

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



А.Г. Валишева
«04» июля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета физики,
математики и инженерных технологий



А.Г. Валишева
«04» июля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕПЛОТЕХНИКА И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

Составитель(и)	Абуова Г.Б., к.т.н., доцент
Согласовано с работодателями:	Тетерятников С.А., заместитель генерального директора по общим вопросам ООО «Акведук»; Медведев А.А., главный инженер МУП г. Астрахани «Астрводоканал» 08.03.01 Строительство
Направление подготовки / специальность	Инженерные системы жизнеобеспечения в строительстве
Направленность (профиль) / специализация ОПОП	
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приёма	2026
Курс	2
Семестр(ы)	3

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Теплотехника и строительная теплофизика» является формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» и получение знаний, умений и навыков в области теплотехники и строительной теплофизики, которые будут использоваться в проектной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины «Теплотехника и строительная теплофизика»:

- ознакомить студентов с фундаментальными понятиями теплотехники и строительной теплофизики;
- привить студентам умение самостоятельно изучать литературу по теплотехнике и строительной теплофизике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Теплотехника и строительная теплофизика» относится к обязательной части и осваивается в 3 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами: «Высшая математика», «Физика».

Знания: основные понятия курса высшей математики и физики элементарных функций и их свойств.

Умения: применять понятийный аппарат высшей математики и физики в процессе решения задач.

Навыки: использовать универсальные учебные действия при решении физико-математических и химических задач.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: *отопление, газоснабжение, теплоснабжение, вентиляция и кондиционирование воздуха.*

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

1) *Профессиональных компетенций (ПК):*

ПК-2. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-2	ПК-2.1 Расчет теплотехнических показателей	методику расчета теплотехнически	осуществлять расчет теплотехнических	расчета теплотехнических показателей

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
	теплозащитной оболочки здания	х показателей теплозащитной оболочки здания.	показателей теплозащитной оболочки здания.	теплозащитной оболочки здания;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетные единицы (108 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в академических часах	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	55,25
- занятия лекционного типа, в том числе:	18
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	36
- практическая подготовка (если предусмотрена)	2
- консультация (предэкзаменационная)	1
- промежуточная аттестация по дисциплине	0,25
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	52,75
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестры	экзамен - 3 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для очной формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	<i>для очной формы обучения</i>				СР, час.	Итого часов	Форма текущего
	Контактная работа, час.						
	Л	ПЗ	ЛР	К			

	Л	В т.ч. ПП	ПЗ	В т.ч. ПП	ЛР	В т.ч. ПП	Р / К П			контроля успеваемо сти, форма промежудо чной аттестации [по семестра м]	
Семестр 3.											
Раздел 1.Теплотехника	8		16					26	66	Опрос, практичес кое задание, тест	
Раздел 2 Строительная теплофизика	10		20					26,75	56,75	Опрос, практичес кое задание, расчетно- графичес кая работа, тест	
Консультации										1	
Контроль промежуточной аттестации										0,25	Экзамен
ИТОГО за семестр:	18		36					52,75	108		
Итого за весь период	18		36					52,75	108		

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

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

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ПК-2		
Раздел 1.Теплотехника	66	+		2
Раздел 2. Строительная теплофизика	56,75	+		2
Итого	108			

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел 1. Теплотехника

Основные понятия раздела "Теплотехника". Вид теплоносителя - идеальный газ. Основные понятия, параметры состояния, основные уравнения состояния, взаимосвязь между термодинамическими параметрами. Термодинамические процессы и их основные функции. Первый и второй законы термодинамики. Графическое представление термодинамических процессов и характер изменения основных параметров состояния. Допустимость применения

формулы идеального газа для различных видов теплоносителей в реальных условиях. Вид теплоносителя - водяной пар. Основные понятия и состояния, уравнение основных процессов, взаимосвязь между термодинамическими параметрами. I-S диаграмма водяного пара, термодинамические таблицы водяного пара. Вид теплоносителя - влажный воздух. Основные понятия и состояния, уравнение основных процессов, взаимосвязь между термодинамическими параметрами. I-d диаграмма влажного воздуха.

Основные понятия и законы движущейся среды. Сопло и его различные типы. Скорость звука в движущейся среде. Дозвуковое и сверхзвуковое течение газа и водяного пара.

Компрессор как вид теплотехнического устройства, используемого в пожарном деле. Одно- и многоступенчатые компрессоры. Основные понятия и рабочие циклы, уравнения для расчета мощности привода компрессоров. Двигатели внутреннего сгорания. Основные типы и рабочие циклы. Графическое представление на P-V и T-S диаграммах рабочих циклов различных видов двигателей внутреннего сгорания. Третий закон термодинамики (теорема Нернста).

Вид теплообмена - теплопроводность. Закон Фурье. Закон Фурье для плоской одно- и многослойной стенки. Закон Фурье для цилиндрической одно- и многослойной стенки. Закон Фурье для сферической одно- и многослойной стенки. Теплопередача как комбинированный процесс, состоящий из основных видов теплообмена. Закон Ньютона-Рихмана для плоской, цилиндрической и сферической одно- и многослойных стенок. Уравнение теплопередачи для плоской, цилиндрической и сферической одно- и многослойных стенок.

Теория подобия. Основные теоремы теории подобия. Критерии подобия. Критериальные уравнения. Применение теории подобия для нахождения теплового потока различных видов конвективного теплообмена. Вид теплообмена – конвективный теплообмен.

Свободная и вынужденная конвекция. Основные условия и уравнения развития конвективного теплообмена. Вывод уравнения теплообмена.

Раздел 2. Строительная теплофизика

Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания с учетом удельных потерь теплоты через линейные и точечные неоднородности.

Паропроницание через многослойное ограждение, сопротивление паропроницанию ограждения. Воздухопроницание через ограждающие конструкции. Разность давлений на наружной и внутренней поверхностях ограждений. Воздушный режим здания. Характеристики процесса воздухопроницания конструкций здания. Гравитационное и ветровое давление. Расчетная разность давления воздуха и эпюры давления. Учет воздушного режима здания при расчете отопления и вентиляции. Лучистый теплообмен в помещении. Конвективный теплообмен в помещении. Общий теплообмен на поверхности в помещении. Тепловой баланс воздуха в помещении. Полная система уравнений общего теплообмена в помещении. Уравнение общего теплообмена в помещении (уравнение профессора В.Н. Богословского). Расчетные внутренние тепловые условия. Характеристики наружного климата. Нормирование и расчет теплозащитных свойств ограждения. Определение потерь теплоты помещением. Теплофизические характеристики строительных материалов

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю).

Методические указания по проведению лекционных занятий

Лекция – один из методов обучения, одна из основных системообразующих форм организации учебного процесса в вузе. Лекционное занятие представляет собой

систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем-лектором учебного материала теоретического и практического характера. Такое занятие представляет собой элемент технологии представления учебного материала путем логически стройного, систематически последовательного и ясного изложения.

Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. Чтение курса лекций позволяет дать связанное, последовательное изложение материала в соответствии с новейшими данными науки, сообщить слушателям основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде. В ряде случаев лекция выполняет функцию основного источника информации.

Задачи лекции заключаются в обеспечении формирования системы знаний по учебной дисциплине, в умении аргументировано излагать научный материал, в формировании профессионального кругозора и общей культуры, в оптимизации других форм организации учебного процесса.

Организационно-методической базой проведения лекционных занятий является рабочий учебный план направления или специальности. При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться учебными программами по дисциплинам кафедры, тематика и содержание лекционных занятий которых представлена в учебно-методических комплексах. Характеристика отдельных тем дисциплины, которые выносятся на самостоятельную работу, недостаточно раскрываются в учебниках и учебных пособиях либо представляют трудности для освоения студентами (требуются дополнительные комментарии, советы, указания по их изучению).

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Лекция как элемент образовательного процесса должна включать следующие этапы: формулировку темы лекции, указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение, изложение вводной части, изложение основной части лекции, краткие выводы по каждому из вопросов, заключение, рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Методические указания по проведению практических занятий

Целью практических занятий является формирование у студентов умений и навыков применять материал лекции при решении определенных задач, повышение знаний студентов, совершенствование навыков изложения своих мыслей устно и письменно, навыков работы с технической литературой, умения осуществлять поиск решения задачи и анализировать полученные результаты.

Практические занятия проводятся с использованием традиционных и интерактивных форм обучения, таких как парная и командная работа, групповые обсуждения, тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций (кейс метод), коллоквиумы, тестирование.

Правильно организованные практические занятия ориентированы на решение следующих задач:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретических знаний по дисциплине «Теплотехника и строительная теплофизика»;

- формирование практических умений и навыков решения математических задач, соответствующих компетенций;

- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию требований Государственных образовательных стандартов. Перечень тем практических занятий по

дисциплине «Теплотехника и строительная теплофизика» определяется рабочей учебной программой дисциплины. План практических занятий должен отвечать общим идеям и направленности лекционного курса, и соотнесен с ним в последовательности тем.

Структура практического занятия должна состоять из следующих компонентов: вступление педагога; ответы на вопросы студентов по неясному предшествующему учебному материалу; практическая часть как плановая; заключительное слово педагога.

Задания для практических занятий могут быть разных видов:

1) задания на иллюстрацию теоретического материала, имеющие воспроизводящий характер. Они выявляют качество понимания студентами теории;

2) типовые задачи, образцы решения которых были показаны преподавателем на лекции. Для самостоятельного выполнения таких заданий требуется, чтобы студент овладел показанными методами решения;

3) задания, содержащие элементы творчества. Одни из них требуют от студента преобразований, реконструкций, обобщений. Для их выполнения необходимо привлекать ранее приобретенный опыт, устанавливать внутрипредметные и межпредметные связи. Выполнение других требует дополнительных знаний, которые студент должен приобрести самостоятельно. Третьи предполагают наличие у студента некоторых исследовательских умений;

4) Индивидуальные задания, на различный срок, определяемый преподавателем, с последующим представлением их для проверки и отчетом в указанный срок.

На практических занятиях студенты овладевают основными методами и приемами самостоятельного решения задач. Если студент не может самостоятельно разобраться в решении той или иной задачи преподавателю рекомендуется дать консультацию, пояснить еще раз метод решения и далее стимулировать работу студента путем системы наводящих вопросов при решении аналогичных задач.

Практические занятия должны так быть организованы, чтобы студенты ощущали нарастание сложности выполнения заданий, испытывали бы положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении.

В заключительной части преподаватель должен подвести итоги занятия, отметив положительные и отрицательные стороны, выдать домашнее задание и ориентировать студентов на следующее практическое занятие.

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется использовать учебно-методическое обеспечение, указанное в пункте 8.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Приступая к изучению учебной дисциплины «Теплотехника и строительная теплофизика», студенту необходимо ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке учебного заведения, встретиться с профессорско-преподавательским составом, получить в библиотеке рекомендованные учебники, учебно-методические пособия с методическим материалом, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и выполнения практических заданий.

В ходе лекционных занятий студентам рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений. В ходе подготовки к лабораторно-практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

При подготовке к практическим занятиям лекционный материал каждого раздела должен прочитываться студентами многократно. Необходимо запомнить основные понятия, теоремы лекции и изучить методы решения типовых задач, это должно стать основным ориентиром во всех последующих видах работы с лекциями и учебным материалом.

При подготовке к контрольной работе и зачету студентам следует повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на контрольную работу, зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Помимо лекций и практических занятий по дисциплине «Теплотехника и строительная теплофизика» учебным планом предусмотрена и самостоятельная работа студента по изучению данной дисциплины.

Самостоятельная работа – это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа выполняет ряд функций, среди которых необходимо отметить следующие:

- развивающая (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- ориентирующая и стимулирующая (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательная (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста);
- исследовательская (новый уровень профессионально-творческого мышления);
- информационно-обучающая (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях).

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

В учебном процессе высшего учебного заведения выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданиям.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Внеаудиторная самостоятельная работа может включать такие формы работы, как: индивидуальные занятия (домашние занятия); изучение программного материала дисциплины (работа с учебником и конспектом лекции); изучение рекомендуемых литературных источников; конспектирование источников; выполнение контрольных работ; работа со словарями и справочниками; работа с электронными образовательными ресурсами и ресурсами Internet; выполнение типовых расчетов; подготовка презентаций; ответы на контрольные вопросы; работа с компьютерными программами (математическими пакетами); подготовка к экзамену; групповая самостоятельная работа студентов; получение консультаций для разъяснений по вопросам изучаемой дисциплины.

Содержание самостоятельной работы студентов по изучению дисциплины «Теплотехника и строительная теплофизика» представлено в таблице 4.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Раздел 1. Теплотехника	26	Самостоятельная внеаудиторная работа: изучение соответствующих разделов рекомендуемых источников; решение практических задач
Раздел 2. Строительная теплофизика	26,75	

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

В процессе изучения дисциплины «Теплотехника и строительная теплофизика» предусмотрены следующие виды и формы письменных работ для самостоятельного выполнения:

- 1) расчетно-графическая работа;
- 2) практические задания.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров в рамках изучения дисциплины «Теплотехника и строительная теплофизика» предусмотрено использование в учебном процессе следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
<i>Раздел 1. Теплотехника</i>	Лекция-презентация	Фронтальный опрос. Выполнение практических задач	Не предусмотрено
<i>Раздел 2. Строительная теплофизика</i>	Лекция-презентация	Фронтальный опрос. Выполнение практических задач	Не предусмотрено

6.2. Информационные технологии

В процессе изучения дисциплины «Теплотехника и строительная теплофизика» рекомендуется использовать при выполнении учебной и внеучебной работы следующие информационные технологии:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- 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 образование») 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 10 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

6.3.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru/catalog/>
2. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Теплотехника и строительная теплофизика» 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 (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
<i>Раздел 1. Теплотехника</i>	ПК-2	Опрос, практическое задание, тест
<i>Раздел 2. Строительная теплофизика</i>	ПК-2	Опрос, практическое задание, расчетно-графическая работа, тест

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

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, неспособен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

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

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания

	преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	неспособен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Раздел 1.Теплотехника

Примерные вопросы для устного опроса

- 1 Что такое истинная теплоемкость? Массовая, молярная теплоемкость.
- 2 Как определяется объемный расход воздуха через калориметр?
- 3 Что такое изобарная и изохорная теплоемкость?
- 4 Что называется влажным воздухом? Id-диаграмма влажного воздуха.
- 5 Характеристики влажного воздуха: относительная влажность, влагосодержание, энтальпия, температуры точки росы и мокрого термометра, парциальное давление пара.
- 6 Какие процессы происходят в калорифере, сушильной камере? Изображение процессов изменения состояния влажного воздуха.
- 7 Уравнение теплового баланса. Составляющие теплового баланса и их определение.
- 8 Теплопроводность. Закон теплопроводности Фурье. Градиент температуры. Термическое сопротивление.
- 9 Многослойные плоские стенки. Эквивалентная теплопроводность.
- 10 Уравнение теплопроводности для цилиндрической стенки. Критический диаметр цилиндрической стенки.
- 11 Метод дополнительной стенки.
- 12 Теплоотдача. Коэффициент теплоотдачи. Закон теплоотдачи (Ньютона- Рихмана).
- 13 Как измеряются температуры на поверхности стенки? Как устроена термопара?
- 14 Конвективный и лучистый тепловые потоки.
- 15 Числа подобия: Нуссельта, Грасгофа, Прандтля, Рейнольдса. Физический смысл.
- 16 Уравнения подобия.
- 17 Коэффициент теплопередачи.. Уравнение теплопередачи. Уравнение теплового баланса.
- 18 Как определяется коэффициент теплоотдачи при пленочной конденсации пара на горизонтальной трубе?
- 19 Определение коэффициента теплоотдачи при движении жидкости в каналах при турбулентном и ламинарном режимах движения?

Практические задания:

- 1 В закрытом сосуде объемом V находится двуокись углерода при P_1 и t_1 . Газу сообщается количество теплоты, равное Q . Определить температуру и давление двуокиси углерода в конце процесса. Теплоемкость газа считать постоянной.
- 2 В трубках воздухоподогревателя парогенератора протекает воздух в количестве V_n (приведенный к нормальным условиям). Его температура на входе t_1 . Какова температура воздуха на выходе из воздухоподогревателя, если топочные газы сообщают воздуху количество теплоты Q ? Определить работу расширения воздуха, которую он совершает в течении 1 часа. Процесс подогрева воздуха считать изобарным, происходящим при $P=0.1$ МПа. Потерями теплоты в окружающую среду пренебречь.

- 3 Воздух в количестве V при температуре t и давлении P поступает в компрессор, где сжимается, а затем протекает между трубами холодильника, в которых движется охлаждаемая вода. Определить расход воды, если на выходе из компрессора воздух имеет параметры t_1 и P_1 . Температура воздуха за холодильником 40. Вода нагревается на 20.
- 4 В экранную трубу парового котла поступает M кг/ч воды при температуре насыщения. Найти плотность выходящей из трубы пароводяной смеси, если давление в котле P , а тепловосприятие трубы q ; изменением давления по высоте пренебречь.
- 5 Стальной цилиндрический резервуар диаметром D и длиной l заполнен сухим насыщенным паром с давлением P_1 . К резервуару подводится некоторое количество теплоты, в результате чего давление увеличивается до P_2 . Определить конечную температуру пара и количество подведенного тепла.
- 6 Определить толщину слоя изоляции паропровода наружным диаметром d_2 , если при температуре его поверхности t_{c2} наружная поверхность изоляции имеет температуру $t_{c3} = 60^\circ\text{C}$. Теплопроводность изоляции $\lambda = 0,22$. Температура окружающего воздуха $t_{ж2} = 20^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи от изоляции к воздуху $\alpha = 2$.
- 7 Вертикальный паропровод с наружным диаметром d и длиной l охлаждается свободным потоком воздуха, температура которого $t_{ж}$. Температура поверхности трубы $t_{ст}$. Определить потери теплоты паропроводом. Во сколько раз изменится величина тепловых потерь, если паропровод будет покрыт слоем изоляции толщиной δ , чтобы температура поверхности была равна $t_{ст} = 60^\circ\text{C}$? Потери теплоты излучением не учитывать.

Раздел 2. Строительная теплофизика

Примерные вопросы для устного опроса

1. Что такое нестационарное температурное поле?
2. Что понимается под "теплофизическими характеристиками строительных материалов".
3. Какие группы методов теплофизических характеристик строительных материалов Вы знаете?
4. Перечислите основные достоинства и недостатки стационарных методов определения теплофизических характеристик строительных материалов.
5. Перечислите основные достоинства и недостатки нестационарных (начальной стадии теплообмена) методов определения теплофизических характеристик строительных материалов.
6. На чем основан импульсный метод определения теплофизических характеристик строительных материалов?
7. Что такое электротепловая аналогия?
8. Почему возможна электротепловая аналогия?
9. Какие прямые аналоги в тепловом и электрическом полях Вы знаете?
10. С помощью каких двух групп электрических моделей осуществляется моделирование процессов теплопередачи?
11. В какой точке сечения угла наружной стены температура минимальна? Почему?

Практические задания:

Задание 1. Определить расчетную температуру наружного воздуха для стены здания в Москве, выполненной в виде панели из карамзитобетона с плотностью материала 800 кг/м^3 , толщиной 30 см, коэффициентом теплопроводности $2900 \text{ Вт/}^\circ\text{C}\cdot\text{м}$ и коэффициентом теплоусвоения $37450 \text{ Вт/}^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2$, покрытой с двух сторон бетонными фактурными слоями толщиной по 1,5 см, плотностью 1600 кг/м^3 , коэффициентом теплопроводности $7560 \text{ Вт/}^\circ\text{C}\cdot\text{м}$ и коэффициентом теплоусвоения $85485 \text{ Вт/}^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2$.

Задание 2. Найти нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки на стену здания на высоте $h=200$ м при скорости ветра на высоте 10 м равной $v_0=6$ м/с. Тип местности С. Ветер направлен на длинную сторону здания. Здание прямоугольной формы с плоской крышей.

Задание 3. Кирпичная стена толщиной $2d = 500$ мм обеими поверхностями соприкасается со

средой, имеющей температуру 18°C . Коэффициенты теплопроводности, температуропроводности и плотность материала соответственно равны: $l = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; $a = 0,647 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $\rho = 1700 \text{ кг}/\text{м}^3$. Как изменится температура на поверхности и в середине кладки в течение 1 ч, если температура среды внезапно понизилась до 8°C ? Коэффициент теплоотдачи с поверхности кладки остается постоянным и равным $7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Замечание. В задаче число $Fo < 0,3$, поэтому для нахождения температуры нельзя ограничиться только первым членом ряда, а необходимо вычислить не менее трех членов суммы. Значения корней уравнения (2-1) можно найти в таблицах.

Задание 4. Определить достаточность сопротивления теплопередаче наружной кирпичной стены слоистой кладки с внутренним утепляющим слоем. Место строительства – город Воронеж, жилое здание. Температура внутреннего воздуха $t_{в}=+20^{\circ}\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения $\alpha_{н}=23 \text{ Вт}/\text{оС}\cdot\text{м}^2$, а внутренней – $\alpha_{в}= 8,7 \text{ Вт}/\text{оС}\cdot\text{м}^2$. Данные о конструктивных слоях стены представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для теплотехнического расчета

Наименование материала	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Толщина, м	λ , $\text{Вт}/(\text{оС}\cdot\text{м})$	$R_{с}$, $\text{оС}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$
Известково-песчаный раствор		0,015	0,70	0,022
Кирпичная кладка из пустотного кирпича		0,120	0,47	0,255
Плиты пенополистирольные		0,050	0,041	1,219
Кирпичная кладка из пустотного кирпича (облицовочного)	1200	0,640	0,47	1,362

Задание расчетно-графической работы на тему: «Теплотехнический расчет наружных ограждений и расчет теплового режима здания».

Варьируются здания, материалы ограждающих конструкций, районы строительства.

Задание:

Определить значения требуемого сопротивления теплопередаче, исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий - по формуле (3) и из условий энергосбережения по таблице СП 50.13330.2024 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий». Рассчитать приведенное сопротивление теплопередаче с учетом линейных и точечных неоднородностей и толщину теплоизоляционного слоя конструкции и коэффициент теплопередачи.

Рассчитать общее сопротивление паропрооницанию.

Определить плотность потока водяного пара через стену при средних за самый холодный месяц температуре и парциальном давлении водяного пара в наружном воздухе.

Графически определить зону возможной конденсации водяного пара в толще стены. Выполнить расчет требуемых в соответствии с СП 50.13330.2024 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий» сопротивлений паропрооницанию от внутренней среды до плоскости возможной конденсации и сравнить фактическое сопротивление паропрооницанию в этой части стены с ними. Наметить меры, по обеспечению выполнения требований СП.

Необходимо определить требуемое сопротивление теплопередаче заполнения светового проема и наружной двери, выбрать конструкцию окна и наружной двери с сопротивлением теплопередаче, больше требуемого. Рассчитать требуемое сопротивление воздухопроницанию окон. Принять к установке окна с фактическим сопротивлением воздухопроницанию при разности давлений по обе стороны окна $P=10 \text{ Па}$ не меньше требуемого. Рассчитать амплитуду колебания температуры помещения в период отопления "пропусками" при температуре наружного воздуха $+5^{\circ}\text{C}$.

Рассчитать температуру, необходимую для компенсации теплотерь помещения, нагретой потолочной панели, расположенной по всей площади потолка. Определить при этом коэффициенты конвективного и лучистого теплообмена на поверхности панели.

Проверить соответствие температурных условий в помещении первому и второму условиям комфортности. Теплотехнический расчет наружных ограждений общественного

здания, расчет влажностного режима наружной стены, расчет стационарного и нестационарного теплового режима одного помещения.

Примеры зданий – объектов проектирования: детский сад, общеобразовательная школа, магазин бытовой химии, клуб-столовая, детский оздоровительный лагерь, кинотеатр, административное здание.

Примерные вопросы при защите расчетно-графической работы:

- 1 Как выбираются расчетные параметры наружного климата для теплотехнических расчетов?
- 2 Как рассчитываются требуемые сопротивления теплопередаче наружного ограждения?
- 3 Как определяется приведенное сопротивление теплопередаче массивных наружных ограждений?
- 4 Как находятся удельные потери теплоты через линейную и через точечную неоднородности?
- 5 Как выбирается конструкция и плотность светопрозрачных ограждений.
- 6 Какие требуемые сопротивления паропроницанию от внутренней среды до плоскости наибольшего увлажнения учитывались при расчете?
- 7 Что влияет на требуемое сопротивление воздухопроницанию ограждения?

Тестовые вопросы

Раздел “Теплотехника”

1. Закон Бойля – Мариотта для изотермического термодинамического процесса утверждает что:
 - 1) при $p = const, v_i / T_i = const$;
 - 2) при $T = const, v_i \cdot p_i = const$;
 - 3) при $V = const, p_i / T_i = const$;
 - 4) $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$.
2. Закон Гей – Люсака для изобарного термодинамического процесса утверждает что:
 - 1) при $p = const, \frac{v_i}{T_i} = const$;
 - 2) при $T = const, p_i \cdot v_i = const$;
 - 3) при $V = const, \frac{p_i}{T_i} = const$;
 - 4) $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$.
3. Для изохорного термодинамического процесса закон Шарля утверждает что:
 - 1) при $T = const, p_i \cdot v_i = const$;
 - 2) при $V = const, \frac{p_i}{T_i} = const$;
 - 3) при $p = const, \frac{v_i}{T_i} = const$;
 - 4) $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$.
4. Величина μR называется:
 - 1) удельная газовая постоянная;
 - 2) термический коэффициент полезного действия;
 - 3) универсальная газовая постоянная;
 - 4) холодильный коэффициент.
5. Термодинамическая система, не обменивающаяся теплотой с окружающей средой, называется:
 - 1) открытой;
 - 2) закрытой;
 - 3) изолированной;
 - 4) адиабатной.

6. Термодинамический процесс, протекающий как в прямом, так и в обратном направлении называется:

- 1) равновесным;
- 2) обратимым;
- 3) неравновесным;
- 4) необратимым.

7. Термодинамический процесс, в котором рабочее тело, пройдя ряд состояний, возвращается в начальное состояние, называется:

- 1) необратимым;
- 2) равновесным;
- 3) обратимым;
- 4) неравновесным.

8. Удельная массовая теплоемкость определяется по формуле:

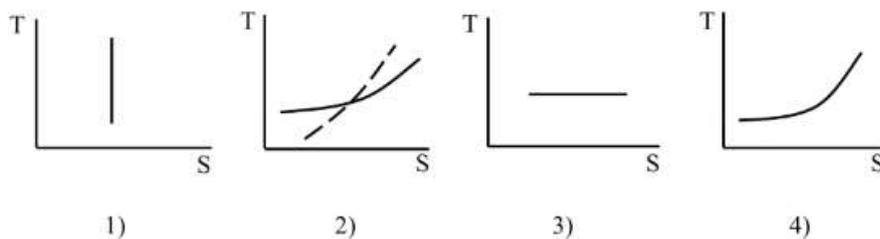
$$1) \mu_c = \frac{\partial Q}{n \cdot dt}; \quad 2) c = \frac{\partial Q}{dt};$$

$$3) c = \frac{\partial Q}{m \cdot dt}; \quad 4) c' = \frac{\partial Q}{V \cdot dt}.$$

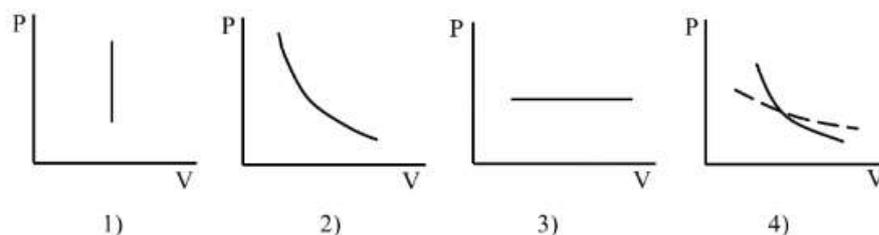
9. Теплоёмкость, определенная при постоянном давлении называется:

- 1) изохорной;
- 2) изобарной;
- 3) истинной;
- 4) средней.

10. Изображение изохорного процесса на диаграмме в координатах T – S имеет вид:



11. Изотермический процесс в газе в координатах P – V показан на диаграмме:



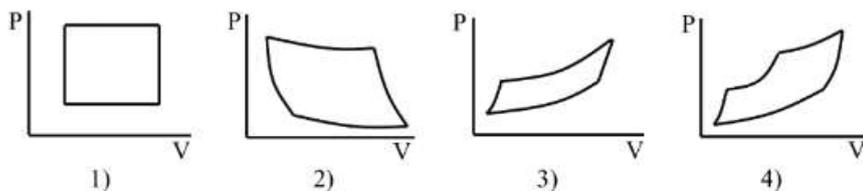
12. Значение показателя адиабаты зависит от:

- 1) температуры;
- 2) давления;
- 3) числа атомности газа;
- 4) удельного объема.

13. По обратному циклу Карно работают:

- 1) тепловые двигатели;
- 2) паровые турбины;
- 3) двигатели внутреннего сгорания;
- 4) холодильные установки.

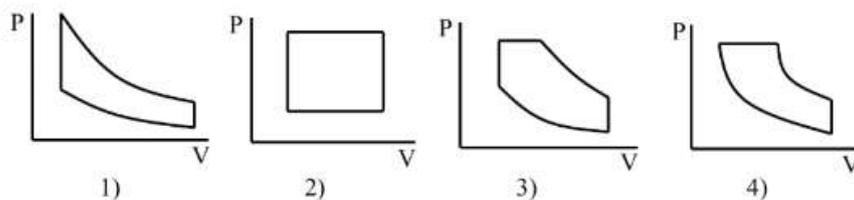
15. Цикл Карно в координатных осях P–V показан на диаграмме:



16. По циклу Отто работают:

- 1) дизельные двигатели;
- 2) карбюраторные двигатели;
- 3) паровые турбины;
- 4) тепловые насосы.

17. Цикл Дизеля в координатных осях P - V представлен на диаграмме:



18. Наибольший термический КПД будет у цикла:

- 1) с изобарным подводом теплоты;
- 2) Карно;
- 3) с изохорным подводом теплоты;
- 4) со смешанным подводом теплоты.

19. Процесс передачи тепла от одних материальных тел к другим в общем случае называется:

- 1) тепловым излучением;
- 2) теплоотдачей;
- 3) теплопроводностью;
- 4) теплопередачей.

20. В жидкостях передача теплоты осуществляется за счет:

- 1) колебаний молекулярной решетки;
- 2) колебаний молекул в межмолекулярном пространстве;
- 3) столкновение молекул;
- 4) соприкосновения свободных молекул.

21. Теплопроводностью называют процесс:

- 1) передачи теплоты в газовых средах;
- 2) передачи теплоты в стационарных температурных полях;
- 3) молекулярного переноса теплоты в сплошной среде, обусловленный наличием градиента температуры;
- 4) переноса теплоты в вакууме.

22. Интенсивность конвективного теплообмена оценивается:

- 1) коэффициентом теплопередачи;
- 2) коэффициентом поглощения;
- 3) коэффициентом интенсивности теплообмена;
- 4) коэффициентом теплоотдачи.

23. Коэффициент излучения энергии с поверхности тела характеризует:

- 1) интенсивность теплоотдачи;
- 2) интенсивность нагрева тела;
- 3) интенсивность поглощения энергии;
- 4) интенсивность излучения энергии.

24. Теплообменные аппараты, служащие для передачи теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку, называются:

- 1) Смесительные;
 - 2) Перекрестные;
 - 3) Регенеративные;
 - 4) Рекуперативные.
25. Основным горючим элементом твердого и жидкого топлива является _____ .
 26. При дросселировании идеального газа остается постоянной _____ .
 27. Минимальная работа в компрессоре затрачивается, если сжатие _____ .
 28. Процесс парообразования проходит при $p = \text{const}$ и _____ .
 29. Полный обмен энергией через границу системы осуществляется в форме работы, теплоты и _____ .
 30. Теплообменник, в котором теплоносители разделены стенкой, называют _____ .

Раздел “Строительная теплофизика”

1. Вид влаги, который увлажняет внутреннюю поверхность в помещениях с повышенной влажностью – это:
 - А) конденсационная
 - Б) атмосферная
 - В) строительная
 - Г) парообразная
2. Вид влаги, который проникает сквозь ограждения отапливаемых помещений и при неблагоприятных условиях конденсирует в их толще – это:
 - А) парообразная
 - Б) грунтовая
 - В) атмосферная
 - Г) технологическая
3. Представляется содержанием в материале химически свободной воды по массе:
 - А) влажность
 - Б) пористость
 - В) плотность
 - Г) теплопроводность
4. Термодинамика, применяющаяся в теплофизике, это
 - А) термодинамика, рассматривающая закономерности взаимного превращения теплоты в работу. Она устанавливает взаимосвязь между тепловыми, механическими и химическими процессами, которые совершаются в тепловых и холодильных машинах, изучает процессы, происходящие в газах и парах, а также свойства этих тел при различных физических условиях.
 - Б) термодинамика, изучающая процессы превращения энергии в твердых, жидких и газообразных телах, излучение различных тел, магнитные и электрические явления, а также устанавливающая математические зависимости между термодинамическими величинами
 - В) термодинамика, которая на основе законов общей термодинамики изучает химические, тепловые, физико-химические процессы, равновесие и влияние на равновесие внешних условий
 - Г) термодинамика, изучающая процессы превращения энергии в твердых, жидких и газообразных телах, излучение различных тел, магнитные и электрические явления, а также устанавливающая математические зависимости между термодинамическими величинами.
5. Разность между максимальной упругости водяного пара (E) и действительной упругости водяного пара (e) называют:
 - А) дефицит влажности
 - Б) конденсат
 - В) точка росы
 - Г) испарение

6. Свойство ограждающей конструкции сохранять относительное постоянство температуры на поверхности, обращенной внутрь помещения, при периодических изменениях температуры воздуха (внутреннего и наружного) и возникающих по этой причине колебаниях потока тепла, проходящего через ограждения – это:
- А) теплоустойчивость
 - Б) теплообмен
 - В) теплопередача
 - Г) теплопроводность
7. Знак избыточного давления должен зависеть от:
- А) аэродинамического коэффициента
 - Б) геометрии здания и направления ветра
 - В) кинетической энергии
 - Г) гравитации
8. Количество влаги в 1 м^3 воздуха называют:
- А) абсолютной влажностью
 - Б) точкой росы
 - В) относительной влажностью
 - Г) заморозки
9. Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры является линейной:
- А) для теплоизоляционных материалов
 - Б) для металлов
 - В) для газов
 - Г) для жидкостей
10. Передача теплоты при непосредственном соприкосновении тел или внутри твердого тела, обусловленная тепловым движением микрочастиц, называется:
- А) теплоотдачей
 - Б) теплопроводностью
 - В) теплопередачей
 - Г) температуропроводностью
 - Д) тепломассообменом
11. Существуют следующие физически элементарные способы передачи теплоты:
- А) конвекция, теплопередача, лучистый теплообмен
 - Б) теплопроводность, конвективный теплообмен, излучение
 - В) лучистый теплообмен, конвекция, теплопроводность
 - Г) теплоотдача, конвекция, лучистый теплообмен
12. Температурный градиент - это вектор, направленный:
- А) перпендикулярно нормали к изотермической поверхности в сторону уменьшения температуры
 - Б) параллельно к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры
 - В) по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры
 - Г) по нормали к изотермической поверхности в сторону убывания температуры
13. Тепловой поток, проходящий через трехслойную плоскую стенку, будет:
- А) больше в четыре раза для 1-го слоя, чем для 3-го слоя
 - Б) больше в два раза для 2-го слоя, чем для 3-го слоя
 - В) меньше в три раза для 1-го слоя, чем для 3-го слоя
 - Г) меньше в два раза для 2-го слоя, чем для 3-го слоя
 - Д) одинаков для 1-го, 2-го и 3-го слоев
14. Тепловой проводимостью стенки называется:
- А) отношение толщины стенки к коэффициенту теплопроводности стенки
 - Б) отношение коэффициента теплопроводности стенки к ее толщине
 - В) отношение коэффициента теплопроводности стенки к произведению ее плотности и удельной теплоемкости

- Г) отношение разности температур на поверхностях стенки к ее толщине
15. Величина равная количеству теплоты, проходящей через стенку площадью 1 м^2 за время 1 с называется:
- А) термическим сопротивлением стенки
 - Б) коэффициентом теплопередачи
 - В) плотностью теплового потока
 - Г) мощностью теплового потока
16. Количество теплоты, отдаваемое или принимаемое поверхностью стенки площадью F за время $t=1\text{ с}$ называется:
- А) плотностью теплового потока
 - Б) тепловым потоком
 - В) термическим сопротивлением
 - Г) коэффициентом теплопередачи
17. Конвективным теплообменом называют процесс переноса теплоты:
- А) обусловленный наличием градиента температуры
 - Б) в стационарных полях
 - В) в вакууме
 - Г) осуществляемый подвижными объемами (макроскопическими элементами среды)
18. Критерий конвективного переноса теплоты (число Стентона) характеризует:
- А) увеличение теплообмена за счёт конвекции
 - Б) соотношение конвективного и молекулярного переносов теплоты
 - В) соотношение скорости переноса теплоты и линейной скорости потока
 - Г) подобие скоростных и температурных полей
19. Критерий Нуссельта является:
- А) критерием гидродинамического подобия
 - Б) критерием теплового подобия
 - В) критерием диффузионного подобия
 - Г) критерием нагрева тела
20. К недостаткам расположения теплозащиты со стороны помещения не относят:
- А) производство работ по устройству теплозащиты может происходить в любое время года
 - Б) невозможность менять архитектурно - эстетический облик фасада здания
 - В) невозможность защитить стыки крупнопанельных зданий от трещин
 - Г) необходимость выселения жильцов
21. Коэффициент излучения энергии с поверхности тела характеризует:
- А) интенсивность теплоотдачи
 - Б) интенсивность нагрева тела
 - В) интенсивность поглощения энергии
 - Г) интенсивность излучения энергии
22. У какого из указанных строительных материалов удельная теплоемкость наибольшая?
- А) дерево
 - Б) стеновой кирпич
 - В) бетон
 - Г) сталь
23. У какого из указанных материалов удельная теплоемкость наименьшая?
- А) сталь
 - Б) дерево
 - В) стеновой кирпич
 - Г) бетон
24. При каком расположении слоя теплоизоляции теплонакопительная способность ограждающей конструкции максимальная?
- А) с наружной стороны стены

- Б) с внутренней стороны стены
 В) в средней части стены
 Г) в этом слое нет необходимости
25. Свойство ограждения сохранять постоянство или ограничивать колебания температуры на внутренних поверхностях называется ...
 А) теплоустойчивость
 Б) теплоусвояемость
 В) теплопроводность
 Г) теплоемкость
26. Число периодических тепловых волн, располагающихся в толще ограждения, определяется безразмерной величиной D , называемой ...
 А) показатель тепловой инерции ограждения
 Б) теплопроводность
 В) теплоустойчивость
 Г) теплоусвояемость
27. Как изменяется теплоизолирующая способность конструкции при возрастании ее сопротивления теплопередаче?
 А) увеличивается
 Б) уменьшается
 В) не изменяется
 Г) колеблется
28. Любое изменение длины строительной конструкции вследствие нагревания или охлаждения вызывает в ней ...
 А) механические напряжения
 Б) тепловые потоки
 В) индукционные токи
 Г) ничего не вызывает
29. _____ научное обоснование наиболее целесообразных эксплуатационных решений зданий и ограждающих конструкций, удовлетворяющих требованиям обеспечения в помещениях благоприятного микроклимата для деятельности или отдыха человека.
30. _____ это открытые системы, обменивающиеся с окружающей воздушной средой как энергией (теплообмен), так и веществом (воздухообмен).
31. _____ это многолетний режим погоды с последовательностью атмосферных процессов, создающихся в данной местности в результате влияния солнечной радиации, атмосферной циркуляции и других природных явлений.
32. _____ это передача тепла между частицами или элементами среды при непосредственном соприкосновении.
33. _____ называется перенос теплоты при движении жидкости или газа у нагретой или охлажденной поверхности.
34. _____ процесс передачи тепла от одной поверхности к другой через лучепрозрачную среду.
35. _____ коэффициент теплообмена у внутренней поверхности называют.
36. _____ коэффициент теплообмена у наружной поверхности называют.
37. _____ это его свойство сохранять относительное постоянство температуры внутреннего воздуха при переменных тепловых воздействиях.
38. _____ способность ограждающих конструкций усваивать тепло.
39. _____ это совокупность ограждающих конструкций, образующих замкнутый контур, ограничивающий отапливаемый объем здания.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Термодинамическая система. Рабочее тело. Термодинамические параметры. Равновесное и неравновесное состояния.

2. Равновесные и неравновесные процессы. Термодинамические диаграммы.
3. Идеальный газ. Уравнение состояния. Газовая постоянная.
4. Газовые смеси. Способы задания смеси. Парциальное давление и парциальный объем. Параметры состояния газовой смеси, газовая постоянная, молекулярная масса.
5. Первый закон термодинамики.
6. Понятия работы, графическая интерпретация.
7. Теплота термодинамического процесса. Эквивалентность теплоты и работы. Теплоемкость, виды теплоемкости.
8. Внутренняя энергия. Функции процесса и функции состояния. Внутренняя энергия идеального газа.
9. Энтальпия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
10. Анализ термодинамических процессов. Цели и задачи.
11. Изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы. Уравнения процессов. Изображение в $p-v$ диаграмме. Расчетные выражения для теплоты и работы.
12. Политропные процессы - общая форма частных процессов. Уравнение политропы.
13. Теплоемкость процесса. Показатель политропы.
14. Связь показателя политропы с физической сущностью процесса.
15. Второй закон термодинамики. Основные формулировки. Физический смысл. Связь с работой теплотехнических устройств.
16. Цикл теплового двигателя. Обратимые и необратимые процессы.
17. Цикл Карно. Термический к.п.д.
18. Энтропия. Расчет изменения энтропии в термодинамических процессах.
19. $T-S$ диаграмма. Анализ термодинамических процессов с применением диаграммы.
20. Перестройка процессов из $p-v$ диаграммы в $T-s$ и обратно.
21. Работоспособность термодинамической системы. Эксергия теплоты. Формула Гуи Стодоль. Эксергетический анализ работы парового котла.
22. Реальные газы. Уравнение состояния.
23. Вода и водяной пар. Процесс парообразования в $p-v$ и $T-s$.
24. Жидкость в состоянии насыщения, сухой насыщенный пар.
25. Влажный насыщенный пар, степень сухости. Перегретый пар.
26. Связь между давлением и температурой насыщения. Теплота фазового перехода.
27. Критические параметры водяного пара.
28. Принцип построения и характерные особенности $i-s$ диаграммы, Удельный объем, энтальпия и энтропия воды, влажного, сухого насыщенного и перегретого пара. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара
29. Расчет пяти термодинамических процессов изменения состояния водяного пара с использованием $i-s$ диаграммы.
30. Влажный воздух, как смесь идеальных газов. Газовая постоянная, молекулярная масса, плотность и теплоемкость влажного воздуха.
31. Абсолютная и относительная влажность. Влагосодержание. Насыщенный и ненасыщенный влажный воздух.
32. Температура точки росы, Температура мокрого термометра. Энтальпия влажного воздуха.
33. $I-d$ диаграмма влажного воздуха. Принципы построения. Определение параметров состояния водяного пара.
34. Расчет основных процессов с использованием $I-d$ диаграммы: нагревание влажного воздуха, охлаждение, уменьшение влагосодержания, адиабатное и изотермическое увлажнение. Смешивание двух потоков влажного воздуха.
35. Виды теплопередачи в помещении.
36. Теплообмен в помещении.
37. Тепловой режим здания. Общая схема тепло- и влагообмена в помещении.

38. Тепловой комфорт, как основа жизнедеятельности человека. Параметры комфортности, способы их поддержания, предельно допустимые значения.
39. Конвективный теплообмен.
40. Естественная и вынужденная конвекция.
41. Особенности конвективного теплообмена в замкнутом пространстве.
42. Лучистый теплообмен между двумя и более поверхностями в помещении.
43. Сложный теплообмен в помещении.
44. Влияние конвективной и лучистой составляющих на значения коэффициентов теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждений.
45. Общая система уравнений теплообмена в помещении.
46. Уравнение теплового баланса в помещении.
47. Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, конструктивные особенности ограждений в зависимости от их назначения.
48. Нормируемые значения сопротивления теплопередаче.
49. Условия комфортности в помещении. Первое условие комфортности.
50. Условия комфортности в помещении. Второе условие комфортности.
51. Основы термодинамики влажного материала, влагопроводность.
52. Основы теории переноса влаги в строительных материалах.
53. Правила проведения расчета влажностного режима ограждающей конструкции.
54. Эффективная тепловая изоляция ограждающих конструкций.
55. Фасадные конструкции с вентилируемой воздушной прослойкой, как вариант совершенствования тепловлажностных показателей ограждения.
56. Уравнение теплопроводности в конечных разностях.
57. Теплопроводность. Теплопередача через плоскую стенку.
58. Определение температуры на внутренней поверхности ограждения.
59. Уравнение теплового баланса в помещении.
60. Стационарная теплопередача через неоднородную двухслойную конструкцию.
61. Двухмерные температурные поля. Расчет теплопотерь ограждения с двухмерными температурными полями.
62. Нестационарная теплопередача через наружные ограждения.
63. Принципы расчета экономически обоснованной толщины утеплителя.
64. Правила определения приведенных значений сопротивлений теплопередаче различных ограждающих конструкций.
65. Определение температуры поверхности угла помещения.
66. Методы и способы определения общего сопротивления паропрооницанию ограждений.
67. Определение температуры в произвольных сечениях наружных ограждений.
68. Современные эффективные теплоизоляционные материалы, выпускаемые в России и за рубежом.
69. Сопоставление теплофизических характеристик различных материалов. Долговечность материалов, целесообразность их применения в конструкциях различных ограждений.
70. Правила проведения теплотехнического расчета светопрозрачных конструкций.
71. Коэффициент обеспеченности. Параметры, характеристики и расчетные сочетания показателей наружного климата с учетом заданной обеспеченности.
72. Теплопередача через ограждение при фильтрации воздуха. Учет воздушного режима при расчете систем отопления и вентиляции.
73. Определение радиационной температуры в помещении.
74. Виды неоднородностей ограждающих конструкций и их влияние на теплозащитные свойства ограждений.
75. Удельная теплозащитная характеристика объекта.
76. Теплообмен между помещением и струей, настилающейся на ограждение.
77. Понятие инерционности ограждающих конструкций.
78. Расчет поступлений теплоты в помещение через наружные ограждения.

79. Теплоустойчивость помещений.
 80. Охлаждение помещений при отключенных системах отопления.
 81. Минимально допустимое требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций.
 82. Расчетные характеристики наружного воздуха в различные периоды года.
 83. Дополнительные затраты теплоты в помещениях в условиях воздухопроницаемости ограждений.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-2. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения				
1.	Задания открытого типа	Основным горючим элементом твердого и жидкого топлива является _____	углерод	2
2.		_____ называется перенос теплоты при движении жидкости или газа у нагретой или охлажденной поверхности	Конвекция	2
3.	Задания закрытого типа	Закон Бойля – Мариотта для изотермического термодинамического процесса утверждает что: 1) при $p=const, v_i/T_i=const$; 2) при $T=const, v_i \cdot p_i=const$; 3) при $V=const, p_i/T_i=const$; 4) $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$.	1	2
4.		Разность между максимальной упругости водяного пара (E) и действительной упругости водяного пара (e) называют: А) дефицит влажности Б) конденсат В) точка росы Г) испарен	А	2
5.	Задания закрытого типа	Теплопроводностью называют процесс: 1) передачи теплоты в газовых средах; 2) передачи теплоты в стационарных температурных полях; 3) молекулярного	1	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		переноса теплоты в сплошной среде, обусловленный наличием градиента температуры; 4) переноса теплоты в вакууме.		
6.		Количество теплоты, отдаваемое или принимаемое поверхностью стенки площадью F за время $t=1$ с называется: А) плотностью теплового потока Б) тепловым потоком В) термическим сопротивлением Г) коэффициентом теплопередачи	Б	2
7.		_____ способность ограждающих конструкций усваивать тепло	Коэффициент теплоусвоения	2
8.	Задание открытого типа	Кирпичная стена толщиной $2d = 500$ мм обеими поверхностями соприкасается со средой, имеющей температуру 18°C . Коэффициенты теплопроводности, температуропроводности и плотность материала соответственно равны: $l = 0,7$ Вт/(м×К); $a = 0,647 \times 10^{-6}$ м ² /с; $\rho = 1700$ кг/м ³ . Как изменится температура на поверхности и в середине кладки в течение 1 ч, если температура среды внезапно понизилась до 8°C ? Коэффициент теплоотдачи с	Температура поверхности кладки $t_{x=d} = 14,3^{\circ}\text{C}$. Температура середины кладки $t_{x=0} = 18^{\circ}\text{C}$, следовательно, по истечении 1ч температурные возмущения практически еще не достигнут середины стены.	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		поверхности кладки остается постоянным и равным $7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$. Замечание. В задаче число $F_0 < 0,3$, поэтому для нахождения температуры нельзя ограничиться только первым членом ряда, а необходимо вычислить не менее трех членов суммы. Значения корней уравнения (2-1) можно найти в таблицах.		

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля).

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий/баллы	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Основной блок				
1.	Контрольная работа №1.	По 1 баллу за правильно выполненные задания 1,3 и 3 балла за правильно выполненное задание 2	5	по расписанию
2	Ответ на занятии	18/2	20	
3	Выполнение практического задания	12/3	20	
Всего			45	-
Блок бонусов				
8.	Посещение занятий	0,1 балл за занятие, но не более 2	2	

				по расписанию
9.	Активность студента на занятиях	0,3 балла за занятие, но не более 3	3	
10.	Выполнение домашнего задания	0,3 балла за занятие, но не более 3	3	
11.	Знание материала выходящего за рамки лекций	0,1 балл за занятие, но не более 2	2	
Всего			10	
Дополнительный блок				
12.	Экзамен	по 15 баллов за каждый правильный ответ на каждый вопрос	45	по расписанию
Всего			45	
Итого:			100	

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатели	Баллы
Опоздание	-1
Не готов к практической части занятия	-3
Нарушение учебной дисциплины	-2
Пропуск лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-1
Пропуск практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-1

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

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

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1.Семенов Б.А. Строительная теплофизика : учебное пособие / Семенов Б.А.. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС

АСВ, 2012. — 48 с. — ISBN 978-5-7433-2527-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76516.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2.Малявина Е.Г. Строительная теплофизика и микроклимат зданий : учебник / Малявина Е.Г., Самарин О.Д.. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2018. — 188 с. — ISBN 978-5-7264-1848-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/86297.html> (дата обращения: 11.07.2025). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

3.Синявский, Ю. В. Сборник задач по курсу Теплотехника : учеб. пособие / Синявский Ю. В. - Санкт-петербург : ГИОРД, 2010. - 128 с. - ISBN 978-5-98879-114-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785988791140.html>. - Режим доступа : по подписке.

8.2. Дополнительная литература

4. Колосова Н.В. Теплотехника : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / Колосова Н.В.. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2022. — 208 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/132653.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5.Гидравлика и теплотехника : учебное пособие для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / В. И. Лесной, В. С. Рожков, Д. В. Заворотный, А. В. Жибоедов. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2022. — 323 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123236.html> (дата обращения: 07.08.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6.Малая, Э. М. Техническая теплотехника : учебное пособие / Э. М. Малая, Д. В. Голиков. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014. — 90 с. — ISBN 978-5-7433-2749-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80120.html> (дата обращения: 06.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

7.Арутюнов, В. А. Теплофизика и теплотехника : Теплофизика / Арутюнов В. А. , Крупенников С. А. , Сборщиков Г. С. - Москва : МИСиС, 2010. - 228 с. - ISBN 978-5-87623-358-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876233585.html>. - Режим доступа : по подписке.

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

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
2. ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- учебная аудитория с посадочными местами;
- лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием;
- мультимедийные средства – презентации по темам дисциплины;
- технические средства обучения: наличие доски, плазменной панели;
- программное обеспечение;
- зал самостоятельной работы обучающихся, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

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. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).