

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 16.10.2023 12:52:29  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 26 » апреля 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ**

Направление подготовки

**08.03.01 Строительство**

Направленность программы бакалавриата

**Промышленное и гражданское строительство**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

**Факультет механический**

Кафедра **инженерного проектирования**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Старший преподаватель		Хасаев Р.А.

Рабочая программа дисциплины «Теплогазоснабжение» обсуждена на заседании кафедры инженерного проектирования  
протокол от « 22 » 04 2019 № \_8\_  
Заведующий кафедрой

М.А.Яблокова

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от « 23 » 04 2019 № \_9\_

Председатель

А.Н.Луцко

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Строительство»		М.А.Яблокова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		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.....	07
3. Объем дисциплины .....	07
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа.....	09
4.3.1. Практические занятия .....	09
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	09
4.5 Темы контрольных заданий.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации..	14

## 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:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-6</b> Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов</p>	<p><b>ОПК-6.15</b> Определение базовых параметров теплового режима здания</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы технической термодинамики (ЗН-1); основные параметры теплового режима здания (ЗН-2); <b>Уметь:</b> правильно определять базовые параметры теплового режима здания (У-1); <b>Владеть:</b> методиками расчета базовых параметров теплового режима здания основываясь на исходных данных (Н-1).</p>
	<p><b>ОПК-6.19</b> Выбор состава и последовательности выполнения работ по проектированию инженерных систем теплогасоснабжения в соответствии с техническим заданием на проектирование</p>	<p><b>Знать:</b> принципы проектирования инженерных систем теплогасоснабжения (ЗН-3); разделы проектной документации для систем теплогасоснабжения (ЗН-4); <b>Уметь:</b> оценивать состав работ и правильно выполнять последовательность проектирования инженерных систем теплогасоснабжения в соответствии с исходным техническим заданием (У-2); <b>Владеть:</b> навыками оформления выполненных работ (Н-2).</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ОПК-6.20</b>            Выбор исходных данных для проектирования инженерных систем теплогазоснабжения</p>	<p><b>Знать:</b>            основные характеристики источников тепловой энергии и параметры инженерных систем теплогазоснабжения (ЗН-5);</p> <p><b>Уметь:</b>            разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, составлять технические задания для проектирования инженерных систем теплогазоснабжения (У-3);</p> <p><b>Владеть:</b>            навыками разработки проектной и рабочей технической документации для инженерных систем теплогазоснабжения (Н-3).</p>
	<p><b>ОПК-6.21</b>            Выбор типовых проектных решений и технологического оборудования основных инженерных систем теплогазоснабжения здания в соответствии с техническими условиями</p>	<p><b>Знать:</b>            используемое технологическое оборудование инженерных систем теплогазоснабжения здания (ЗН-6);            типовые схемы систем теплогазоснабжения (ЗН-7);</p> <p><b>Уметь:</b>            подбирать необходимое технологическое оборудование систем теплогазоснабжения (У-4);</p> <p><b>Владеть:</b>            Методиками расчета технологического оборудования инженерных систем теплогазоснабжения при различных технических условиях (Н-4).</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ОПК-6.22</b>            Определение основных параметров систем теплогазоснабжения здания</p>	<p><b>Знать:</b>            основные параметры систем теплогазоснабжения здания (ЗН-8);</p> <p><b>Уметь:</b>            определять основные параметры систем теплогазоснабжения зданий (У-5);</p> <p><b>Владеть:</b>            навыками определения основных параметров систем теплогазоснабжения зданий, используя нужные методики расчета (Н-5).</p>
	<p><b>ОПК-6.24</b>            Расчётное обоснование режима работы инженерной системы теплогазоснабжения здания</p>	<p><b>Знать:</b>            методики расчета инженерных систем теплогазоснабжения зданий (ЗН-9);</p> <p><b>Уметь:</b>            оформлять расчеты режима работы инженерных систем теплогазоснабжения (У-6);</p> <p><b>Владеть:</b>            методиками расчета режимов работы инженерных систем теплогазоснабжения зданий (Н-6).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.35) и изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика» и «Механика жидкости и газа». Полученные в процессе изучения дисциплины «Теплогазоснабжение» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Техническая эксплуатация зданий и сооружений», «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха», «Реконструкция зданий и сооружений», при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/ 144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>12</b>
занятия лекционного типа	6
занятия семинарского типа, в т.ч.	<b>6</b>
семинары, практические занятия	6
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>123</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	3 Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен/9</b>

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Основные понятия термодинамики и теплотехники	1	1	0	25	ОПК-6	ОПК-6.15 ОПК-6.22

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
							<b>ОПК-6.24</b>
2.	Источники теплоснабжения и газоснабжения	1	1		<b>24</b>	<b>ОПК-6</b>	<b>ОПК-6.19, ОПК-6.20</b>
3	Системы отопления зданий	1	1		<b>25</b>	<b>ОПК-6</b>	<b>ОПК-6.19 ОПК-6.21 ОПК-6.24</b>
4	Теплоснабжение	2	2		<b>25</b>	<b>ОПК-6</b>	<b>ОПК-6.19 ОПК-6.20 ОПК-6.21 ОПК-6.24</b>
5	Газоснабжение	1	1		<b>24</b>	<b>ОПК-6</b>	<b>ОПК-6.19 ОПК-6.20 ОПК-6.21 ОПК-6.24</b>

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Основные понятия термодинамики.</b> Понятия и законы технической термодинамики. Первый и второй законы термодинамики. <b>Основы теплопереноса.</b> Виды теплообмена: теплопроводность, конвекция, излучение. Теплопередача.	1	Слайд-презентация
2	<b>Котельные установки для теплоснабжения здания.</b> Общие представления о котельных установках. Тепловые схемы. Топочные устройства.	1	Слайд-презентация.
3	<b>Основы проектирования систем водяного отопления..</b> Назначение, область применения и классификация систем отопления. Определение тепловой нагрузки на систему отопления. Гидравлический расчет систем водяного отопления.	1	Слайд-презентация



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<b>Системы теплоснабжения.</b> Классификация систем теплоснабжения. Теплоносители. Водяные системы и паровые системы. Горячее водоснабжение	1	Слайд-презентация
4	<b>Проектирование тепловых сетей.</b> Гидравлический расчет и режимы тепловых сетей. Тепловая изоляции и ее тепловой расчет.	1	Слайд-презентация
5	<b>Газоснабжение городов и населенных пунктов.</b> Газораспределительные сети. Устройство подземных, надземных и наземных газопроводов. газорегуляторные пункты и установки. Расчет годового потребления газа городом.	1	Слайд-презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Подбор и расчет климатических условий для местности по заданию	1	
2	Расчет отопительного котла.	1	Групповая дискуссия
3	Проектирование системы отопления. Тепловой расчет нагревательных приборов.	1	Групповая дискуссия
4	Выбор оптимальной трассировки тепловых сетей. Гидравлический расчет и режим тепловых сетей	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия
4	Расчет элеваторного узла	1	Групповая дискуссия
5	Расчет годового потребления газа городом. Гидравлический расчет газопроводов.	1	Групповая дискуссия

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Свойства водяного пара и влажного воздуха. Сложный теплообмен. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Теплообменные аппараты. Тепловые насосы. Теплопоступления в помещения. Тепловлажностный режим и воздушный режим здания. Микроклимат в помещении. Нормативные требования. Теплотери через ограждающие конструкции. Теплотраты на нагрев инфильтрующегося и вентиляционного воздуха.	25	Устный опрос
2	Конструкции топок и горелок (форсунок). Тепловые схемы ТЭЦ. Топливо. Виды и источники тепловой энергии. Виды топлива и его основные характеристики. Теплота сгорания топлива, условное топливо. Газовые отопительные котлы. Учет газа.	24	Письменный опрос
3	Современные системы отопления. Схемы присоединения систем отопления к тепловым сетям. Изучение нормативной документации СП 60.13330.2012 раздела «Отопление». Отопительные приборы, их типы и размещение. Принципы работы, классификация, основные элементы отопительных систем зданий.	25	Тест
4	Использование нетрадиционных источников энергии (солнечная и геотермальная энергия). Энергосбережение. Схемы тепловых сетей. Конструктивные элементы тепловых сетей. Трасса и способы прокладки тепловых сетей. Основы эксплуатации систем теплоснабжения. Пусконаладка систем теплоснабжения. Защита трубопроводов. Тепловые пункты.	25	Устный опрос
5	Защита газопроводов от коррозии. Техника безопасности в газовом хозяйстве. Газоснабжение зданий. Гидравлический расчет газопроводов. Требования, предъявляемые к внутренним газопроводам. Расчет внутренних газопроводов.	24	Устный опрос

#### 4.5. Темы контрольных заданий

Контрольные работы (Кр) предусмотрены по обобщенным темам занятий семинарского типа.

Примеры вариантов контрольного задания №1:

##### «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  $\delta_r=50$  мм от наружной поверхности заделана термопара, которая показала

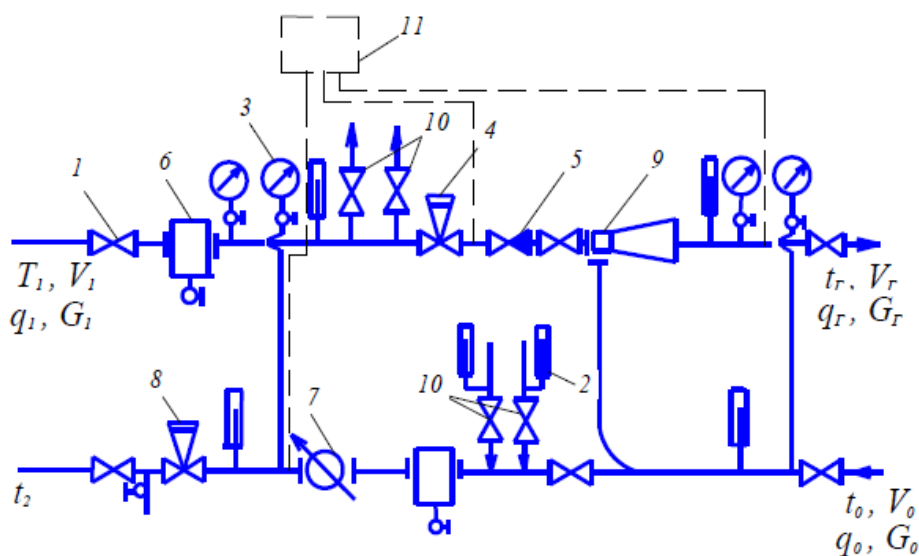
температуру  $t_r = 70^\circ\text{C}$ . Определить температуру на поверхности контакта стенки и изоляции, если  $\lambda_{\text{из}} = 0,16 \text{ Вт}/(\text{м К})$ .

### «Расчет труб отопления»

Условие: Стальной трубопровод с внутренним диаметром  $d_1 = 100 \text{ мм}$  (наружный диаметр  $d_2 = 110 \text{ мм}$ ) с коэффициентом теплопроводности стенки  $\lambda_1 = 50 \text{ Вт}/(\text{м К})$  покрыт изоляцией в два слоя одинаковой толщины  $\delta_2 = \delta_3 = 50 \text{ мм}$ . Первый слой изоляции со стороны трубы выполнен из материала с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_2 = 0,06 \text{ Вт}/(\text{м К})$ , второй слой - из материала с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_3 = 0,12 \text{ Вт}/(\text{м К})$ . Температура внутренней поверхности трубы  $t_1 = 250^\circ\text{C}$ , 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.

### Контрольное задание №2: «Гидравлический расчет индивидуального теплового пункта системы отопления»

Провести гидравлический расчет системы отопления по исходным данным и схеме системы отопления по вариантам.



1 – задвижка; 2 – термометр; 3 – манометр; 4 – регулятор расхода; 5 – обратный клапан; 6 – грязевик; 7 – тепломер; 8 – регулятор давления; 9 – водоструйный элеватор; 10 – ответвления для систем приточной вентиляции и кондиционирования воздуха; 11 – регулятор температуры

Контрольное задание №3:

### «Расчет элеваторного узла»

Задание выполняется по вариантам с различными исходными данными, выделенными жирным шрифтом: Провести расчет и подобрать водоструйный элеватор системы отопления для понижения температуры воды в наружном подающем трубопроводе до температуры, допустимой в системе отопления,  $t_r$  °С, и частичной передачи давления, создаваемого центральным насосом на тепловой станции, в местную систему отопления для создания циркуляции воды. Теплотери здания принять  $Q$  Вт, температура воды в обратной магистрали  $t_0$  °С, температура воды, поступающей из насадки  $T_1$  °С. Потери давления определить из гидравлического расчета системы отопления из контрольного задания №2.

### 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: <https://media.technolog.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами и комплексной задачей.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов и комплексную задачу. Время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Вариант № 1**

#### **Вопросы:**

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

**Задача:** Определить низшую теплоту горения древесины состава:  $C - 41.5\%$ ;  $H - 6\%$ ;  $O - 43\%$ ;  $N - 2\%$ ;  $W - 7.5\%$ .

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Теплогазоснабжение и вентиляция : учебник для вузов по направлению "Строительство" / Е. М. Авдолимов и др. - 2-е изд., перераб. - М. : Академия, 2013. - 400 с.
2. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие для вузов по спец. "Теплогазоснабжение 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.
3. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебное пособие для студентов по направлению 270100 "Строительство" / П. И. Дячек. - М. : АСВ, 2013. - 432 с

### **б) электронные учебные издания:**

1. Теплогазоснабжение с основами теплотехники : учебное пособие / Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - Электрон. текстовые дан. - 2016 - Ч. 1: Основы теплотехники. Примеры и задачи. - [Б. м. : б. и.]. - 2016. - 120 с
2. Теплогазоснабжение с основами теплотехники : учебное пособие / Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. Ч. 2 : Теплообмен. Примеры и задачи. - 2016. - 71 с.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, 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» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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.

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 приходить, имея знания 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; MathCAD 14

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс», «Техэксперт».

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы**

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на тридцать посадочных мест.

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

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

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

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

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-6	<b>Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов</b>	промежуточный



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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ОПК-6.15</b> Определение базовых параметров теплового режима здания	<b>Рассказывает</b> про теоретические основы технической термодинамики (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену	Рассказывает про теоретические основы технической термодинамики. Путается в определениях. Не полностью понимает суть определений.	Рассказывает про теоретические основы технической термодинамики. Понимает суть, но определения воспроизводит неточно. Называет все определения только после подсказки преподавателя.	Рассказывает про теоретические основы технической термодинамики. Понимает суть, определения воспроизводит точно. Называет все определения без подсказок преподавателя.
	<b>Называет</b> базовые параметры тепловых режимов здания (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 44-53 к экзамену	Называет только часть базовых параметров тепловых режимов здания, даже после наводящих вопросов преподавателя.	Называет все базовые параметры тепловых режимов здания, после наводящих вопросов преподавателя. Дает их определения.	Самостоятельно называет все базовые параметры тепловых режимов здания и дает их четкие определения.
	<b>Определяет</b> параметры теплового режима здания (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 50-53 к экзамену	Не до конца понимает как определять параметры теплового режима здания. Может определить только после подсказок преподавателя.	Понимает как определять параметры теплового режима здания. Может определить после незначительных наводящих вопросов преподавателя.	Способен самостоятельно определить параметры теплового режима здания



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Выполняет алгоритм</b> методики расчета базовых параметров теплового режима здания. (Н-1)	Правильное решение задачи № 8, правильные ответы на вопросы № 50-53 к экзамену	Слабо ориентируется в алгоритме методики расчета базовых параметров режима здания	Выполняет алгоритм методики расчета базовых параметров теплового режима здания с небольшими ошибками	Выполняет алгоритм методики расчета базовых параметров теплового режима здания качественно и без ошибок
<b>ОПК-6.19</b> Выбор состава и последовательности выполнения работ по проектированию инженерных систем теплогазоснабжения в соответствии с техническим заданием на проектирование	Перечисляет принципы проектирования инженерных систем теплогазоснабжения (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы №31-43 к экзамену	Путается в перечислении принципов проектирования инженерных систем теплогазоснабжения	Перечисляет принципы проектирования инженерных систем теплогазоснабжения с небольшими ошибками	Уверенно и без ошибок перечисляет принципы проектирования инженерных систем теплогазоснабжения
	Перечисляет разделы проектной документации для систем теплогазоснабжения (ЗН-4)	Правильные ответы на вопросы №62	Перечисляет основные разделы проектной документации для систем теплогазоснабжения с значительной помощью преподавателя	Перечисляет основные разделы проектной документации для систем теплогазоснабжения с незначительной помощью преподавателя	Перечисляет основные разделы проектной документации для систем теплогазоснабжения самостоятельно, четко и корректно
	Оценивает состав работ и правильно выполнять последовательность проектирования инженерных систем теплогазоснабжения (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 31-61	Оценивает неточно состав работ и не всегда правильно выполняет последовательность проектирования инженерных систем теплогазоснабжения	Оценивает состав работ и правильно выполняет последовательность проектирования инженерных систем теплогазоснабжения с помощью преподавателя	Оценивает состав работ и правильно выполняет последовательность проектирования инженерных систем теплогазоснабжения самостоятельно

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Демонстрирует навыки оформления выполненных работ (Н-2)	Контрольное задание	Путается в правилах оформления выполненных работ. Выполняет оформление произвольно	Демонстрирует с ошибками навыки оформления выполненных работ	Демонстрирует владение навыками оформления выполненных работ
<b>ОПК-6.20</b> Выбор исходных данных для проектирования инженерных систем теплогазоснабжения	<b>Правильно называет</b> основные характеристики источников тепловой энергии и параметры инженерных систем теплогазоснабжения (ЗН-5)	Правильные ответы на вопросы №6-30 к экзамену.	Называет с ошибками основные характеристики источников тепловой энергии и параметры инженерных систем теплогазоснабжения	Называет основные характеристики источников тепловой энергии и параметры инженерных систем теплогазоснабжения после наводящих вопросов преподавателя	Называет основные характеристики источников тепловой энергии и параметры инженерных систем теплогазоснабжения самостоятельно
	Разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, составляет технические задания для проектирования инженерных систем теплогазоснабжения (У-3)	Контрольное задание	Имеет представление о разработке проектной и рабочей технической документации, составляет технические задания для проектирования инженерных систем теплогазоснабжения с ошибками	Разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, составляет технические задания для проектирования инженерных систем теплогазоснабжения с незначительными ошибками	Разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, составляет технические задания для проектирования инженерных систем теплогазоснабжения самостоятельно и без ошибок
	<b>Имеет навыки</b> разработки проектной и рабочей технической документации для инженерных систем теплогазоснабжения. (Н-3)	Контрольное задание	Имеет слабые навыки разработки проектной и рабочей технической документации для инженерных систем теплогазоснабжения	Имеет навыки разработки проектной и рабочей технической документации для инженерных систем теплогазоснабжения	Демонстрирует уверенные навыки разработки проектной и рабочей технической документации для инженерных систем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
				строительства, но допускает 1-2 ошибки	теплогазоснабжения
<b>ОПК-6.21</b> Выбор типовых проектных решений и технологического оборудования основных инженерных систем теплогазоснабжения здания в соответствии с техническими условиями	<b>Перечисляет</b> используемое технологическое оборудование инженерных систем теплогазоснабжения здания (ЗН-6);	Правильные ответы на вопросы №29-31; 36-40; 54-61 к экзамену.	Перечисляет не всё технологическое оборудование инженерных систем теплогазоснабжения здания.	Перечисляет технологическое оборудование инженерных систем теплогазоснабжения здания после наводящих вопросов преподавателя	Полностью перечисляет технологическое оборудование инженерных систем теплогазоснабжения здания без подсказок
	<b>Приводит примеры</b> типовых схем систем теплогазоснабжения (ЗН-7)	Правильные ответы на вопросы №36, 39, 40, 54, 60, 61 к экзамену.	Имеет представление о типовых схемах систем теплогазоснабжения, верно описать без подсказок не способен	Понимает суть типовых схем систем теплогазоснабжения. Называет не все типовые схемы.	Приводит все типовые схемы систем теплогазоснабжения без запинков и правильно.
	<b>Подбирает</b> необходимое технологическое оборудование систем теплогазоснабжения (У-4)	Контрольное задание	Поясняет как подбирать оборудование систем теплогазоснабжения с ошибками	Поясняет как подбирать оборудование систем теплогазоснабжения с незначительными ошибками	Верно поясняет как подбирать оборудование систем теплогазоснабжения
	<b>Демонстрирует</b> владение методиками расчета технологического оборудования инженерных систем теплогазоснабжения при различных технических условиях (Н-4)	Контрольное задание	Способен использовать элементы методики расчета технологического оборудования инженерных систем теплогазоснабжения при решении задач. Допускает ошибки в расчетах.	Способен использовать элементы методики расчета технологического оборудования инженерных систем теплогазоснабжения при решении задач. Допускает погрешности в расчетах.	Способен использовать элементы методики расчета технологического оборудования инженерных систем теплогазоснабжения при решении задач без ошибок.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ОПК-6.22</b> Определение основных параметров систем теплогазоснабжения здания	<b>Называет</b> основные параметры систем теплогазоснабжения здания (ЗН-8)	Правильные ответы на вопросы №30-43; 54-61 к экзамену.	Называет часть основных параметров теплогазоснабжения здания	Называет все основные параметры систем теплогазоснабжения здания после наводящих вопросов преподавателя	Самостоятельно называет все основные параметры систем теплогазоснабжения здания
	<b>Определяет</b> основные параметры систем теплогазоснабжения зданий (У-5)	Правильные ответы на вопросы №30-43; 54-61 к экзамену.	Определяет основные параметры систем теплогазоснабжения зданий с ошибками и неточно формулирует мысли	Определяет основные параметры систем теплогазоснабжения зданий, но неточно формулирует мысли	Определяет основные параметры систем теплогазоснабжения зданий и четко формулирует мысли
	<b>Демонстрирует</b> навыки определения основных параметров систем теплогазоснабжения зданий, используя нужные методики расчета (Н-5)	Контрольное задание	Путает методики расчета для определения параметров систем теплогазоснабжения зданий	Верно использует методики расчета. Определяет параметры систем теплогазоснабжения зданий после наводящих вопросов преподавателя	Верно использует методики расчета. Определяет параметры систем теплогазоснабжения зданий самостоятельно.
<b>ОПК-6.24</b> Расчётное обоснование режима работы инженерной системы теплогазоснабжения здания	<b>Называет</b> методики расчета инженерных систем теплогазоснабжения зданий (ЗН-9)	Правильные ответы на вопросы №32-34; 41-43 к экзамену.	Частично называет методики расчета инженерных систем теплогазоснабжения зданий	Называет методики расчета инженерных систем теплогазоснабжения зданий после наводящих вопросов преподавателя	Называет методики расчета инженерных систем теплогазоснабжения зданий самостоятельно.
	<b>Объясняет</b> как оформлять расчеты режима работы инженерных систем теплогазоснабжения (У-6)	Защита контрольного задания	Частично использует приемы принятых норм оформления расчетных работ	Использует приемы принятых норм оформления расчетных работ с неточностями	Использует приемы принятых норм оформления расчетных работ без отклонений.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Выполняет алгоритм</b> методик расчета режимов работы инженерных систем теплогазоснабжения зданий (Н-б)	Контрольное задание	Слабо ориентируется в алгоритме методик расчета режимов работы инженерных систем теплогазоснабжения зданий	Выполняет алгоритм методик расчета режимов работы инженерных систем теплогазоснабжения зданий с небольшими ошибками	Выполняет алгоритм методик расчета режимов работы инженерных систем теплогазоснабжения зданий качественно и без ошибок

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-6:**

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?
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.
30. Теплоснабжение. Котельные установки.
31. Теплоснабжение. Тепловые сети. Присоединение потребителей тепла к тепловым сетям.
32. Водяной пар. I-s диаграмма.
33. Тепловлажностный и воздушный режимы зданий. Микроклимат помещения. Тепловой баланс помещений.
34. Расчет влагопритоков в помещение.
35. Процессы тепловлажностной обработки воздуха.

36. Отопление зданий . Классификация систем отопления.
37. Характеристика систем отопления.
38. Отопительные приборы.
39. Устройство и принцип действия систем водяного отопления.
40. Размещение, устройство и монтаж основных элементов систем водяного отопления.
41. Методы гидравлического расчета трубопроводов для систем отопления.
42. Расчет теплопотерь отапливаемых помещений.
43. Расчетная наружная температура на отопление. Коэффициент обеспеченности.
44. Характеристики, приводимые в СНиП «Строительная климатология и геофизика».
45. Нестационарный тепловой режим ограждения. Причины нестационарности. Теплоустойчивость от проникновения температуры наружного воздуха. Понятие тепловой инерционности ограждения. Требуемая теплоустойчивость ограждения.
46. Методика расчета требуемого термического сопротивления ограждений. Два показателя теплозащитных свойств наружных ограждений.
47. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждения.
48. Тепловой баланс организма человека.
49. Условия комфортности для человека в помещении. Расчетные внутренние характеристики отапливаемых помещений. Оптимальные (рекомендуемые) параметры воздуха. Допустимые (обязательные) величины параметров микроклимата.
50. Теплоустойчивость помещения при колебаниях теплоотдачи отопительных приборов.
51. Тепловой баланс помещения. Тепловой баланс для системы отопления. Тепловой баланс для системы кондиционирования. Влажностный баланс помещения.
52. 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).
53. Добавочные теплопотери через ограждения (влияние инфильтрации, действие солнечной радиации, излучение поверхностями ограждений в сторону небосвода, изменение температуры по высоте, поступление холодного воздуха через открываемые проемы).
54. Газоснабжение. Магистральный газопровод. Устройство внутренних газопроводов.
55. Назначение компрессорных /КС/ и газораспределительных /ГРС/ станций
56. Газорегуляторные пункты (ГРП) и установки (ГРУ).
57. Устройство внутридомовых газопроводов. Газовые приборы .
58. Классификация систем теплоснабжения и их характеристика.
59. Централизованное теплоснабжение.
60. Тепловые сети. Способы прокладки теплопроводов. Тепловая изоляция .
61. Тепловые пункты.
62. Какие существуют разделы проектной документации для систем теплогазоснабжения?

**б) Примеры задач для оценки умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-6:**

1. Определить свойства влажного воздуха (относительную влажность  $\phi$ , энтальпию  $I$ , парциальное давление водяного пара  $P_p$ , температуру мокрого термометра  $t_m$  ,

- температуру точки росы  $t_p$ ) при заданной температуре  $t$  и влагосодержании  $d$  воздуха, используя диаграмму Рамзина - Молье.
2. Определить низшую теплоту горения древесины состава :  $C - 41,5\%$ ;  $H - 6\%$ ;  $O - 43\%$ ;  $N - 2\%$ ;  $W - 7,5\%$ .
  3. 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.
  4. 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.
  5. 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 .
  6. 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  $q_1$  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.
  7. Трубопровод с внешним диаметром  $d_2 = 25$  мм охлаждается с поверхности,  $\alpha_2 = 10$  Вт/(м·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).
  8. 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  $t_b$ . • Для определения суммарного коэффициента теплоотдачи конвекцией и лучеиспусканием воспользоваться уравнением  $\alpha = 9,74 + 0,07(t_{ст} - t_{возд})$ .
  9. 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  $\alpha_2$ .
  10. 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 К), начальные и конечные температуры воздуха и воды равны соответственно  $t_r^I, t_r, t_b^I, t_b^II$ . Определить также расход воды  $G$  через теплообменник. Кроме того, изобразите графики изменения температур теплоносителей для обеих схем при различных соотношениях их условных эквивалентов.
  11. Определить площадь поверхности нагрева газовой водяного рекуперативного теплообменника, работающего по противоточной схеме. Греющий теплоноситель – дымовые газы с начальной температурой  $t_r^I$  и конечной -  $t_r^II$ . Расход воды через



теплообменник -  $G_B$ , начальная температура воды -  $t_B^I$ , конечная  $t_B^{II}$ . Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке трубы -  $\alpha_r$  и от стенки трубы к воде -  $\alpha_B$ . 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.

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

13. Стальной паропровод диаметром 150x5 мм имеет на внутренней поверхности температуру  $t_1 = 300$ °С. Его надо покрыть двумя слоями изоляции, причем температура наружной поверхности изоляции не должна превышать  $t_2 = 50$ °С. 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?

14. Определить удельный тепловой поток через бетонную стенку толщиной  $\delta = 300$  мм, если температура на внутренней и наружной поверхностях соответственно равны  $t_1 = 15$  °С,  $t_2 = -15$ °С, а коэффициент теплопроводности стенки:

$\lambda_{\sigma} = 1,0$  Вт/(м·К).

15. 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  $t_3 = 90$ °С, а потеря теплоты через 1 м<sup>2</sup> стенки равна 1 кВт. Коэффициенты теплопроводности соответственно равны:  $\lambda_{огн. Кирп.} = 1,4$  Вт/(м К),  $\lambda_{кр. Кирп.} = 0,58$  Вт/(м К).  $t_{с4} = 50$ °С. Определить тепловые потери с единицы длины трубы и температуру на стыке слоев изоляции. Выполнить расчет для случая, если слои изоляции поменять местами.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса и одну задачу из перечней, приведенных выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 60 мин.

## **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).