>	<b>2021</b>
<b>Выпускающая кафедра</b>	<b>Строительство</b>
<b>Кафедра-разработчик</b>	<b>Строительство</b>
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	<b>108 / 3</b>
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	<b>экзамен, контрольная работа</b>

**1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и признаков проявления компетенций (дескрипторов), которыми должен овладеть обучающийся в ходе освоения образовательной программы**

**Универсальные компетенции**

Таблица 1

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
не предусмотрены учебным планом				

**Общепрофессиональные компетенции**

Таблица 2

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
не предусмотрены учебным планом			

**Профессиональные компетенции**

Таблица 3

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1	Способность к разработке рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>ИД-1 ПК-1</b> Осуществляет разработку рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>31 ПК-1.1</b> Знать: Требования нормативно-технической документации и нормативных правовых актов к разработке текстовой и графической частей рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
ПК-2	Способность осуществлять разработку проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>ИД-1 ПК-2</b> Выполняет расчеты для проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>31 ПК-2.1</b> Знать: требования нормативно-технической документации и нормативных правовых актов по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха <b>32 ПК-2.1</b> Знать: виды и методики расчетов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха <b>33 ПК-2.1</b> Знать: современные подходы и методики оптимизации процесса проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
		<b>ИД-2 ПК-2</b> Осуществляет разработку текстовой и графической частей проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>У1 ПК-2.2</b> Уметь: определять перечень необходимых исходных данных для разработки проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха <b>В1 ПК-2.2</b> Владеть: подготовкой исходных данных для разработки проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
		<b>ИД-3 ПК-2</b> Выполняет подготовку к выпуску проекта систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	<b>32 ПК-2.3</b> Знать: Современные подходы и методики оптимизации процесса проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

**Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения**

Таблица 4

Код и индикатор	Оценочные средства		
	Раздел 1.	Раздел 2.	Промежуточная

достижения компетенции	Техническая термодинамика	Тепломассообмен	аттестация
	Отчет по ЛР; решение задач, контрольная работа, тестирование		Экзамен,
ИД-1 ПК-1	31 ПК-1.1	31 ПК-1.1	31 ПК-1.1
ИД-1 ПК-2	31 ПК-2.1	31 ПК-2.1	31 ПК-2.1
	32 ПК-2.1	32 ПК-2.1	32 ПК-2.1
	33 ПК-2.1	33 ПК-2.1	33 ПК-2.1
ИД-2 ПК-2	У1 ПК-2.2	У1 ПК-2.2	У1 ПК-2.2
	В1 ПК-2.2	В1 ПК-2.2	В1 ПК-2.2
ИД-3 ПК-2	32 ПК-2.3	32 ПК-2.3	32 ПК-2.3

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

### 2.1. Формы текущего контроля успеваемости

#### Образец задачи

Найти абсолютное давление пара в котле, приведенное к 0 °С, если манометр показывает  $p = 0,13$  МПа, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет 680 мм рт. ст. (90660 Па) при температуре  $t = 25$  °С.

#### Решение.

Из уравнения (1.4)

$$p_{абс} = p_{атм} + p_{ман}.$$

Показание барометра, полученное при  $t = 25$  °С приводим к 0 °С.

$$B_0 = B(1 - 0,000172t) = 90660 \cdot 0,9957 = 90270 \text{ Па.}$$

Тогда абсолютное давление пара в котле

$$p_{абс} = 0,13 + 0,09 = 0,22 \text{ МПа.}$$

**Ответ:**  $p_{абс} = 0,22$  МПа.

### Образец отчета по лабораторной работе ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА УСТАНОВКЕ ДОКТОРА БОККА

#### 1. Цель работы и ее практическое значение

При выполнении лабораторной работы №1 студент должен изучить методику проведения эксперимента по определению коэффициента теплопроводности строительных и теплоизоляционных материалов в соответствии с ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом потоке».

По заданию преподавателя требуется определить коэффициент теплопроводности одного образца строительного или теплоизоляционного материала.

#### 2. Краткие теоретические сведения

Большинство экспериментальных методов определения коэффициента теплопроводности основывается на наблюдении за температурным полем, возбужденным тепловым потоком в исследуемом теле. Применительно к стационарным условиям используется закон Фурье

$$Q = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n} \cdot F \quad (1)$$

и дифференциальное уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = 0. \quad (2)$$

Приведенные уравнения справедливы для твердых тел, физические свойства которых не зависят от температуры.

Решение дифференциальных уравнений (1) и (2) применительно к одномерному температурному полю в пластине позволяет найти коэффициент теплопроводности из соотношения

$$\lambda = \frac{Q \cdot k}{t_{w1} - t_{w2}}, \quad (3)$$

Для неограниченного плоского слоя

$$k = \frac{\delta}{F_p}, \quad (4.)$$

Из уравнения (3) следует, что общий принцип измерения коэффициента теплопроводности состоит в определении теплового потока  $Q$ , проходящего через опытный образец заданных размеров, и перепада температур  $t_{w1} - t_{w2}$  на обеих его изотермических поверхностях.

Выражение (3) выведено в предположении, что  $\lambda$  является постоянной величиной, не зависящей от температуры. При коэффициенте теплопроводности, изменяющейся с температурой, формулой (1.3.) можно пользоваться, если температурный перепад в слое исследуемого вещества незначителен и истинные значения  $\lambda$  с достаточной точностью, можно заменить средними в данном интервале температур.

### **3. Описание установки**

Прибор доктора Бокка (рис. 1) предназначен для точного определения коэффициента теплопроводности стройматериалов и теплоизоляционных материалов в пределах

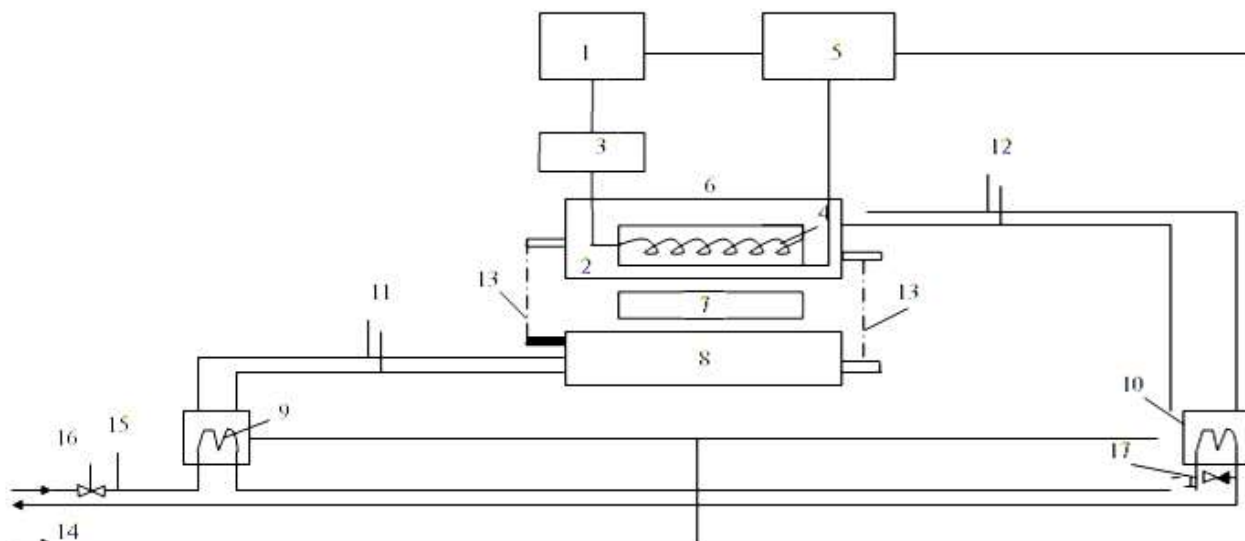


Рис. 1.1. Принципиальная схема установки доктора Бокка:

1 – сетчик переменного тока; 2 – нагревательная плита; 3 – делитель напряжения; 4 – термоэлектрическая батарея; 5 – регулятор с падающей дужкой; 6 – защитная плита; 7 – образец; 8 – плита охлаждения; 9, 10 – термостаты; 11, 12 – ртутные термометры; 13 – микрометрический винт; 14 – сеть; 15 – термометр; 16, 17 – краны

$$\lambda = 0,25 \div 1,7 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}.$$

Погрешность определения коэффициента теплопроводности составляет 2÷3%. Измерения обычно проводятся при комнатной температуре (20÷25 °С), но могут также осуществляются при более высоких (до 80 °С) температурах или при использовании охлаждающей установки ниже 0 °С.

В приборе Бокка для определения теплопроводности создается постоянный однородный тепловой поток, который и измеряется.

Установленный в приборе счетчик переменного тока 1 показывает электрическую энергию, которую потребляет нагревательная плита 2, и сопротивление делителя напряжения 3. Благодаря делителю напряжения нагрузка счетчика переменного тока почти постоянна, так что его показания практически безошибочны и пропорциональны тепловому потоку.

Термоэлектрическая батарея 4 и регулятор с падающей дужкой 5 регулируют температуру нагревательной плиты относительно температуры защитной плиты 6. При этом ступенчатый выключатель потенциометра регулирует расход электроэнергии в соответствии с тепловым потоком, проходящим через образец 7, который укладывается между плитами нагрева и охлаждения 8. Таким образом, мощность нагревательной плитки задается делителем напряжения, фиксированные ступени которого обеспечивают большую точность измерения.

Этот метод имеет особое преимущество перед обычным измерением тока в том, что он совершенно не зависит от постоянства напряжения в сети.

Как показано на схеме, холодная вода протекает через оба термостата 9 и 10. Температура жидкости при подаче к плиткам и отводе измеряется ртутными термометрами 11 и 12 с ценой деления 0,2 °С.

Толщина образца определяется как средняя величина показаний микрометрических винтов для измерения толщины 13. Вмонтированные в операционный щит часы служат для определения продолжительности эксперимента. Температура холодной воды измеряется термометром 15.

#### 4. Порядок проведения опыта

1. С помощью откидного рукава снять защитную нагревательную плитку, образец уложить и после установки ее над образцом определить его толщину микрометрическими винтами. После измерения с целью обеспечения лучшего контакта образца с плитами измерительные винты на защитной плите несколько ослабить. Закончив подготовку к эксперименту, плиты накрыть теплоизоляционным ящиком.
2. Установить с помощью поворотных магнитов контактные термометры термостатов 9 и 10 на

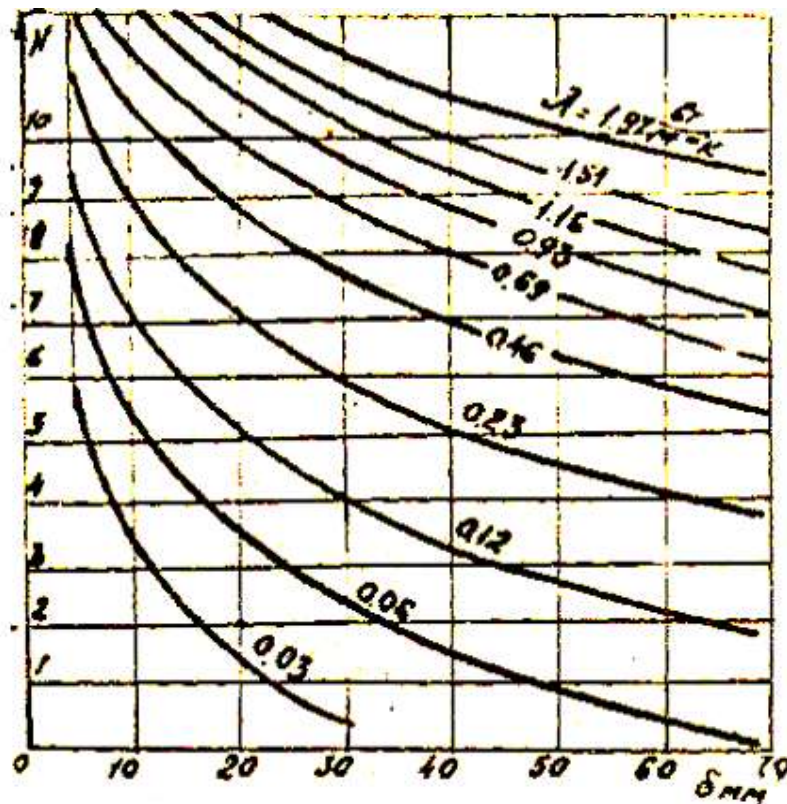


Рис. 2. Диаграмма для выбора ступени мощности нагревательной плиты



3. предусмотренную температуру охлаждающей и нагревательной плит (см. рис.1.).
4. Выбрать необходимую ступень мощности нагревательной плиты, руководствуясь диаграммой (рис.2). Ступень мощности определяется по измеряемой толщине образца и предполагаемой величине коэффициента теплопроводности исследуемого материала.
5. Включить прибор в сеть 14 (см. рис.1.). Левая лампа тлеющего разряда должна зажечься, и вольтметр покажет рабочее напряжение в цепи канала, которое необходимо установить вмонтированным трансформатором на 120В.
6. Термостаты ввести в действие выключателями, находящимися на их боковых поверхностях.
7. Когда в термостатах установится нужная температура, открыть краны 16 и 17 и отрегулировать расход холодной воды так, чтобы время включения нагрева термостата примерно было равно времени отключения (см. рис.1.). Моменты времени коммутации сигнализируются соответствующими контрольными лампами на панели.
8. Проконтролировать выход установки на стационарный режим. Красная стрелка регулятора с падающей дужкой будет симметрично отклоняться от нуля при регулярном подъеме и опускании дужки. При подъеме должна загораться контрольная лампочка нагревательной плитки.
9. После того как аппаратура нагрета и отрегулирована, определить и занести в протокол измерений следующие величины:
  - а) время  $Z$ ;
  - б) показания счетчика  $E$ , установленную ступень мощности;
  - в) температуры на защитной плитке нагрева  $t_{w1}$  и  $t_{w2}$ ;
  - г) температуры на плитке охлаждения  $t_{k1}$  и  $t_{k2}$ .

Определение вышеперечисленных величин повторить через 0,5 часа.

#### **5. Математическая обработка результатов измерений**

Обозначения:  $d_1, d_2, d_3, d_4$  – толщина образца, мм;  $d$  – средняя толщина образца, мм;  $t_{w1}, t_{w2}$  – температуры защитной плитки нагревателя, °С;  $t_w$  – средняя температура защитной плитки, °С;  $t_{k1}, t_{k2}$  – температуры плитки охлаждения, °С;

$t_k$  – средняя температура плитки охлаждения, °С;  $\Delta t$  – разность температур, °С;  $E$  – работа электрического тока, Вт · ч;  $\Delta E$  – работа электрического тока между двумя измерениями, Вт · ч;  $Z$  – время, ч;  $\Delta Z$  – разность времени между измерениями, ч;  $q$  – плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>;  $K_i$  – константа ступени мощности, Вт/м<sup>2</sup> · Вт · ч;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/м · °С.

$$\text{Средняя толщина образца равна: } d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4} \quad (5)$$

$$\text{Средняя температура находится по формулам: } t_w = 0,5(t_{w1} + t_{w2}); \quad (6)$$

$$t_k = 0,5(t_{k1} + t_{k2}). \quad (7)$$

**Таблица 1 - Протокол испытаний**

Измеряемые величины	Отсчеты опыта					
	1		2		3	
	начало	конец	начало	конец	начало	конец
Время, $z$						
Температура помещения						
Показания счётчика, $E$						
Приток в теплую плиту, $t_{w1}$						
Вытекание из теплой плиты, $t_{w2}$						
Приток в холодную плиту, $t_{k1}$						
Вытекание из холодной плиты, $t_{k2}$						
Микрометр, $d_1$						
$d$						
$d_3$						
$d_4$						
$d_{cp.}$						
Мощность						
$\Delta E$						
$\Delta Z$						
$\Delta E/\Delta Z$						

$$\text{Разность температур равна: } \Delta t = t_w - t_k, \quad (8.)$$

$$\text{Плотность теплового потока составляет: } q = K_i \cdot \frac{\Delta E}{\Delta Z}, \quad (9.)$$

Величина  $K_i$  может быть принята для соответствующей ступени мощности из следующих данных:

№ ступени	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$K_i$ Вт/м <sup>2</sup> ·Вт·ч	0,123	0,176	0,265	0,391	0,687	0,851	1,272	1,895	2,75	3,97	5,66	7,93

Коэффициент теплопроводности определяется по закону Фурье:  $\lambda = \frac{q \cdot d}{\Delta t}$ . (10.)

#### Контрольные вопросы

1. В чем заключается физический смысл коэффициента теплопроводности?
2. Какие факторы влияют на значение коэффициента теплопроводности строительных и теплоизоляционных материалов?
3. Напишите дифференциальное уравнение теплопроводности?
4. Как формулируется гипотеза Фурье?
5. От чего зависит тепловой поток, проходящий через плоскую стенку?
6. С помощью, каких приборов измеряется перепад температур на гранях образца?
7. Каким образом определяется удельный тепловой поток, проходящий через образец?
8. На каком принципе работает контактный термометр?
9. Можно ли испытывать образцы на установке доктора Бокка кубической формы?
10. Укажите назначение термостатов в установке доктора Бокка?

#### Пример тестового задания

Весь банк заданий разбит на 9 разделов (дидактических единиц), полностью охватывающих содержание рабочей программы. Всего в банке ПДТЗ содержится 150 дидактических вопросов с вариантами ответов, один из которых является верным.

#### Тест №1

1. Формула для определения удельного объема  $v$ :

1.  $m = \rho / g$ .
2.  $v = \frac{m}{V}$ .
3.  $v = \frac{G}{V}$ .
4.  $v = \frac{V}{M}$ .

2. Уравнение состояния идеального газа записывается следующим образом:

1.  $pV = MRT$ .
2.  $pV = mRT$ .
3.  $pV = RT$ .
4.  $pV = \mu RT$ .

3. Формула для определения массовой теплоемкости смеси:

1.  $c_{см} = \sum_{i=1}^n m_i c_i$ .
2.  $c'_{см} = \sum_{i=1}^n r_i c'_i$ .
3.  $\mu c_{см} = \sum_{i=1}^n r_i \mu c_i$ .
4.  $c_{см} = \sum_{i=1}^n r_i c_i$ .

4. Аналитическое выражение первого закона термодинамики имеет вид:

1.  $dQ = dU + dL$ .
2.  $dQ = dU$ .
3.  $dQ = dL$ .
4.  $dL = -dU$ .

5. Процесс сообщения или отнятия теплоты при постоянном объеме, называется:

1. Изобарным.
2. Изохорным.
3. Адиабатным.
4. Изотермическим.

6. Формула для определения энтальпии воды на линии насыщения:

1.  $i = u + pv$ .
2.  $i' = c_{pm} t$ .
3.  $i'' = i' + r$ .
4.  $i_x = i' + rx$ .

7. Цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме называется:

1. Цикл Тринклера.
2. Цикл Ренкина.
3. Цикл Отто.
4. Цикл Дизеля.

8. Основным циклом паросиловых установок является:

1. Цикл Тринклера.
2. Цикл Ренкина.
3. Цикл Отто.
4. Цикл Дизеля.

9. Основным циклом холодильных установок является:

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1. Цикл Карно. | 2. Цикл Ренкина. |
| 3. Цикл Отто.  | 4. Цикл Дизеля.  |

## 2.2. Формы промежуточной аттестации

Образец задания к контрольной работе

### «Теплотехнические расчеты тепловых установок»

Контрольная работа "Теплотехнические расчеты тепловых установок" включает расчеты газоздушного подогревателя, циклов двигателей внутреннего сгорания, цикла Ренкина, а также конструкторский и поверочный расчеты водоводяного теплообменного аппарата.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

#### Раздел 1

1. Температура газов при входе в воздухоподогреватель,  $t_1' = 420$  °С.
2. Температура газов при выходе из воздухоподогревателя,  $t_1'' = 170$  °С.
3. Температура воздуха при входе в воздухоподогреватель,  $t_2' = 25$  °С.
4. Температура воздуха при выходе из воздухоподогревателя,  $t_2'' = 240$  °С.
5. Объемный состав дымовых газов –  $\text{CO}_2 = 11,3\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 20,7\%$ ;  $\text{O}_2 = 14,3\%$ ;  $\text{N}_2 = 53,7\%$ .
6. Часовой расход газов при  $t_1''$  составляет  $50 \cdot 10^3$  м<sup>3</sup>/ч.
7. Разряжение в газоходе – 15 мм вод. ст.
8. Барометрическое давление – 760 мм рт. ст.

Определить:

1. Кажущийся молекулярный вес дымовых газов.
2. Газовую постоянную дымовых газов.
3. Весовые (массовые) доли отдельных компонентов, входящих в состав дымовых газов.
4. Парциальные давления компонентов.
5. Часовой расход воздуха.

Принять, что все тепло, отданное газом, воспринято воздухом. Зависимость теплоемкости от температуры считать криволинейной.

#### Раздел 2

1. Начальное давление  $p_1 = 0,100$  МПа.
2. Начальная температура  $T_1 = 293$  К.
3. Степень сжатия  $\varepsilon = 12$ .
4. Степень повышения давления  $\lambda = 1,5$ .
5. Степень предварительного расширения  $\rho = 1,6$ .

Определить:

1. Значения параметров и функций состояния воздуха ( $p, v, T, u, i, s$ ) для характерных точек цикла.
2. Суммарные количества теплоты подведенной  $q_1$  и отведенной  $q_2$ , работу цикла  $l_u$ , термический к.п.д. цикла  $\eta_t$ .
3. Для каждого из процессов изменение внутренней энергии  $\Delta u$ , энтальпии  $\Delta i$ , энтропии  $\Delta s$ , теплоту процесса  $q$  и работу процесса  $l$ .
4. Построить цикл в координатах  $p-v$  и  $T-s$ , нанеся основные точки цикла и координаты трех промежуточных точек, составляющих его процессов.

#### Раздел 3

Рассчитать три цикла Ренкина паросиловой установки, имеющей следующие параметры:

### Заданные параметры циклов Ренкина

№ цикла	$p_1$ , МПа	$t_1$ , °С	$p_2$ , МПа
1	3,0	300	0,05
2	4,0	450	0,05
3	3,0	300	0,005

Определить:

1. Значения основных параметров и функций состояния воздуха ( $p$ ,  $v$ ,  $t$ ,  $x$ ,  $u$ ,  $i$ ,  $s$ ) для характерных точек рассматриваемых циклов.
2. Значения термического к.п.д циклов ( $\eta_t$ ) и удельные расходы пара ( $v$ ).
3. Влияние основных параметров ( $p_1$ ,  $t_1$ , и  $p_2$ ) на термический к.п.д. цикла Ренкина  $\eta_t$ .
4. Значения термического к.п.д циклов ( $\eta_t$ ) и удельные расходы пара ( $v$ ), используя  $i$ - $s$  диаграмму.
5. Построить графические изображения циклов Ренкина в  $T$ - $s$  и  $i$ - $s$  диаграммах.

#### Раздел 4

1. Тепловая нагрузка  $Q = 875$  кВт.
2. Температура первичной воды на входе в подогреватель  $t_n^{ex} = 140$  °С.
3. Температура первичной воды на выходе из подогревателя  $t_n^{bix} = 70$  °С.
4. Температура вторичной воды на входе в подогреватель  $t_e^{ex} = 10$  °С.
5. Температура вторичной воды на выходе из подогревателя  $t_e^{bix} = 70$  °С.
6. Принимаем значение коэффициента загрязнения (таблица 22)  $\beta = 0,85$ .
7. Принимаем значение коэффициента тепловых потерь  $\eta = 0,95$ .
8. Принимаем значение скорости движения воды в трубках  $v_e = 1$  м/с.

#### СОСТАВ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется в соответствии с выданным заданием и включает в себя расчетную и графические части.

Расчетная часть состоит из трех разделов:

1. Газовые смеси. Теплоемкость газов.
2. Циклы двигателей внутреннего сгорания.
3. Водяной пар. Паросиловые установки.
4. Теплообменные аппараты. Расчет водо-водяного подогревателя для тепловых пунктов.

Графическая часть работы содержит изображение цикла двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммах, схему паросиловой установки, изображение цикла Ренкина в  $T$ - $s$  и  $i$ - $s$  диаграммах, изображение водо-водяного подогревателя и графика изменения температур теплоносителей по длине подогревателя.

Характерные точки циклов наносятся в соответствии с результатами расчетов в выбранном масштабе.

#### ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ


1. Укажите виды теплообмена.
2. Цикл Ренкина.
3. Рассчитать идеальный цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты?
4. На какие группы разделены теплообменные аппараты по принципу действия?

#### Вопросы к экзамену

1. Параметры состояния рабочего тела.
2. Законы идеальных газов.
3. Способы задания газовых смесей.
4. Определение газовой постоянной и кажущейся молекулярной массы смеси газов.
5. Виды теплоемкостей газов.
6. Истинная и средняя теплоемкости газов.
7. Работа расширения газа.
8. Теплота и внутренняя энергия.
9. Первый закон термодинамики.

10. Энтальпия газа.
  11. Изохорный процесс.
  12. Изобарный процесс.
  13. Изотермический процесс.
  14. Адиабатный процесс.
  15. Политропный процесс.
  16. Энтропия.
  17. Тепловая диаграмма.
  18. Основные формулировки второго закона термодинамики.
  19. Уравнение состояния реального газа.
  20. Водяной пар. Основные понятия и определения.
  21.  $p$ - $v$  диаграмма водяного пара.
  22.  $T$ - $s$  и  $i$ - $s$  диаграммы состояния водяного пара.
  23. Влажный воздух. Основные понятия и определения. Параметры состояния влажного воздуха.
  24.  $i$ - $d$  диаграмма состояния влажного воздуха.
  25. Уравнение первого закона термодинамики для потока.
  26. Особенности течения газов через сопла и диффузоры.
  27. Определение скорости истечения и расхода идеального газа из сужающегося сопла.
  28. Истечение газов из сопла Лавала. Действительная скорость истечения.
  29. Дросселирование газов и паров.
  30. Одноступенчатый компрессор. Индикаторная диаграмма идеального одноступенчатого компрессора.
  31. Многоступенчатый компрессор. Индикаторная диаграмма идеального многоступенчатого компрессора.
  32. Цикл Отто.
  33. Цикл Дизеля.
  34. Цикл Тринклера.
  35. Цикл Ренкина паросиловой установки.
  36. Теплофикационный цикл.
  37. Виды теплообмена. Основные понятия и определения.
  38. Теплопроводность. Основные понятия.
  39. Гипотеза Фурье. Коэффициент теплопроводности.
  40. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.
  41. Теплопроводность однослойной плоской стенки.
  42. Теплопроводность однослойной цилиндрической стенки.
  43. Теплопроводность многослойной плоской стенки.
  44. Теплопроводность многослойной цилиндрической стенки.
  45. Теплопередача через однослойную плоскую стенку. Коэффициент теплопередачи.
  46. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку.
  47. Расчет изоляции трубопроводов.
  48. Основные виды теплообменных аппаратов.
  49. Уравнение теплового баланса для рекуперативных теплообменных аппаратов.
  50. Уравнение теплопередачи для рекуперативных теплообменных аппаратов.
  51. Метод безразмерных характеристик и его применение к расчету теплообменных аппаратов.
  52. Конструкторский расчет теплообменных аппаратов.
  53. Конвективный теплообмен. Основные понятия. Закон Ньютона-Рихмана.
  54. Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях.
  55. Критериальные уравнения.
  56. Регулярный режим охлаждения твердых тел.
  57. Теплообмен излучением. Основные понятия.
- Виды лучистых потоков.
58. Законы теплового излучения твердых тел.
  59. Теплообмен излучением между твердыми телами.
  60. Сложный теплообмен.

## Примерная структура билета

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «СамГТУ») Филиал ФГБОУ ВО «СамГТУ» в г. Белебее Республики Башкортостан
Кафедра <u>«Строительство»</u>	
<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2</b>	
по дисциплине (модулю) <u>Теоретические основы теплотехники</u> Код направления подготовки (специальности) <u>08.03.01</u> Семестр 2	
1. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. 2. Условия подобия физических явлений. Преобразование подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Понятие о математическом моделировании.	
Составил: доцент, к.т.н. _____ Зеленцов Д.В.	Утверждаю: Заведующий кафедрой _____ Цынаева А.А.
Дата _____ 20 г.	Дата _____ 20 г.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

#### 3.1. Характеристика процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица 5

№ п/п	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений, обучающихся
1.	Контрольная работа	систематически на всех видах занятий /письменно и устно	экспертный	По пятибалльной шкале	рабочая книжка преподавателя
2.	Задачи для решения на практических занятиях	систематически на практических занятиях / устно	экспертный	По пятибалльной шкале	рабочая книжка преподавателя
3.	Защита отчёта по лабораторным работам	систематически на лабораторных занятиях / устно	экспертный	По пятибалльной шкале	рабочая книжка преподавателя
4.	Тестирование – вопросы тестов	систематически на всех видах занятий /письменно и устно	экспертный	По пятибалльной шкале	систематически на всех видах занятий /письменно и устно
5.	Промежуточная аттестация – вопросы экзаменационных билетов	по окончании изучения дисциплины/ устно и письменно	экспертный	По пятибалльной шкале	экзаменационная ведомость, зачетная книжка

#### 3.2. Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины во время занятий (текущий контроль успеваемости)

##### Критерии оценивания теста

Таблица 8

Шкала оценивания	Критерии оценки	Кол-во баллов
«Отлично»	ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое	(16-25) баллов

	оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей. Отвечает на все поставленные вопросы	
«Хорошо»	ставится, если выполнены требования к оценке «отлично», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочёта	(11-15) баллов
«Удовлетворительно»	ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки. Затрудняется дать ответы на поставленные вопросы	(1-10) баллов
«Неудовлетворительно»	ставится, если работа выполнена не полностью	0 баллов

### Критерии оценки и шкала оценивания контрольной работы

Таблица 6

Шкала оценивания	Критерии оценки	Кол-во баллов
«Отлично»	Студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показатели рейтинга (все предусмотренные РПД учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному).	(16-25) баллов
«Хорошо»	Студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы, допуская незначительные погрешности, показатели рейтинга (все предусмотренные РПД учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено максимальным числом баллов).	(11-15) баллов
«Удовлетворительно»	Студент показывает достаточные, но неглубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами, для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы, достигнуты минимальные или выше показатели рейтинговой оценки при наличии выполнения предусмотренных РПД учебных заданий	(1-10) баллов
«Неудовлетворительно»	Ответы на вопросы даны не верно	0 баллов

### Критерии оценивания задач для решения на практических занятиях

Таблица 7

Шкала оценивания	Критерии оценки	Кол-во баллов
«Отлично»	выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	(16-25) баллов
«Хорошо»	выставляется студенту, если он по существу излагает материал, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Знает наиболее важные закономерности	(11-15) баллов
«Удовлетворительно»	выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Знает перечень наиболее важных категорий, основные направления взаимодействия указанных категорий. Умеет определять смысл. Владеет основными методами способами и средствами получения, хранения, переработки информации.	(1-10) баллов
«Неудовлетворительно»	выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на практикоориентированные вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	0 баллов

### Критерии оценивания защиты отчёта по лабораторным работам

Таблица 8

Шкала оценивания	Критерии оценки	Кол-во баллов
«Отлично»	ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей. Отвечает на все поставленные вопросы	(16-25) баллов
«Хорошо»	ставится, если выполнены требования к оценке «отлично», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочёта	(11-15) баллов
«Удовлетворительно»	ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки. Затрудняется дать ответы на поставленные вопросы	(1-10) баллов
«Неудовлетворительно»	ставится, если работа выполнена не полностью	0 баллов

### Общие критерии и шкала оценивания результатов для допуска к промежуточной аттестации

Таблица 9

Наименование оценочного средства		Балльная шкала
1.	Контрольная работа	0-25 баллов
2.	Задачи для решения на практических занятиях	0-25 баллов
3.	Защита отчёта по лабораторным работам	0-25 баллов
4.	Тест	0-25 баллов
<b>Итого:</b>		100 баллов

Максимальное количество баллов за семестр – 100. Обучающийся допускается к экзамену при условии 51 и более набранных за семестр баллов.

### 3.3. Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины на промежуточной аттестации

Основанием для определения оценки на экзаменах служит уровень освоения обучающимися материала и формирования компетенций, предусмотренных программой учебной дисциплины.

Успеваемость на экзамене определяется оценками: 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

**Оценку «отлично»** получает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 85-100 %**, показавший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные рабочей программой, усвоивший основную и ознакомленный с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных положений учебной дисциплины, необходимых для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.

**Оценку «хорошо»** заслуживает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 71-84 %**, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные рабочей программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающимся, продемонстрировавшим систематическое владение материалом дисциплины, способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности, но допустившим несущественные неточности в ответе.

**Оценку «удовлетворительно»** получает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 51-70 %**, обнаруживший знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных рабочей программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных недочетов.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, освоившему компетенции дисциплины на всех этапах их формирования менее чем **на 51%**, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных рабочей программой заданий.

### Шкала оценивания результатов



Таблица 11

<b>Процентная шкала (при ее использовании)</b>	<b>Оценка в системе «неудовлетворительно – удовлетворительно – хорошо – отлично»</b>
0-50%	Неудовлетворительно
51-70%	Удовлетворительно
71-84%	Хорошо
85-100%	Отлично

УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала ФГБОУ ВО «СамГТУ»  
в г. Белебее Республики Башкортостан

\_\_\_\_\_ Л.М. Инаходова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины (модуля)**

**Б1.В.02.01 «Теоретические основы теплотехники»**

по направлению подготовки (специальности) 08.03.01 «Строительство» по направленности (профилю) подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция»

**на 20\_\_/20\_\_ учебный год**

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

Разработчик дополнений и изменений:

\_\_\_\_\_ (должность, степень, ученое звание)      \_\_\_\_\_ (подпись)      \_\_\_\_\_ (ФИО)

Дополнения и изменения рассмотрены и одобрены на заседании кафедры « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (степень, звание, подпись)      \_\_\_\_\_ (ФИО)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

## Б1.В.02.01 «Теоретические основы теплотехники»

Код и направление подготовки (специальность)	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Теплогазоснабжение и вентиляция
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очно-заочная
Год начала подготовки	2021
Выпускающая кафедра	Строительство
Кафедра-разработчик	Строительство
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	экзамен, контрольная работа

	Час. / з.е.	Лек. зан., час.	Лаб. зан., час.	Практич. зан., час.	КСР	СРС	Контроль	Форма контроля
3	108 / 3	4	4	4	3	84	9	экзамен, контрольная работа
Итого	108 / 3	4	4	4	3	84	9	экзамен, контрольная работа

<b>Универсальные компетенции:</b>	
не предусмотрены учебным планом	
<b>Общепрофессиональные компетенции:</b>	
не предусмотрены учебным планом	
<b>Профессиональные компетенции:</b>	
ПК-1	Способность к разработке рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
ИД-1 ПК-1	Осуществляет разработку рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
ПК-2	Способность осуществлять разработку проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
ИД-1 ПК-2	Выполняет расчеты для проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
ИД-2 ПК-2	Осуществляет разработку текстовой и графической частей проектной документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
ИД-3 ПК-2	Выполняет подготовку к выпуску проекта систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разделами:

Раздел 1. Термодинамика. · Введение. Предмет технической термодинамики и ее методы. · Первый закон термодинамики. Работа расширения газа. Внутренняя энергия, энтальпия. · Второй закон термодинамики. Понятие обратимости процессов. Цикл Карно. Энтропия. Тепловая диаграмма. · Термодинамические свойства реальных газов. Водяной пар. Уравнение состояния реальных газов. Виды водяного пара. · Влажный воздух. Параметры состояния влажного воздуха. Основные процессы во влажном воздухе: нагрев (охлаждение), адиабатное увлажнение. · Термодинамика потока. Сжатие газа в компрессоре. Уравнение первого закона термодинамики для движения потока газа. · Анализ

термодинамических циклов тепловых двигателей и энергетических установок. · Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы паротурбинных установок. Цикл Ренкина.

Раздел 2. Тепломассообмен. · Предмет и задачи теории теплообмена. Способы переноса теплоты, температурное поле, градиент температуры, тепловой поток. Теплопроводность. Закон Фурье. · Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. · Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. · Основные положения теории подобия. · Теплообмен излучением. Законы теплового излучения. · Конструкторский и поверочный расчеты теплообменных аппаратов. Классификация теплообменных аппаратов. · Основные закономерности тепло- и массопереноса.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме вопросов к устному опросу, задач для решения на практических занятиях, защиты отчёта по лабораторным работам, тестирование и промежуточный контроль в форме экзамена и выполнения контрольной работы.