

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 18:58:03  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**

## **Теплогазоснабжение с основами теплотехники**

Направление подготовки

**08.03.01 Строительство**

Направленность программы бакалавриата

**«Промышленное, гражданское строительство и оборудование для производств  
строительных материалов»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **механический**

Кафедра **оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		профессор Абиев Р.Ш. доцент Некрасов В.А.

Рабочая программа дисциплины «Теплогазоснабжение с основами теплотехники» обсуждена на заседании кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры протокол от «4» февраля 2016 № 4  
Заведующий кафедрой

Р.Ш. Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета протокол от «31» марта 2016 № 8

Председатель

А.Н. Луцко

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Строительство»		профессор М.А. Яблокова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2	Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	05
3	Объем дисциплины	05
4	Содержание дисциплины	
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2	Занятия лекционного типа	06
4.3	Занятия семинарского типа	08
4.4	Самостоятельная работа	08
4.4.1	Тематика контрольных работ	09
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	09
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	09
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	15
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	16
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1	Информационные технологии	16
10.2	Программное обеспечение	16
10.3	Информационные справочные системы	16
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	16
	Приложения: 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	17

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	<p><b>Знать:</b> основные положения статики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидротехнических систем и инженерных сетей и сооружений; современное оборудование и методы их проектирования, а также эксплуатацию и реконструкцию этих систем.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать воздействия окружающей среды на материал в конструкции, устанавливать требования к строительным и конструкционным материалам и выбирать оптимальный материал исходя из его назначения и условий эксплуатации; выбирать типовые схемные решения систем теплогазоснабжения, климатизации, водоснабжения и водоотведения и электроснабжения зданий, населенных мест и городов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ.</p>
ПК-8	владением технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования	<p><b>Знать:</b> основные направления и перспективы развития систем теплогазоснабжения, климатизации зданий, сооружений и населенных мест и городов, элементы этих систем;</p> <p><b>Уметь:</b> правильно выбирать конструкционные материалы, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений;</p> <p><b>Владеть:</b> основами современных методов проектирования и расчета систем инженерного оборудования зданий, сооружений, населенных мест и городов</p>

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>.

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла подготовки бакалавров (Б1.Б.12.1) и изучается на 3 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «физики», «химии», «основам гидромеханики»

Полученные в процессе изучения дисциплины «Теплогазоснабжение с основами теплотехники» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3 Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>16</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа	8
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	–
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>119</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	3 Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (9)

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

#### 4 Содержание дисциплины.

##### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Основные понятия термодинамики	1	1	–	17	ПК-1, ПК-8
2	Основы теплопереноса	1,5	1,5	–	17	ПК-1, ПК-8
3	Топливо, процесс горения и топочные устройства	1	1	–	17	ПК-1, ПК-8
4	Отопление зданий	1,5	1,5	–	17	ПК-1, ПК-8
5	Вентиляция и кондиционирование воздуха	1	1	–	17	ПК-1, ПК-8
6	Газоснабжение	1	1	–	17	ПК-1, ПК-8
7	Теплоснабжение	1	1	–	17	ПК-1, ПК-8

##### 4.2 Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение. Основные понятия термодинамики</u> Понятия и законы технической термодинамики. Первый и второй законы термодинамики. Параметры водяного пара и влажного воздуха	1	Слайд-презентация
2	<u>Основы теплопереноса</u> Основные понятия и определения процесса теплообмена. Виды теплопереноса. Теплопроводность. Конвекция. Излучение. Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты. Тепловые насосы	1,5	Слайд-презентация
3	<u>Топливо, процесс горения и топочные устройства</u> Виды и источники тепловой энергии. Топливо, его виды и основные характеристики. Горение топлива. Котельные установки: общие представления, тепловые схемы. Тепловые схемы ТЭЦ. Топочные устройства. Основные типы котлов, применяемых	1	Слайд-презентация



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Отопление зданий</u> Назначение, область применения и классификация систем отопления. Определение тепловой нагрузки на систему отопления. Отопительные приборы, их типы и размещение. Определение требуемой площади поверхности нагрева, регулирование теплоотдачи. Основы конструирования систем водяного отопления. Принципы работы, классификация, основные элементы. Гидравлический расчет систем водяного отопления	1,5	Слайд-презентация
5	<u>Вентиляция и кондиционирование воздуха.</u> Назначение вентиляции и кондиционирования воздуха. Определение основных параметров воздуха. Вредные выделения в помещениях. Виды теплопоступлений. Расчет воздухообмена. Основы организации воздухообмена. Классификация систем вентиляции. Аэродинамический расчет воздухопроводов и систем вентиляции с естественным и механическим побуждением воздуха. Конструктивные особенности механической вентиляции	1	Слайд-презентация
6	<u>Газоснабжение</u> Газоснабжение городов и населенных пунктов. Газораспределительные сети. Устройство подземных, надземных и наземных газопроводов. Расчет годового потребления газа городом. Гидравлический расчет газопроводов. Газорегуляторные пункты и установки. Газоснабжение зданий. Требования, предъявляемые к внутренним газопроводам. Расчет внутренних газопроводов	1	Слайд-презентация
7	<u>Теплоснабжение</u> Классификация систем теплоснабжения. Тепловые сети. Подземная и надземная прокладка. Выбор оптимальной трассировки тепловых сетей. Гидравлический расчет и режим тепловых сетей. Тепловые пункты	1	Слайд-презентация

#### 4.3 Занятия семинарского типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Основные понятия термодинамики</u> Первый и второй законы термодинамики. Параметры водяного пара и влажного воздуха	1	групповая дискуссия
2	<u>Основы теплопереноса</u> Теплопроводность. Конвекция. Излучение. Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты	1,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия



№ раздела дисципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<u>Топливо, процесс горения и топочные устройства</u> Расчет процесса горения жидких, газообразных и твердых видов топлива	1	групповая дис- куссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Отопление зданий.</u> Расчет тепловых потерь через наружные ограждения помещений здания. Расчет труб отопления. Тепловой расчет отопительных приборов. Определение тепловой нагрузки на систему отопления. Определение требуемой площади поверхности нагрева, регулирование теплоотдачи. Гидравлический расчет систем водяного отопления	1,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия
5	<u>Вентиляция и кондиционирование воздуха</u> Расчет воздухообмена. Аэродинамический расчет воздухопроводов и систем вентиляции с естественным и механическим побуждением воздуха.	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия
6	Газоснабжение Расчет годового потребления газа городом. Гидравлический расчет газопроводов. Расчет внутренних газопроводов	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия
7	<u>Теплоснабжение</u> Выбор оптимальной трассировки тепловых сетей. Гидравлический расчет и режим тепловых сетей	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основные понятия термодинамики. Свойства водяного пара и влажного воздуха	17	Устный опрос
2	Основы теплопереноса. Сложный теплообмен. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Критическая толщина теплоизоляции	17	Устный опрос
3	Топливо, процесс горения и топочные устройства. Конструкции топок и горелок (форсунок)	17	Устный опрос
4	Отопление зданий. Конструирование систем водяного отопления. Схемы присоединения систем отопления к тепловым сетям	17	Письменный опрос
5	Вентиляция и кондиционирование воздуха. Классификация систем кондиционирования воздуха. Требования к выбору вентиляционного оборудования	17	Письменный опрос
6	Газоснабжение. Защита газопроводов от коррозии. Техника безопасности в газовом хозяйстве	17	Устный опрос
7	Теплоснабжение. Использование нетрадиционных источников энергии (солнечная и геотермальная энергия). Энергосбережение	17	Устный опрос

#### 4.4.1 Тематика контрольных работ

Учебным планом предусмотрено три контрольные работы (Кр).

**Примеры вариантов контрольной работы по темам:**

##### **Тема «Расчет теплопередачи ограждений»**

**Условие:** Стенка опытной установки покрыта снаружи изоляционным слоем толщиной  $\delta_{из}=260$  мм. Она обогревается изнутри так, что на наружной поверхности поддерживается температура  $t_2 = 35^\circ\text{C}$ . Для изучения тепловых потерь в изоляцию на глубину  $\delta_T=50$  мм от наружной поверхности заделана термопара, которая показала температуру  $t_T = 70^\circ\text{C}$ . Определить температуру на поверхности контакта стенки и изоляции, если  $\lambda_{из}=0,16$  Вт/(м·К).

##### **Тема «Расчет труб отопления»**

**Условие:** Стальной трубопровод с внутренним диаметром  $d_1=100$  мм (наружный диаметр  $d_2=110$  мм) с коэффициентом теплопроводности стенки  $\lambda_1=50$  Вт/(м К) покрыт изоляцией в два слоя одинаковой толщины  $\delta_2=\delta_3=50$  мм. Первый слой изоляции со стороны трубы выполнен из материала с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_2=0,06$  Вт/(м К), второй слой из материала с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_3=0,12$  Вт/(м К). Температура внутренней поверхности трубы  $t_{c1}=250$  °С, температура наружной поверхности изоляции  $t_{c4}=50^\circ\text{C}$ . Определить тепловые потери с единицы длины трубы и температуру на стыке слоев изоляции. Выполнить расчет для случая, если слои изоляции поменять местами.

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медия: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Текущий контроль осуществляется в ходе выполнения

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: два теоретических вопроса (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

**Пример варианта вопросов и комплексной задачи к экзамену**

##### **Вопросы**

- 1 Основные понятия и определения в термодинамике
- 2 Отопление зданий. Отопительные приборы

##### **Задача**

Известны температуры  $t_1$ ,  $t_2$  на поверхности стены и удельный тепловой поток  $q$ , проходящий через нее при установившемся режиме. Определить коэффициент теплопроводности материала стены. Изобразить распределение температуры по толщине стены.



Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

7.1 Вентиляция: учебное пособие для вузов по направлению "Строительство" / В. И. Полушкин [и др.]. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 414 с.

7.2 Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие для вузов по спец. "Теплогасоснабжение и вентиляция" направления подготовки дипломированных специалистов "Строительство" / Под общ. ред. Б. М. Хрусталева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2012. – 784 с.

7.3 ГОСТ Р 53630-2009. Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия [Текст]: стандарт / Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии. – Введ. с 01.06.2010. – М.: Стандартинформ, 2010. – 23 с.

7.4 Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Текст]: учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология и биотехнология" и спец. "Химическая технология" / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. – 3-е изд., испр. – СПб.: Химиздат, 2010. – 543 с.

### **б) дополнительная литература:**

7.5 Лапшев, Н.Н. Основы гидравлики и теплотехники : учебник для вузов по направлению "Строительство"/ Н.Н. Лапшев, Ю.Н. Леонтьева. – М.: Академия, 2012. – 399 с.

7.6 Нащокин, В.В. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие для неэнергетических спец. вузов / В. В. Нащокин. – 4-е изд., стер. – М.: Аз-book, 2008. – 469 с.

7.7 Техническая термодинамика: Кратк. курс лекций / Л.И. Лавров, О.Н. Круковский, А.В. Марков, Е.А. Томильцев. – СПб.: Синтез, 2009. – 116 с.

7.8 СП 41-106-2006. Проектирование и монтаж подземных трубопроводов для систем горячего водоснабжения и теплоснабжения из напорных асбестоцементных труб и муфт [Текст]: Свод правил по проектированию и строительству / НО "Хризотиловая ассоц." – Взамен СП 41-106-2004; Введ. с 01.03.2006. – М.: НО "Хризотиловая ассоц.", 2006. – 26 с.

7.9 ГОСТ 21.602-2003. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. [Текст]: Система проектной документации для строительства / Межгос. науч.-техн. комис. по стандартизации и техн. нормированию в стр-ве. – Взамен ГОСТ 21.602-79; Введ. с 01.06.2003. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 34 с.

### **в) вспомогательная литература:**

7.10 ГОСТ 22270-76. Оборудование для кондиционирования воздуха, вентилиции и отопления. Термины и определения. [Текст], Введен 01.01.78. – М.: Изд-во стандартов, 1980.

7.11 Справочник по расчетам гидравлических и вентиляционных систем [Текст] : справочное издание / И. Г. Грачев, С. Ю. Пирогов, Н. П. Савищенко и др; Под ред. А. С. Юрьева. – СПб.: Мир и Семья, 2002. – 1154 с.

7.12 Исследование микроклимата и вентиляции помещений [Текст] : методические указания к лабораторной работе / А. А. Кирышкин, З. В. Капитоненко, С. И. Петров ; СПбГТИ(ТУ). Каф. обеспечения жизнедеятельности и охраны труда. – СПб.: [б. и.], 2003. – 27 с.

7.13 Отопление, вентиляция и кондиционирование: СНиП 41-01-2003. – Взамен СНиП 2.04.05-91; Введ. с 01.01.2004. – М.: Госстрой России, 2004. – 54 с.

7.14 Строительная теплофизика [Текст]: (Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов по спец. "Теплогазоснабжение и вентиляция" / В. Н. Богословский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1982. – 415 с.

7.15 Техническая термодинамика и теплотехника [Текст]: учебник для вузов по спец. "Биотехнология"; Учебное пособие по спец. 040500 "Фармация" / Л. С. Мазур. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. – 350 с.

7.16 Внутренние санитарно-технические устройства [Текст]: в 3-х ч. / В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканами и др.; под ред. И. Г. Староверова, Ю. И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990 – (Справочник проектировщика). Ч. 1: Отопление. – 1990. – 343 с.

7.17 Отопление и вентиляция [Текст]: в 2-х частях: учебник для вузов по спец. "Теплогазоснабжение и вентиляция". – М.: Стройиздат. Ч. 2: Вентиляция / В. Н. Богословский, В. И. Новожилов, Б. Д. Симаков, В. П. Титов; под ред. В. Н. Богословского. – 1976. – 439 с.

7.18 Газовые сети и газохранилища [Текст]: учебник для вузов по спец. "Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов, газохранилищ и нефтебаз" / С. А. Бобровский, Е. И. Яковлев. – М.: Недра, 1980. – 413 с.

7.19 Сжигание газов в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий [Текст] / В. М. Чепель, И. А. Шур; под ред. В. Е. Берхмана. – 7-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1980. – 591 с.

7.20 Газоснабжение [Текст]: учебник для вузов по спец. "Теплогазоснабжение и вентиляция" / А. А. Ионин. – М.: Стройиздат, 1965. – 447 с.

7.21 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства [Текст]: учебник для вузов по спец. теплоэнергетика (550900, 650800), строительство (550100, 653500), агроинженерия (560800, 660300), а также жилищно-коммунальное хозяйство / В. М. Свистунов, Н. К. Пушняков. – СПб.: Политехника, 2001. – 423 с.

7.22 Примеры расчета по отоплению и вентиляции [Текст]: учебное пособие для техникумов/ В.А. Кострюков. – М.: Стройиздат. Ч. 2: Вентиляция. – 2-е изд. – 1966. – 188 с.

7.23 Справочная книга по санитарной технике (отопление, вентиляция, теплоснабжение) [Текст]: справочное издание / Ж. Я. Лейв, И. С. Либер, В. А. Евдокимова; под ред. Д. А. Мателенко. – Л.: Лениздат, 1966. – 439 с.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Теплогазоснабжение с основами теплотехники» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1 Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2 Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel);  
Mathcad15

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Теплогазоснабжение с основами теплотехники»**

**1 Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>2</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>3</sup></b>
<b>ПК-1</b>	<b>знанием нормативной базы</b> в области инженерных изысканий, <b>принципов проектирования</b> зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	промежуточный
<b>ПК-8</b>	<b>владением технологией, методами доводки и освоения технологических процессов</b> строительного производства, <b>эксплуатации, обслуживания</b> зданий, сооружений, инженерных систем, <b>производства</b> строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования	промежуточный

**2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает основные положения термодинамики	Правильные ответы на вопросы № 1 – 5 к экзамену	ПК-1
Освоение раздела № 2	Знает основные положения теплообмена	Правильные ответы на вопросы № 6 – 15 к экзамену	ПК-1, ПК-8
Освоение раздела № 3	Знает основные положения процесса горения и топочные устройства	Правильные ответы на вопросы № 16 – 29 к экзамену	ПК-1, ПК-8
Освоение раздела № 4	Знает основные положения отопления	Правильные ответы на вопросы № 30 – 58 к экзамену	ПК-8
Освоение раздела № 5	Знает основные положения вентиляции и кондиционирования воздуха	Правильные ответы на вопросы № 59 – 68 к экзамену	ПК-8
Освоение раздела № 6	Знает основные положения газоснабжения	Правильные ответы на вопросы № 69 – 72 к экзамену	ПК-8

<sup>2</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>3</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 7	Знает основные положения теплоснабжения	Правильные ответы на вопросы № 73 – 76 к экзамену	ПК-8

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная.

### **3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

- 1 Основные понятия и определения термодинамики.
- 2 Параметры состояния. Теплота, работа, внутренняя энергия.
- 3 Основные законы термодинамики. Основные термодинамические процессы.
- 4 Закон Дальтона. Уравнение Клапейрона. Температура точки росы. Температура мокрого термометра. Абсолютная влажность воздуха. Относительная влажность воздуха. Влагосодержание. Удельная теплоемкость влажного воздуха. Энтальпия сухого насыщенного пара. Энтальпия влажного воздуха.
- 5 *I-d* диаграмма влажного воздуха (диаграмма Рамзина-Молье).
- 6 Что называют топливом?
- 7 Что называют рабочей, сухой и горючей массой топлива?
- 8 Что называют теплотой сгорания топлива?
- 9 Что лежит в основе технических расчетов горения?
- 10 Из каких углеводородов состоят жидкие топлива?
- 11 Какие способы переработки нефти применяются для получения жидких топлив?
- 12 Как образовались угли?
- 13 Какие марки углей по крупности кусков желательны при их сжигании в слоевой топке?
- 14 Какой объем воздуха необходим для сгорания килограмма и кубического метра топлива?
- 15 Какой объем воздуха практически подают на килограмм и кубометр топлива, почему?
- 16 Что показывает коэффициент избытка воздуха?
- 17 Зачем следует знать объем необходимого количества воздуха и объем продуктов сгорания топлива?
- 18 Какие газообразные компоненты составляют природный газ (химическая формула, название)?
- 19 Какие газы производят искусственно?
- 20 Основы теплообмена. Основные понятия и определения.
- 21 Температурное поле. Градиент температуры. Тепловой поток. Поверхностная плотность теплового потока.
- 22 Виды теплопереноса. Теплопроводность. Конвекция. Излучение.
- 23 Сложный теплообмен.
- 24 Теплопередача и теплоотдача. Виды теплоотдачи. Расчет теплопередачи.
- 25 Основной закон теории теплопроводности.
- 26 Эффективная теплопроводность многослойной стенки.
- 27 Критический диаметр теплоизоляции трубы. Эффективный диаметр.

- 28 Коэффициент температуропроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
- 29 Теплообменные аппараты. Тепловые насосы.
- б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-8:**
- 30 Особенности климатических условий России и их влияние на развитие систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
- 31 Основные понятия отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Требования по совершенствованию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в нормативно-технической документации.
- 32 Теплоснабжение. Котельные установки.
- 33 Теплоснабжение. Тепловые сети. Присоединение потребителей тепла к тепловым сетям.
- 34 Водяной пар.  $I-s$  диаграмма.
- 35 Тепловлажностный и воздушный режимы зданий. Микроклимат помещения. Тепловой баланс помещений.
- 36 Влажный воздух.  $I-d$  диаграмма.
- 37 Расчет влагопритоков в помещении.
- 38 Тепловлажностное соотношение. Анализ тепловлажностного соотношения.
- 39 Процессы тепловлажностной обработки воздуха.
- 40 Отопление зданий. Классификация систем отопления.
- 41 Характеристика систем отопления.
- 42 Отопительные приборы.
- 43 Устройство и принцип действия систем водяного отопления.
- 44 Размещение, устройство и монтаж основных элементов систем водяного отопления.
- 45 Методы гидравлического расчета трубопроводов для систем отопления.
- 46 Расчет теплопотерь отапливаемых помещений.
- 47 Расчетная наружная температура на отопление. Коэффициент обеспеченности.
- 48 Характеристики, приводимые в СНиП «Строительная климатология и геофизика».
- 49 Расчетные характеристики наружного воздуха по СНиП «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха».
- 50 Нестационарный тепловой режим ограждения. Причины нестационарности. Теплоустойчивость от проникновения температуры наружного воздуха. Понятие тепловой инерционности ограждения. Требуемая теплоустойчивость ограждения.
- 51 Методика расчета требуемого термического сопротивления ограждений. Два показателя теплозащитных свойств наружных ограждений.
- 52 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждения.
- 53 Тепловой баланс организма человека.
- 54 Условия комфортности для человека в помещении. Расчетные внутренние характеристики отапливаемых помещений. Оптимальные (рекомендуемые) параметры воздуха. Допустимые (обязательные) величины параметров микроклимата.
- 55 Теплоустойчивость помещения при колебаниях теплоотдачи отопительных приборов.
- 56 Тепловой баланс помещения. Тепловой баланс для системы отопления. Тепловой баланс для системы кондиционирования. Влажностный баланс помещения.
- 57 Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции (нормативный). Определение температуры в неотапливаемом помещении. Частные случаи определения потерь тепла (через неутепленные полы, через полы на лагах и утепленные полы, через ограждения при конденсации водяных паров на них).

58 Добавочные теплотери через ограждения (влияние инфильтрации, действие солнечной радиации, излучение поверхностями ограждений в сторону небосвода, изменение температуры по высоте, поступление холодного воздуха через открываемые проемы).

59 Вентиляция зданий. Воздухообмен в помещении.

60 Классификация систем вентиляции.

61 Воздухопроницаемость ограждающих конструкций.

62 Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей.

63 Коэффициент кратности вентиляции.

64 Естественная вентиляция. Размещение, устройство и монтаж основных элементов систем естественной вентиляции.

65 Механическая вентиляция. Размещение, устройство и монтаж основных элементов систем механической вентиляции.

66 Оборудование систем вентиляции.

67 Система кондиционирования воздуха. Схема кондиционера.

68 Оборудование систем кондиционирования воздуха.

69 Газоснабжение. Магистральный газопровод. Устройство внутренних газопроводов.

70 Назначение компрессорных /КС/ и газораспределительных /ГРС/ станций.

71 Газорегуляторные пункты (ГРП) и установки (ГРУ).

72 Устройство внутридомовых газопроводов. Газовые приборы.

73 Классификация систем теплоснабжения и их характеристика.

74 Централизованное теплоснабжение.

75 Тепловые сети. Способы прокладки теплопроводов. Тепловая изоляция.

76 Тепловые пункты.

#### **в) Примеры задач для оценки умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-8:**

1 Определить свойства влажного воздуха (относительную влажность  $\phi$ , энтальпию  $I$ , парциальное давление водяного пара  $p_{п}$ , температуру мокрого термометра  $t_{м}$ , температуру точки росы  $t_{р}$ ) при заданной температуре  $t$  и влагосодержании  $x$  воздуха, используя диаграмму Рамзина-Молье.

2 Определить низшую теплоту горения древесины состава:  $C - 41,5\%$ ;  $H - 6\%$ ;  $O - 43\%$ ;  $N - 2\%$ ;  $W - 7,5\%$ .

4 В каком случае в условиях пожара при горении бутана выделится больше тепла: при полном горении или неполном, протекающем по реакции  $C_4H_{10} + 4,5O_2 \rightarrow 4CO + 5H_2O$ . Ответ необходимо подтвердить расчётом с использованием закона Гесса.

5 Известны температуры  $t_1$ ,  $t_2$  на поверхности стены и удельный тепловой поток  $q$ , проходящий через нее при установившемся режиме. Определить коэффициент теплопроводности материала стены. Изобразить распределение температуры по толщине стены.

6 Известны температуры  $t_1$ ,  $t_4$  на поверхности трехслойной стены при установившемся режиме. Рассчитать температуры  $t_2$ ,  $t_3$  на границах слоев и удельный тепловой поток  $q$ , проходящий через нее при известных коэффициентах теплопроводности материалов слоев  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  и их толщинах  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\delta_3$ . Изобразить распределение температуры по толщине стены. Проанализировать влияние коэффициентов теплопроводности на наклон линий температур в слоях.

7 Рассчитать критический диаметр теплоизоляции трубы  $d_{кр}$ , если диаметр трубы  $d_2 = 25$  мм, материал теплоизоляции имеет теплопроводность  $\lambda_{из}$ , а коэффициент теплоотдачи от внешней поверхности трубы  $\alpha_2$ . Построить зависимость тепловых потерь  $q_l$  от диаметра теплоизоляции  $d_3$ . Записать выражение для расчета эффективного диаметра  $d_{эф}$ , при достижении которого тепловой поток с поверхности теплоизоляции такой же, как с поверхности трубы без изоляции. Найти минимальную теплопроводность материала теплоизоляции  $\lambda_{из}$ , обеспечивающего монотонное снижение тепловых потерь при увеличении диаметра теплоизоляции.

8 Трубопровод с внешним диаметром  $d_2 = 25$  мм охлаждается с поверхности,  $\alpha_2 = 10$  Вт/(м<sup>2</sup>·К). Как изменится тепловой поток с поверхности в зависимости от толщины изоляции, если использовать: асбест при  $\lambda = 0,16$  Вт/(м·К); стекловату при  $\lambda = 0,04$  Вт/(м·К).

9 Определить потери теплоты за 1 час с  $L$  м длины горизонтально расположенной цилиндрической трубы, охлаждаемой воздухом, если известны наружный диаметр трубы  $d$ , температура стенки трубы  $t_{ст}$  и температура воздуха в помещении  $t_{в}$ . Для определения суммарного коэффициента теплоотдачи конвекцией и лучеиспусканием воспользоваться уравнением  $\alpha = 9,74 + 0,07(t_{ст} - t_{возд})$ .

10 Плоская стальная стенка толщиной  $\delta$  омывается с одной стороны горячими газами с температурой  $t_1$  с другой стороны – водой с температурой  $t_2$ . Определить коэффициент теплоотдачи  $k$  от газов к воде, удельный тепловой поток  $q$  и температуры обеих поверхностей стенки, если известны коэффициенты теплоотдачи от газа к стенке  $\alpha_1$  и от стенке к воде  $\alpha_2$ .

11 Определить поверхность нагрева стального рекуперативного водовоздушного теплообменника ( $\delta = 4$  мм) при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителей, если объемный расход воздуха при нормальных условиях  $V_n$ , средний коэффициент теплоотдачи от воздуха к поверхности нагрева  $\alpha_1$ , от поверхности нагрева к воде  $\alpha_2 = 5000$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), начальные и конечные температуры воздуха и воды равны соответственно  $t_{г}^I, t_{г}^{II}, t_{в}^I, t_{в}^{II}$ . Определить также расход воды  $G$  через теплообменник. Кроме того, изобразите графики изменения температур теплоносителей для обеих схем при различных соотношениях их условных эквивалентов.

12 Определить площадь поверхности нагрева газовой водяного рекуперативного теплообменника, работающего по противоточной схеме. Греющий теплоноситель – дымовые газы с начальной температурой  $t_{г}^I$  и конечной –  $t_{г}^{II}$ . Расход воды через теплообменник –  $G_{в}$ , начальная температура воды –  $t_{в}^I$ , конечная –  $t_{в}^{II}$ . Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке трубы –  $\alpha_{г}$  и от стенки трубы к воде –  $\alpha_{в}$ . Теплообменник выполнен из стальных труб с наружным диаметром  $d = 50$  мм и толщиной стенки  $\delta = 4$  мм. Коэффициент теплопроводности стали  $\lambda = 62$  Вт/м·К. Стенку считать чистой с обеих сторон.

Для обеих схем движения (противоточной и прямоточной) показать (без расчета) графики изменения температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена. Указать преимущество противоточной схемы.

13 Коэффициент теплопроводности стали  $\lambda = 62$  Вт/м·К. 1 Стенка опытной установки покрыта снаружи изоляционным слоем толщиной  $\delta_{из} = 260$  мм. Она обогревается изнутри так, что на наружной поверхности поддерживается температура  $t_2 = 35^\circ\text{C}$ . Для изучения тепловых потерь в изоляцию на глубину  $\delta_r = 50$  мм от наружной поверхности заделана термопара, которая показала температуру  $t_r = 70^\circ\text{C}$ . Определить температуру на поверхности контакта стенки и изоляции, если  $\lambda_{из} = 0,16$  Вт/(м·К).

14 Стальной паропровод диаметром  $150 \times 5$  мм имеет на внутренней поверхности температуру  $t_1 = 300^\circ\text{C}$ . Его надо покрыть двумя слоями изоляции, причем температура наружной поверхности изоляции не должна превышать  $t_2 = 50^\circ\text{C}$ . Для изоляции предлагаются: слой А толщиной  $\delta_A = 20$  мм и теплопроводностью  $\lambda_A = 0,037$  Вт/(м·К) и слой Б толщиной  $\delta_B = 40$  мм и теплопроводностью  $\lambda_B = 0,14$  Вт/(м·К). В какой последовательности надо расположить эти слои на паропроводе, чтобы получить минимальные тепловые потери?

15 Определить удельный тепловой поток через бетонную стенку толщиной  $\delta = 300$  мм, если температура на внутренней и наружной поверхностях соответственно равны:  $t_1 = 15^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = -15^\circ\text{C}$ , а коэффициент теплопроводности стенки:  $\lambda_{\sigma} = 1,0$  Вт/(м·К).

16 Стенка нагревательной печи изготовлена из двух слоев кирпича. Внутренний слой выполнен из огнеупорного кирпича  $\delta_1 = 350$  мм, наружный из красного кирпича  $\delta_2 = 250$  мм. Определить температуру на внутренней поверхности стенки  $t_1$  и на внутренней стороне красного кирпича  $t_2$ , если на наружной стороне температура стенки  $t_3 = 90^\circ\text{C}$ , а потеря теплоты через  $1$  м<sup>2</sup> стенки равна  $1$  кВт. Коэффициенты теплопроводности соответственно равны:  $\lambda_{огн. кирпич} = 1,4$  Вт/(м·К),  $\lambda_{кр. кирпич} = 0,58$  Вт/(м·К).

17 Стальной трубопровод с внутренним диаметром  $d_1=100$  мм (наружный диаметр  $d_2=110$  мм) с коэффициентом теплопроводности стенки  $\lambda_1=50$  Вт/(м К) покрыт изоляцией в два слоя одинаковой толщины  $\delta_2=\delta_3=50$  мм. Первый слой изоляции со стороны трубы выполнен из материала с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_2=0,06$  Вт/(м К), второй слой- из материала с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_3=0,12$  Вт/(м К). Температура внутренней поверхности трубы  $t_{c1}=250$  °С, температура наружной поверхности изоляции  $t_{c4}=50$ °С. Определить тепловые потери с единицы длины трубы и температуру на стыке слоев изоляции. Выполнить расчет для случая, если слои изоляции поменять местами.

18 Скорость воздуха на входе в трубопровод  $w_1=8$  м/с, при параметрах  $p_1=0,8$  МПа;  $t_1=15$  °С. Вследствие местных сопротивлений и трения в трубопроводе его давление понижается до  $p_2=0,6$  МПа. Определить скорость воздуха на выходе из трубопровода, если его диаметр постоянный. Найти величину энтальпии воздуха на входе и выходе из трубопровода.

Контрольные работы для студентов заочной формы обучения имеют следующую тематику:

- контрольная работа №1 Первый и второй законы термодинамики. Параметры водяного пара и влажного воздуха;
- контрольная работа №2 Теплопроводность. Конвекция. Излучение. Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты;
- контрольная работа №3 Отопительные приборы. Гидравлический расчет систем водяного отопления.

Задание по каждой контрольной работе включает в себя задачу и вопросы, обусловленные ее постановкой.

В оформленном виде контрольная работа представляет собой пояснительную записку, в которой кратко излагаются комментарии и пояснения к решению задач, а также ответы на вопросы.

На титульном листе пояснительной записки необходимо указать название федерального агентства, института, кафедры, тему контрольной работы, номер варианта задания. Кроме того, здесь же приводятся фамилии и инициалы студента – автора работы.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Теплогазоснабжение с основами теплотехники» обучающиеся должны выполнить и защитить три контрольных работы. Защита каждой контрольной работы проводится в форме собеседования, в результате которого преподаватель должен убедиться в том, что студент удовлетворительно усвоил материал соответствующей темы.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше и одну задачу.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы и на решение задачи – до 30 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.