



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Тепломассообмен

направление подготовки/специальность 08.03.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Инженерные системы  
жизнеобеспечения в строительстве

Форма обучения очно-заочная

Санкт-Петербург, 2023

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Формирование у студентов понимания физической сущности процессов тепло- и массообмена, протекающих в природе и технологических установках; и освоение обучающимися теоретических, экспериментальных и расчетных методов, используемых при изучении этих процессов.

Изучение основных положений теории тепломассообмена; овладение современными инженерными методами расчета тепломассообменных процессов, аппаратов и установок.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК-1 Способен выполнять работы по проектированию и обоснованию проектных решений инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве	ПК-1.3 Выполняет расчеты и подбирает необходимое оборудование для инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве	<b>знает</b> законы и понятия тепломассообмена для расчета и подбора необходимого оборудования для инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве <b>умеет</b> применять законы и понятия тепломассообмена для расчета и подбора необходимого оборудования для инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве <b>владеет</b> способностью расчета и подбора необходимого оборудования для инженерных систем жизнеобеспечения в строительстве на основе законов тепломассообмена

## 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.01 основной профессиональной образовательной программы 08.03.01 Строительство и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Физика	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.11, УК-1.1
2	Высшая математика	ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК-1.8, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
3	Строительная теплофизика	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-3.1, ОПК-3.6, ОПК-3.7, ОПК-4.2, ОПК-6.1, ОПК-6.14
4	Механика жидкости и газа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.7, ОПК-3.2

Физика:  
Явления переноса;  
Реальные газы, жидкости и твердые тела;  
Тепловое излучение.

Высшая математика:  
Дифференциальные уравнения;  
Интегралы.

Строительная теплофизика:  
Теплопроводность и влажностный режим ограждения;  
Стационарная теплопередача через ограждения.

Механика жидкости и газа:  
Режимы течения жидкости;  
Основы теории подобия.  
Техническая термодинамика:  
Законы термодинамики;  
Водяной пар;  
Влажный воздух.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Вентиляция	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6
2	Газоснабжение	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6
3	Отопление	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6
4	Теплогенерирующие установки	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6
5	Теплоснабжение	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6
6	Кондиционирование воздуха	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4, ПК-3.5, ПК-3.6
7	Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-1.4
8	Проектирование систем теплогазоснабжения	ПК-1.1, ПК-1.4

**4. 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**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			5
<b>Контактная работа</b>	24		24
Лекционные занятия (Лек)	8	0	8
Лабораторные занятия (Лаб)	4	0	4
Практические занятия (Пр)	12	0	12
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,8		0,8
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача			
<b>Часы на контроль</b>	4		4
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	79,2		79,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	108		108
<b>зачетные единицы:</b>	3		3

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

**5.1. Тематический план дисциплины (модуля)**

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Основные положения учения о теплообмене. Теплопроводность при стационарном режиме										
1.1.	Основные положения учения о теплообмене	5						2	2	ПК-1.3	
1.2.	Теплопроводность при стационарном режиме	5	1		1		2	8	12	ПК-1.3	
1.3.	Теплопередача	5	1		1			5	7	ПК-1.3	
2.	2 раздел. Конвективный теплообмен										
2.1.	Основы теории подобия	5	1					4	5	ПК-1.3	
2.2.	Теплообмен в жидкостях и газах	5	1		2		2	15	20	ПК-1.3	
3.	3 раздел. Теплообмен излучением										
3.1.	Природа теплового излучения. Основные законы теплового излучения	5	1		1			5	7	ПК-1.3	
3.2.	Теплообмен излучением в замкнутой системе состоящей	5	1		1			4	6	ПК-1.3	
3.3.	Излучение газов	5			1			4	5	ПК-1.3	
4.	4 раздел. Сложный теплообмен										
4.1.	Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен	5	1		1			5	7	ПК-1.3	
4.2.	Радиационно-конвективный теплообмен	5			1			5	6	ПК-1.3	
5.	5 раздел. Тепломассообмен при фазовых превращениях										
5.1.	Уравнения теории массо- и теплообмена	5	1		1			4	6	ПК-1.3	
5.2.	Массо- и теплообмен при кипении жидкости (воды)	5						5	5	ПК-1.3	
5.3.	Массо- и теплообмен при конденсации чистых водяных паров	5						5	5	ПК-1.3	

6.	6 раздел. Теплообменные аппараты										
6.1.	Назначение и классификация теплообменных аппаратов. Уравнения теплового баланса и теплопередачи	5						4,2	4,2	ПК-1.3	
6.2.	Методика расчета теплообменных аппаратов	5		2				4	6	ПК-1.3	
7.	7 раздел. Иные формы контроля										
7.1.	Иные формы контроля	5							0,8	ПК-1.3	
8.	8 раздел. Контроль										
8.1.	Зачет	5							4	ПК-1.3	

### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
2	Теплопроводность при стационарном режиме	Теплопроводность при стационарном режиме Основной закон теплопроводности. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность цилиндрической стенки. Теплопроводность шаровой стенки и тел неправильной формы. Теплопроводность тел с внутренними источниками теплоты.									
3	Теплопередача	Теплопередача Теплопередача через стенки. Теплопередача через сложные стенки.									
4	Основы теории подобия	Основы теории подобия Основные положения теории подобия, область практического применения. Теоремы подобия. Анализ уравнений методами теории подобия. Числа теплового и гидромеханического подобия, получаемые из анализа систем уравнений, описывающих процессы переноса теплоты. Физическое значение и область применения некоторых чисел подобия. Введение в теорию размерностей. Основы моделирования тепловых процессов.									
5	Теплообмен в жидкостях и газах	Теплообмен в жидкостях и газах Естественная конвекция в неограниченном пространстве. Механизм переноса теплоты, характер движения среды, роль пограничного слоя. Аналитическое описание процесса: система дифференциальных уравнений и краевых условий (условий однозначности). Уравнение подобия (критериальное уравнение) естественной конвекции. Понятие об области автомодельности и ее практическое значение для исследования процессов конвективного теплообмена. Определяющие размер и температура, их роль в решении практических задач. Естественная конвекция в ограниченном пространстве. Теплопередача через жидкостные прослойки. Эквивалентный коэффициент теплопроводности. Вынужденная конвекция. Механизм переноса теплоты, характер движения среды, аналитическое описание процесса. Общий вид уравнения подобия вынужденной конвекции.									

		Теплообмен при движении в трубах и каналах, характер течения среды, частный вид уравнения подобия. Теплообмен при внешнем обтекании тел: одиночной трубы, пучков труб («коридорного», «шахматного»), пластины. Характер течения среды, зависимость теплоотдачи от числа Рейнольдса, угла «атаки». Определяющие размер и температура.
6	Природа теплового излучения. Основные законы теплового излучения	Природа теплового излучения. Основные законы теплового излучения Спектр излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способности тела. Понятия об абсолютно черном, белом (блестящем) и прозрачном телах. «Серые» тела. Собственное и эффективное излучение. Основные законы излучения: Планка, Вина, Стефана–Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.
7	Теплообмен излучением в замкнутой системе состоящей из "серых" тел	Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из «серых» тел Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из «серых» тел: плоскопараллельные поверхности; одно из тел находится в полости другого; произвольно расположенные поверхности. Влияние нетеплоёмких экранов на теплообмен излучением.
9	Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен	Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен
11	Уравнения теории массо- и теплообмена	Уравнения теории массо- и теплообмена Основные понятия. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Уравнения диффузии и неразрывности. Уравнения движения смеси. Уравнение энергии. Число Льюиса. Уравнение баланса массы и энергии для межфазной границы. Диффузионный пограничный слой. Уравнения теории пограничного слоя при наличии массообмена.

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
2	Теплопроводность при стационарном режиме	Теплопроводность при стационарном режиме Основной закон теплопроводности. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность цилиндрической стенки. Теплопроводность шаровой стенки и тел неправильной формы. Теплопроводность тел с внутренними источниками теплоты.
3	Теплопередача	Теплопередача Теплопередача через стенки. Теплопередача через сложные стенки.
5	Теплообмен в жидкостях и газах	Теплообмен в жидкостях и газах Теплообмен при вынужденной конвекции. Теплообмен при свободной конвекции. Теплообмен при внешнем обтекании тел.
6	Природа теплового излучения. Основные законы теплового излучения	Природа теплового излучения. Основные законы теплового излучения Спектр излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способности тела. Понятия об абсолютно черном,

		белом (блестящем) и прозрачном телах. «Серые» тела. Собственное и эффективное излучение. Основные законы излучения: Планка, Вина, Стефана–Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.
7	Теплообмен излучением в замкнутой системе состоящей из "серых" тел	Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из «серых» тел: плоскопараллельные поверхности; одно из тел находится в полости другого; произвольно расположенные поверхности. Влияние нетеплоёмких экранов на теплообмен излучением.
8	Излучение газов	Излучение газов Теплообмен между газами и поверхностью твёрдого тела. Закон Бугера. Коэффициент поглощения. Селективный характер поглощения и излучения.
9	Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен	Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен
10	Радиационно-конвективный теплообмен	Радиационно-конвективный теплообмен Радиационно-конвективный теплообмен.
11	Уравнения теории массо- и теплообмена	Уравнения теории массо- и теплообмена Основные понятия. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Уравнения диффузии и неразрывности. Уравнения движения смеси. Уравнение энергии. Число Льюиса. Уравнение баланса массы и энергии для межфазной границы. Диффузионный пограничный слой. Уравнения теории пограничного слоя при наличии массообмена.
15	Методика расчета теплообменных аппаратов	Методика расчета теплообменных аппаратов Расчет регенеративного теплообменного аппарата. Расчет рекуперативного теплообменного аппарата.

### 5.3. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
2	Теплопроводность при стационарном режиме	Теплопроводность при стационарном режиме Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала
5	Теплообмен в жидкостях и газах	Теплообмен в жидкостях и газах Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции. Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе.

### 5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Основные положения учения о теплообмене	Основные понятия учения о теплообмене Изучение теоретического материала. Тестирование
2	Теплопроводность при стационарном режиме	Теплопроводность при стационарном режиме Изучение теоретического материала при подготовке к практическим и лабораторным занятиям.



		Тестирование.
3	Теплопередача	Теплопередача Систематизация теоретического материала при подготовке к практическому занятию. Тестирование.
4	Основы теории подобия	Основы теории подобия Проработка теоретических вопросов при подготовке к промежуточной аттестации. Тестирование.
5	Теплообмен в жидкостях и газах	Теплообмен в жидкостях и газах Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Тестирование.
6	Природа теплового излучения. Основные законы теплового излучения	Природа теплового излучения. Основные законы излучения Подготовка к практическим занятиям. Тестирование.
7	Теплообмен излучением в замкнутой системе состоящей из "серых" тел	Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из «серых» тел Проработка теоретического материала по теме. Подготовка к практическому занятию. Тестирование.
8	Излучение газов	Излучение газов Проработка теоретического материала по теме. Подготовка к практическому занятию. Тестирование.
9	Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен	Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование.
10	Радиационно-конвективный теплообмен	Радиационно-конвективный теплообмен Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование.
11	Уравнения теории массо- и теплообмена	Уравнения теории массо- и теплообмена Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование.
12	Массо- и теплообмен при кипении жидкости (воды)	Массо- и теплообмен при кипении жидкости (воды) Проработка теоретического материала. Тестирование.
13	Массо- и теплообмен при конденсации чистых водяных паров	Массо- и теплообмен при конденсации чистых водяных паров Изучение теоретического материала. Тестирование.
14	Назначение и классификация теплообменных аппаратов. Уравнения теплового баланса и теплопередачи	Назначение и классификация теплообменных аппаратов. Уравнения теплового баланса и теплопередачи Изучение теоретического материала. Тестирование.
15	Методика расчета теплообменных	Методика расчета теплообменных аппаратов Изучение теоретического материала.

	аппаратов	Подготовка к практическому занятию. Тестирование.
--	-----------	--

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, а также практических и лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется в рамках выполнения практических заданий, решения тестов, реализации индивидуальных заданий и других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет. Зачет проводится по расписанию на последнем практическом занятии. Форма проведения зачета – компьютерное тестирование в moodle. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Основные положения учения о теплообмене	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Тесты

2	Теплопроводность при стационарном режиме	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
3	Теплопередача	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
4	Основы теории подобия	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Тесты
5	Теплообмен в жидкостях и газах	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
6	Природа теплового излучения. Основные законы теплового излучения	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
7	Теплообмен излучением в замкнутой системе состоящей из "серых" тел	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты

8	Излучение газов	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
9	Виды сложного теплообмена. Радиационно-кондуктивный теплообмен	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
10	Радиационно-конвективный теплообмен	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
11	Уравнения теории массо- и теплообмена	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
12	Массо- и теплообмен при кипении жидкости (воды)	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты

13	Массо- и теплообмен при конденсации чистых водяных паров	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
14	Назначение и классификация теплообменных аппаратов. Уравнения теплового баланса и теплопередачи	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации Практические задания для проведения промежуточной аттестации Тесты
15	Методика расчета теплообменных аппаратов	ПК-1.3	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тесты
16	Иные формы контроля	ПК-1.3	
17	Зачет	ПК-1.3	Теоретические вопросы для промежуточной аттестации. Практические задания для промежуточной аттестации. Тестирование.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Тестовые задания

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ПК-1.3)

Тестовые задания размещены по адресу: ЭИОС Moodle

(<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=601&section=6> // кафедра ТГВ /дисциплина Тепломассообмен ТГВ)

Комплект задач

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ПК-1.3)

Комплект задач размещены по адресу: ЭИОС Moodle

(<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=601&section=4> // кафедра ТГВ /дисциплина Тепломассообмен ТГВ)

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li><li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li><li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li></ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li></ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li><li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li><li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li><li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li><li>- безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li><li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li></ul>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li><li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li></ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li><li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li><li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li></ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li><li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li><li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li><li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li></ul>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся  
Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Раздел 1. Основные положения учения о теплообмене. Теплопроводность при стационарном режиме

1. В чем заключается явление теплопереноса?
2. Что такое потенциальное поле и градиент температуры?
3. Что означает явление теплопроводности?
4. Как формулируется закон Фурье?
5. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности?
6. Что такое коэффициент температуропроводности?
7. Как записывается дифференциальное уравнение теплопроводности?
8. Какие условия называются начальными и граничными условиями I, II, III и IV рода?
9. Как зависит коэффициент теплопроводности от температуры для газов и жидкостей?
10. Как зависит коэффициент теплопроводности от температуры для проводников и диэлектриков?
11. Какой вид имеет дифференциальное уравнение теплопроводности в однослойной плоской

стенке?

12. Какой вид имеет дифференциальное уравнение теплопроводности в плоской стенке?
13. Как определяется эквивалентный коэффициент теплопроводности?
14. Как определить плотность теплового потока через многослойную стенку?

## Раздел 2. Конвективный теплообмен

1. В чем заключается явление конвективного теплообмена?
2. От чего зависит коэффициент конвективного теплообмена?
3. Как записывается закон Ньютона для расчета теплового потока при конвективном теплообмене?
4. Что такое коэффициент температуропроводности?
5. Какие уравнения определяют процесс конвективного теплообмена?
6. Каковы особенности свободной и вынужденной конвекции?
7. Как влияет режим течения на интенсивность процесса теплообмена конвекцией?
8. Какие методы используются для определения коэффициента теплоотдачи конвекцией?
9. Какие безразмерные критерии применяются при исследованиях процессов конвективного теплообмена?
10. Как записывается критерий Нуссельта?
11. Как записывается и что характеризует критерий Рейнольдса?
12. Как записывается критерий Пекле?
13. Как записывается и что характеризует критерий Грасгофа?
14. Как записывается и что характеризует критерий Архимела?
15. Как записывается и что характеризует критерий Эйлера?
16. От каких характеристик зависит число Прандтля для газов?
17. Как влияет температура жидкости на число Прандтля?
18. Как формулируются условия подобия физических процессов?
19. В чем заключается метод размерностей?
20. Как записывается обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена?
21. Что используют в качестве определяющего размера при рассмотрении процесса теплоотдачи поверхностями различной конфигурации?
22. По какой температуре выбираются параметры набегающего потока?

## Раздел 3. Теплообмен излучением

1. В чем заключается двойственный характер теплообмена излучением?
2. Что называется абсолютно черным телом?
3. Что считается моделью абсолютно черного тела?
4. Что такое коэффициент температуропроводности?
5. Что называется потоком спектрального излучения?
6. Что называется поверхностной плотностью потока интегрального излучения?
7. Что называется интенсивностью (яркостью) излучения?
8. Что называется угловой плотностью излучения?
9. Что называется изотропным излучением?
10. Что называется диффузным излучением?
11. Как записывается спектральный коэффициент поглощения для серых тел?
12. Как формулируются основные законы излучения абсолютно черного тела: Планка, Стефана–Больцмана, Кирхгофа, Вина, Ламберта, Рэлея–Джинса?
13. Какие методы применяются при расчете теплообмена излучением?
14. В чем заключается метод многократных отражений?
15. В чем заключается алгебраический метод?
16. Что называется элементарным, локальным и средним угловым коэффициентом излучения?
17. В чем заключаются основные принципы определения угловых коэффициентов излучения?
18. Какие особенности теплообмена излучением в газах?



19. Как записывается закон Бугера?
20. Что называется оптической толщиной среды?
21. Что называют обобщенными угловыми коэффициентами?
22. Как записывается уравнение теплообмена излучением между газом и стенками канала?

#### Раздел 4. Сложный теплообмен

1. Как называются основные виды сложного теплообмена?
2. Какой принцип используется при решении практических задач сложного теплообмена?
3. В чем заключается метод расчета теплообмена излучением и теплопроводностью, когда тепловые потоки не зависят друг от друга?
4. В чем заключается метод расчета теплообмена излучением и теплопроводностью, когда тепловые потоки взаимодействуют?
5. Какие численные методы решения уравнений сложного теплообмена вам известны?
6. В чем заключается метод расчета теплообмена излучением и конвекцией, когда тепловые потоки не зависят друг от друга?
7. Что характеризуют числа подобия Больцмана и Кирпичева?
8. Что характеризуют числа подобия Старка и Бугера?
9. Что такое коэффициент теплопередачи?
10. Как определить термическое сопротивление?
11. Как найти линейную плотность теплового потока через цилиндрическую стенку?
12. Как определить плотность теплового потока через многослойную цилиндрическую стенку?
13. Что такое критический диаметр цилиндрической стенки?
14. Что такое коэффициент эффективности ребра?
15. Как определить приведенный коэффициент теплоотдачи ребренной стенки?

#### Раздел 5. Основы массопереноса. Теплообмен при фазовых превращениях

1. Какие различают виды массопереноса?
2. Как формулируется закон Фика?
3. Как записывается уравнение плотности потока массы?
4. Что означает градиент концентрации?
5. Что понимают под терминами «концентрационная диффузия», «термодиффузия» и «бародиффузия»?
6. Как записывается уравнение плотности теплового потока с учетом диффузии?
7. Какое следствие вытекает при анализе дифференциальных уравнений конвективного теплообмена?
8. Что называют коэффициентом массоотдачи?
9. Что характеризуют числа подобия Шмидта и Шервуда?
10. Чему аналогичны числа подобия Шмидта и Шервуда?
11. Что характеризуют числа Льюиса-Семенова и Гухмана?
12. В чем заключаются особенности диффузно-конвективного переноса пара в газовой среде?
13. Что такое стефанов поток?
14. Как записывается уравнение переноса влаги в капиллярно-пористых телах?
15. Какие различают виды конденсации?
16. Как происходит теплообмен при конденсации пара на вертикальных поверхностях и трубах?
17. Как записываются критериальные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи при конденсации?
18. Какие различают режимы кипения?
19. Как происходит теплоотдача при различных режимах кипения?
20. Что называют пузырьковым кипением?
21. Что называют критическим радиусом сферического пузырька?

22. Какое кипение называют пузырьковым?
23. Как записывается критериальное уравнение теплообмена при кипении?
24. Каковы особенности процессов теплообмена в двухкомпонентных средах?
25. Как происходит процесс испарения жидкости в двухкомпонентную парогазовую среду?

26. Как записываются критериальные уравнения массоотдачи при конденсации пара из движущейся паровоздушной смеси?

#### Раздел 6. Теплообменные аппараты

1. Какие существуют схемы движения теплоносителей в теплообменных аппаратах?
2. Как происходит изменение температур теплоносителей при различных схемах движения теплоносителей?
3. Как определяется температурный напор в теплообменниках?
4. Что называется среднелогарифмической разностью температур теплоносителей?
5. Как определяется коэффициент теплопередачи для разных типов теплообменников?

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся размещены по адресу ЭИОС Moodle ([https://moodle.spbgasu.ru/mod/folder/view.php?id=101398/ПЗ\\_ТМО.pdf](https://moodle.spbgasu.ru/mod/folder/view.php?id=101398/ПЗ_ТМО.pdf))

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

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

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме компьютерного тестирования в moodle.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Андреев В. В., Лебедев В. А., Спесивцев Б. И., Лебедев В. А., Теплотехника, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/71706.html">http://www.iprbookshop.ru/71706.html</a>
2	Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М., Тепломассообмен, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/74378.html">http://www.iprbookshop.ru/74378.html</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Епифанов В. С., Степанов А. М., Техническая термодинамика и теплопередача, Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/46860.html">http://www.iprbookshop.ru/46860.html</a>
2	Дьяконов В. Г., Лонцаков О. А., Шевчук Л. Г., Основы теплопередачи и массообмена, Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63714.html">http://www.iprbookshop.ru/63714.html</a>
3	Епифанов В. С., Степанов А. М., Техническая термодинамика и теплопередача, Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/47961.html">http://www.iprbookshop.ru/47961.html</a>
1	Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М., Тепломассообмен: задания к контрольным работам, СПб., 2015	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/elib/00689/">http://ntb.spbgasu.ru/elib/00689/</a>

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Тепломассообмен ТГВ	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=601">https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=601</a>
В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для академического бакалавриата – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 442 с.	<a href="https://www.biblio-online.ru/viewer/EFA5B946-B5A6-4C71-AE60-3DAFCC7163EC">https://www.biblio-online.ru/viewer/EFA5B946-B5A6-4C71-AE60-3DAFCC7163EC</a>
В.Г. Дьяконов, О.А. Лонцаков. Основы теплопередачи и массообмена [Электронный ресурс] : учебное пособие – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 244 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63714.html">http://www.iprbookshop.ru/63714.html</a>
В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов. Теплотехника. В 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена: учебник для бакалавриата и магистратуры – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 308 с.	<a href="https://www.biblio-online.ru/viewer/E0E1338F-8EAF-430A-B206-A8A45F61C0AC">https://www.biblio-online.ru/viewer/E0E1338F-8EAF-430A-B206-A8A45F61C0AC</a>

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

Наименование	Электронный адрес ресурса
Виртуальные лабораторные работы по Теплотехнике	Компьютерный класс СПБГАСУ (ауд. 425)

Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</a>
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	<a href="https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf">https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf</a>
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/</a>
Библиотека статей журнала НП «АВОК»	<a href="http://www.abok.ru/articleLibrary/">http://www.abok.ru/articleLibrary/</a>
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	<a href="http://www.ras.ru">www.ras.ru</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Виртуальная лаборатория практикума "Теплотехника"	Договор №19 от 27.02.2018 г. с ИП Образцовой Т.Б. Лицензия бессрочная
LibreOffice	Свободно распространяемое

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
25. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

25. Учебная лаборатория Теплогазоснабжения и вентиляции:  
2-я Красноармейская ул. Ауд: 137, 341, 427

Наклонный микроанометр ММН-2400(5)-1.0;  
Наклонный микроанометр ММН;  
Компенсационный микроанометр «Аскания»;  
Кататермометр; Глобтермометр; Психрометр «Ассмана»; Барометр; Секундомер;  
Пневмометрическая трубка; Лабораторный стенд «Аэродинамические испытания канальных вентиляторов RS 125 L»; Координатник;  
Дыммашина – VF-1; Тахометр – ТЧ10-Р;  
Анемометр цифровой; Радиальный вентилятор ЭВ 3,15; Лабораторный стенд «Испытание нагревательных приборов»; Насос «Wilо»; Бак для воды; Вентиль D 15; Балансировочный клапан MSV-C D15; Пьезометр; Вентилятор радиальный ВЦ 4-70; Водяной счетчик СГ-15; Термометр цифровой; Мерная ирисовая диафрагма IRIS 160;  
Стенд «Пункты редуцирования газа», «Устройство регулятора давления газа»; Стенд «Детали проточного водонагревателя»; Стенд «Внутридомовое газовое оборудование»; Стенд «Внутридомовое газовое оборудование», «Устройство бытовых теплогенераторов»; Стенд «Внутридомовое газовое оборудование», «Устройство проточных водонагревателей»; Стенд «Внутридомовое газовое оборудование», «Устройство газовых плит»;  
Стенд «Внутридомовое газовое оборудование», «Устройство внутреннего газопровода», Учет расхода газа», «Система контроля загазованности в помещении»; Стенд «Излучающие горелки»;  
Стенды «Устройство газовых счетчиков», «Устройство излучающей газовой горелки», «Горелки бытовых газовых плит»; Стенд «Изоляция стальных газопроводов»  
Стенд «Конденсационный газовый котел Rendamax R30»; Стенд «Элементы и детали полиэтиленовых газопроводов»  
Макет ШБГУ; Горелка ЕМ-3Е; ШРДГ -10; ВПГ-9; Анализатор газа АХТП; Мембранный газовый счетчик U-образные манометры; Поплавковый ротаметр РС-5; Бытовой счетчик газа;  
Лабораторный стенд «Автономная автоматизированная система отопления» ЭЛБ-160.015.01; Лабораторный стенд «Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе» ЭЛБ- 160.014.01;  
Лабораторный стенд «Приборы учета тепловой энергии и теплоносителя» АО «Взлёт»  
Тепловизор testo 890; Тепловизор testo 865;  
Многофункциональный измерительный прибор testo 435-4  
Компактный термоанемометр testo 425;  
Термогигрометр для долгосрочной работы testo 625; Инфракрасный термометр testo 830-T1 с лазерным целеуказателем (оптика 10:1);  
Компактный анемометр с крыльчаткой, testo 416;

	Тахометр testo 470; Карманный анемометр с крыльчаткой и сенсором влажности, testo 410-2; Дифференциальный манометр testo 512, от 0 до 2 гПа; Газоанализатор testo 310 с принтером; Влагомер древесины и стройматериалов testo 616; Манометр дифференциальный цифровой ДМЦ-01М
25. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт. - ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.
25. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.