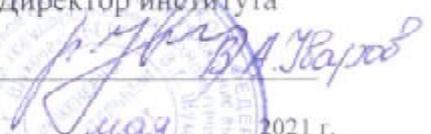


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
 (БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор института  
  
 « 24 » мая 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Основы гидравлики и теплотехники**

направление подготовки (специальность):

08.03.01 «Строительство»

Направленность программы (профиль, специализация):

Теплогазоснабжение и вентиляция

Водоснабжение и водоотведение

Производство строительных материалов, изделий и конструкций

Городское строительство и хозяйство

Техническая эксплуатация объектов жилищно-коммунального комплекса

Проектирование зданий

Экспертиза и управление недвижимостью

Промышленное и гражданское строительство

Автомобильные дороги и аэродромы

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

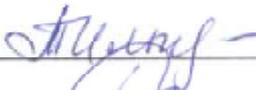
очная

**Институт:** инженерно-строительный

**Кафедра:** теплогазоснабжения и вентиляции

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования \_ по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом № 481 от 31 мая 2017 г.
- 
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: д-р техн. наук, проф.  (Т.Н. Ильина)  
д-р техн. наук, проф.  (О.А. Аверкова)  
канд. техн. наук, доцент  (О.А. Щербинина)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

Теплогазоснабжения и вентиляции

«14» мая 2021 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.А. Уваров)

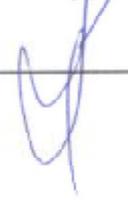
Рабочая программа согласована с выпускающими кафедрами

Теплогазоснабжения и вентиляции

«14» мая 2021 г.

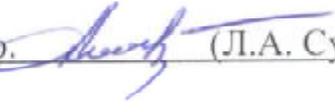
Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.А. Уваров)

Строительного материаловедения, изделий и конструкций

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.С. Лесовик)

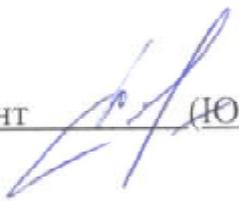
«13» 05 2021 г.

Строительства и городского хозяйства

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (Л.А. Сулейманова)

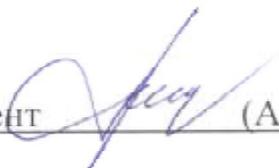
«14» мая 2021 г.

Архитектурных конструкций

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  (О.В. Денисова)

«17» мая 2021 г.

Экспертизы и управления недвижимостью

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  (А.Е. Наумов)

« 14 » мая 2021 г.

Автомобильных и железных дорог

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  (Е.А. Яковлев)

« 13 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » мая 2021 г. протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент  (А.Ю. Феоктистов)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Теоретическая фундаментальная подготовка	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ОПК-1.1 Выявляет и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	<b>Знать</b> терминологию и основные законы гидравлики и теплотехники, действующие в устройствах инженерных систем зданий и сооружений <b>Уметь</b> классифицировать физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности <b>Владеть</b> навыками определения структуры, элементов и характеристик инженерных систем
		ОПК-1.2 Определяет характеристики физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования	<b>Знать</b> методики решения задач в области расчета систем теплогазоснабжения и вентиляции с использованием уравнений гидродинамики и теплообмена. <b>Уметь</b> выявить характеристики физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, <b>Владеть</b> навыками решения задач в области расчета инженерных систем теплогазоснабжения и вентиляции
...		ОПК-1.4 Представляет базовые для профессиональной сферы физические процессы и явления в виде математического(их) уравнения(й)	<b>Знать</b> основные уравнения гидродинамики и термодинамики, используемые в расчетах систем теплогазоснабжения и вентиляции <b>Уметь</b> представлять базовые для профессиональной сферы физические процессы и явления в виде математического уравнения. <b>Владеть</b> навыками использования базовых знаний физических процессов и явлений в оборудовании инженерных систем зданий и сооружений
		ОПК-1.5 Выбирает базовые физические и химические законы для решения задач профессиональной деятельности	<b>Знать</b> базовые физические и химические законы для описания процессов в системах теплогазоснабжения и вентиляции. <b>Уметь</b> выбирать базовые физические и химические

			законы для решения задач профессиональной деятельности <b>Владеть</b> навыками выбора необходимых данных для расчета инженерных систем зданий и сооружений
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	ОПК-3.2. Выбирает методы или методики решения задачи профессиональной деятельности	<b>Знать</b> методики расчета гидродинамических характеристик потоков в оборудовании инженерных систем зданий и сооружений. <b>Уметь</b> выбрать методы или методики решения задачи профессиональной деятельности. <b>Владеть</b> навыками применения основных уравнений гидравлики и теплотехники в проектировании систем создания микроклимата

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция** ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Высшая математика
2	Физика
3	Химия
4	Инженерная графика
5	Компьютерная графика
6	Теоретическая механика
7	Основы гидравлики и теплотехники
8	Основы технической механики
9	Инженерная экология
10	Основы электротехники и электроснабжения
11	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

**2. Компетенция** ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>2</sup>
1	Теоретическая механика
2	Основы гидравлики и теплотехники

3	Основы технической механики
4	Инженерная экология
5	Инженерная геология
6	Инженерная геодезия
7	Строительные материалы
8	Основы архитектуры зданий
9	Основы строительных конструкций
10	Основы геотехники
11	Основы водоснабжения и водоотведения
12	Основы теплогасоснабжения и вентиляции
13	Основы электротехники и электроснабжения
14	Средства механизации строительства
15	Основы профессиональной деятельности
16	Учебная ознакомительная практика
17	Учебная изыскательская практика
18	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
19	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины 3 зач. единицы, 108 часов  
 Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	53	53
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>3</sup>	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	55	55
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	46	46
Экзамен		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 семестр 3

№ раздела	Наименование раздела дисциплины  (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа.</b>					
	Основные свойства жидкостей. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики, закон Паскаля. Равновесие газа в поле силы тяжести. Давление жидкости на плоские поверхности. Закон Архимеда. Практическое приложение законов гидростатики.	2	2	2	6
<b>2. Кинематика и динамика жидкости и газа.</b>					
	Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера) и вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Уравнения изменения количества движения	2	2	2	6
<b>3. Режимы движения. Гидравлические сопротивления.</b>					
	Общие сведения о режимах и гидравлических сопротивлениях. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкостей, особенности движения. Число Рейнольдса, его практическое значение. Виды гидравлических сопротивлений в трубах. Потери напора на трение и местные сопротивления.	2	2	2	6
<b>4. Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах</b>					
	Потери напора на трение в круглых трубах. Формула Дарси-Вейсбаха и коэффициент потерь на трение (коэффициент Дарси), область ее применения. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Основные виды местных сопротивлений. Зависимость коэффициента местных сопротивлений от числа Рейнольдса. Взаимное влияние местных сопротивлений. Кавитация в местных сопротивлениях.	2	2	2	6
<b>5. Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки.</b>					

Общие сведения. Простой трубопровод. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Расчет длинных трубопроводов в квадратичной области сопротивления. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стенке. Виды насадков, их применение.	2	2	2	6
<b>6. Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы.</b>				
Внутренняя энергия и ее свойства. Теплота и работа. Аналитическое выражение I закона термодинамики. Энтальпия. Теплоемкость идеальных газов. Уравнение Майера. Теплоемкость газовых смесей. Понятие об энтропии. T-S диаграмма и ее применение. Термодинамическая обратимость процессов. Цикл Карно и его значение. Сущность, основные формулировки и аналитические выражения II закона термодинамики.	2	2	2	5
<b>7. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух.</b>				
Свойства реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Водяной пар, основные понятия и определения. Процессы парообразования в P-V, T-S и I-S диаграммах. Влажный воздух, основные понятия, определения, свойства. Абсолютная и относительная влажность, влагосодержание. I-d диаграмма влажного воздуха. Основные процессы изменения состояния влажного воздуха.	2	2	2	5
<b>8. Виды теплообмена. Тепловые процессы.</b>				
Физические основы процессов теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Конвективный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи, его определение. Основные критерии подобия и критериальные уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи. Природа и основные законы теплового излучения. Сложный теплообмен. Уравнение теплопередачи. Теплопередача через однослойные и многослойные плоские и цилиндрические стенки. Теплообменники, основы расчета.	3	3	3	6
ИТОГО:	17	17	17	46

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 3				
1	<b>Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа</b>	Законы гидростатики. Расчет давления и силы давления капельных и газообразных жидкостей на твердые поверхности.	2	2
2	<b>Кинематика и динамика жидкости и газа</b>	Применение уравнения баланса расхода и баланса энергий в гидравлических расчетах.	2	2
3	<b>Режимы движения. Гидравлические сопротивления</b>	Критерий Рейнольдса, его практическое применение, гидравлические сопротивления при ламинарном и турбулентном движении.	2	2
4	<b>Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах.</b>	Расчет коэффициентов гидравлического трения и потерь напора при различных режимах движения жидкости. Расчет потерь напора при внезапном расширении и сужении сечения потока.	2	2
5	<b>Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки</b>	Гидравлический расчет напорных трубопроводов для жидкостей и газов. Расчет скорости и расхода жидкости, вытекающей через отверстия и насадки	2	2
6	<b>Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы</b>	Практическое применение основных законов идеального газа. Расчет теплоемкости газов и газовых смесей.	2	2
7	<b>Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух</b>	Определение параметров водяного пара и влажного воздуха с помощью I-d и I-S диаграмм.	2	2
8	<b>Виды теплообмена. Тепловые процессы</b>	Расчет тепловых процессов передачи тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением. Расчет теплообменных аппаратов.	3	3
Итого:			17	17

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 3				
1	<b>Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа</b>	Приборы для определения давления. Избыточное и полное давление в системе	2	2
2	<b>Кинематика и динамика жидкости и газа</b>	Определение скорости и расхода жидкости в трубах различного сечения	2	2
3	<b>Режимы движения.</b>	Режимы движения жидкости. Определение числа Рейнольдса	2	2
4	<b>Расчет потерь напора на трение</b>	Потери напора по длине. Определение коэффициентов гидравлического трения при различных режимах движения	2	2
5	<b>Местные сопротивления</b>	Потери напора на местные сопротивления. Определение коэффициентов местных сопротивлений.	2	2
6	<b>Истечение жидкости через отверстия и насадки</b>	Истечение жидкости через малое отверстие и насадки при постоянном и переменном напорах.	2	2
7	<b>Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы. Реальные газы, влажный воздух</b>	Методы измерения теплотехнических величин. Определение изобарной теплоемкости воздуха. Определение относительной влажности воздуха	5	5
ИТОГО:				17
17				

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

### 4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий

**Индивидуальное домашнее задание.**

**Цель задания:** Приобретение практических навыков по формулированию основных законов статики и динамики жидкости и газа, термодинамики и законам теплообмена, их анализу и использованию для принятия решений.

**Структура работы.** Теоретическое задание, включающее темы рефератов. Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (гидростатики, уравнения баланса расхода и энергии, потери напора на гидравлические сопротивления, процессы изменения состояния воздуха, расчет теплопроводности, теплопередачи, лучистый теплообмен).

**Оформление индивидуального домашнего задания.** ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Решение задач ИДЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

### Типовые варианты заданий

#### Вариант 1 (Гидростатика)

1.1. Труба диаметром  $d$  и длиной  $l = 1$  м находится под избыточным давлением  $P$ . Определить силу разрыва трубы и силу суммарного давления, которое испытывает задвижка в этой трубе.

$P_{\text{атм}} = 736$  мм рт. ст

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d$ , мм	700	650	600	550	500	450	500	550	550	680
$P$ , ат	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,9	2,7	2,5	2,8	3,0

Примечание:  $1 \text{ ат(техн)} = 1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па} = 10 \text{ м вод.ст.} = 736 \text{ мм рт. ст.}$

1.2. В канале, подводящем воду к очистным сооружениям, установлен пневматический уровнемер с самопишущим сооружением.

Нижней конец трубки погружен в воду на глубину  $H_2$  ниже самого нижнего уровня воды в канале. В верхний конец трубки по трубке подается небольшой объем воздуха под давлением, достаточным для выхода воздуха в воду через нижний конец трубки. Определить глубину воды в канале  $H$ , если показание манометра равно  $h$  мм рт. ст. Расстояние от дна канала до нижнего конца трубки  $H_1 = 0,3$  м,  $\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_{\text{в}} = 980 \text{ кг/м}^3$

Параметр	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h$ , мм рт.ст	80	75	70	65	60	55	50	40	30

#### Вариант 2 (Гидравлические сопротивления)

2.1. Определить потери давления на трение в стальном трубопроводе диаметром  $d$ , длиной  $l$ , бывшем длительное время в эксплуатации ( $k_{\text{э}} = 1$  мм) при расходе  $Q$  ( $\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ,  $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ )

Параметр	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d$ , мм	125	150	175	225	200	250	275	300	325
$l$ , м	70	65	55	60	50	45	40	35	30
$Q$ , л/с	40	60	80	100	120	140	160	180	200

2.2. Вода по стальному трубопроводу ( $k_{\text{э}} = 0,5$  мм) диаметром  $d$  и длиной  $l$  поступает из большого резервуара в колодец. Определить потери давления на трение при заданном расходе  $Q$  ( $\rho_{\text{в}} = 998 \text{ кг/м}^3$ ). Жидкость движется в квадратичной области турбулентного режима.

Параметр	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d$ , мм	125	150	175	200	225	200	250	300	325
$l$ , м	70	65	55	60	55	50	45	80	70
$Q$ , л/с	40	50	80	100	80	120	140	180	200

2.3. Нагревательная печь расходует 400 кг мазута в час ( $M = 400 \text{ кг/ч}$ ). Плотность мазута  $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ , его кинематическая вязкость  $\nu = 0,27 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ . Определить потери давления на трение  $\Delta P_{\text{тр}}$  при длине трубы  $l$  диаметром  $d$ .

Параметр	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d$ , мм	20	25	30	30	35	25	25	20	20
$l$ , м	25	25	20	25	20	30	30	25	30

### Вариант 3 (термодинамика)

3.1. Разрежение в газоходе парового котла, измеряемое тягомером, равно  $P_{\text{мм вод. ст.}}$ . Определить абсолютное давление газов, если показание барометра 730 мм рт. ст., и выразить его в МПа.

3.2. В закрытом сосуде объемом  $V$  находится воздух при давлении  $P_1=0,8$  МПа и температуре  $t_1=20^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты необходимо подвести для того, чтобы температура воздуха поднялась до  $t_2=120^\circ\text{C}$ ?

3.3. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть  $V$  м<sup>3</sup> воздуха при постоянном избыточном давлении  $P = 2$  ат. от  $t_1 = 120^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 450^\circ\text{C}$ ? Какую работу при этом совершит воздух?

Атмосферное давление принять равным 750 мм рт. ст.

№ задачи	Значение	№ варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3.1	$P, \text{ мм вод. ст.}$	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
3.2	$V, \text{ л}$	300	350	400	450	500	560	600	650	700	750
3.3	$V, \text{ м}^3$	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8

### Вариант 4 (Реальные газы)

4.1. Состояние влажного воздуха характеризуется температурой  $t = 25^\circ\text{C}$  и относительной влажностью  $\varphi$  %. Барометрическое давление, при котором находится воздух, равно 745 мм рт. ст. Найти парциальное давление пара в воздухе и его влагосодержание. Найти на диаграмме  $i, d$  точку, соответствующую состоянию воздуха, определить из диаграммы  $d$  и сравнить с результатом решения.

Задача	Значение	№ варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
6.1	$P, \text{ бар}$	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
6.2	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
6.3	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68
6.4	$\varphi, \%$	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48

### Вариант 5 (Теплообмен)

5.1. Плоскую поверхность с температурой  $t_1$  необходимо изолировать так, чтобы потери теплоты не превышали значения теплового потока равного  $q$ , при температуре на внешней поверхности изоляции  $t_2$ . Найти толщину слоя изоляции, если его коэффициент теплопроводности равен  $\lambda$ .

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t_1, \text{ }^\circ\text{C}$	620	580	530	470	400	350	280	250	200	150
$t_2, \text{ }^\circ\text{C}$	50	49	47	45	43	41	40	39	35	20
$q, \text{ Вт/м}^2$	450	300	400	350	450	200	200	150	125	50
$\lambda, \text{ Вт/(м К)}$	0,1	0,13	0,2	0,15	0,29	0,29	0,24	0,12	0,29	0,11

5.2. Оконная рама состоит из двух слоев стекла толщиной по  $X$  мм каждый. Между стеклами находится слой сухого неподвижного воздуха толщиной  $Y$  мм со средней температурой  $t_b$ . Площадь поверхности окна  $F$  м<sup>2</sup>. Определить потерю теплоты теплопроводностью через окно, если разность температур равна  $\Delta t$ .

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$X, \text{ мм}$	5	2	6	3	5	4	6	3	2	5
$Y, \text{ мм}$	4	8	4	7	6	7	3	4	5	2
$t_b, \text{ }^\circ\text{C}$	2	-1	1	0	0	0	-1	2	1	0
$F, \text{ м}^2$	7	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	3,5	2
$\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	30	29	27	26	25	24	23	22	21	20

5.3. Определить поверхность нагрева рекуперативного теплообменника при прямоточном и противоточном движении теплоносителей. Теплоносителем является газ начальной температурой  $t_1$  и конечной  $t_2$ . Необходимо нагреть некоторый объем воздуха при нормальных физических условиях  $G$  от  $t_3$  до  $t_4$ . Принять коэффициент теплопередачи 20 Вт/(м<sup>2</sup>К), теплоемкость воздуха постоянной.

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t_1, \text{ }^\circ\text{C}$	650	640	630	620	610	600	590	580	570	560

t <sub>2</sub> , С	250	350	275	325	300	225	400	375	200	350
t <sub>3</sub> , С	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
t <sub>4</sub> , С	180	185	190	240	230	220	210	200	190	180
G, тыс. М <sup>3</sup> /ч	20	25	30	35	40	21	32	39	41	25

В процессе выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция** ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1 Выявляет и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач по расчету тепло-и массообменных процессов в оборудовании ОВК, контрольные работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос, зачет.
ОПК-1.2 Определяет характеристики физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач по использованию законов гидростатики в системах вентиляции и отопления, контрольные работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос, зачет.
ОПК-1.4 Представляет базовые для профессиональной сферы физические процессы и явления в виде математического(их) уравнения(й)	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач по использованию законов гидродинамики в гидравлических расчетах трубопроводов различного назначения. расчету гидравлических сопротивлений тепло-и массообменных процессов в оборудовании ОВК, контрольные работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос
ОПК -1.5 Выбирает базовые физические и химические законы для решения задач профессиональной деятельности	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач с использованием законов теплообмена в расчете тепло-и массообменных процессов в оборудовании ОВК, контрольные работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос, зачет.

**2. Компетенция** ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.2 Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач с использованием основных уравнений гидравлики и теплотехники, устный опрос, зачет.

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа	<p>1. Основные свойства жидкостей и единицы их измерения.</p> <p>2. Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретации</p> <p>3. Абсолютное и избыточное давление, приборы измерения давления, соотношение между единицами его измерений.</p> <p>4. Эпюры распределения давления несмешивающихся жидкостей.</p> <p>5. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности.</p> <p>6. Закон Архимеда.</p> <p>7. Уравнение распределения давления при равновесии газов в поле силы тяжести.</p>
2	Кинематика и динамика жидкости и газа	<p>1. Основные понятия кинематики жидкости и газа: линия и трубка тока, установившееся и неустановившееся движение; равномерное и неравномерное, гидравлический радиус и эквивалентный диаметр.</p> <p>2. Уравнение неразрывности движения капельных и газообразных жидкостей.</p> <p>3. Дифференциальные уравнения движения невязкой (уравнение Эйлера) и вязкой (уравнение Навье – Стокса) жидкости.</p> <p>4. Геометрический и энергетический смысл членов уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости.</p> <p>5. Принцип работы дроссельных приборов и пневмометрических трубок.</p> <p>6. Уравнение изменения количества движения, его практическое значение.</p>
3	Режимы движения. Гидравлические сопротивления	<p>1. Виды гидравлических сопротивлений.</p> <p>2. Особенности ламинарного и турбулентного движения жидкости в трубах.</p> <p>3. Физический смысл числа Рейнольдса и его практическое значение.</p> <p>4. Потери напора на трение в круглой трубе при ламинарном режиме движения.</p>
4	Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах	<p>1. Расчет потерь напора на трение в трубах некруглого сечения.</p> <p>2. Понятия о гидравлических гладких и шероховатых трубах. Область квадратичного сопротивления.</p> <p>3. Расчет коэффициента гидравлического трения.</p> <p>4. Основные группы местных потерь напора. Уравнение Вейсбаха.</p> <p>5. Оценка кавитационных свойств местных сопротивлений.</p>
5	Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости	<p>1. Основные задачи гидравлического расчета простого трубопровода.</p> <p>2. Расчет длинных трубопроводов в квадратичной области</p>

	через отверстия и насадки	сопротивления с использованием обобщенных гидравлических параметров. 3. Расчет трубопровода при последовательном соединении длинных труб. 4. Уравнение расчетов сложных трубопроводов при параллельном соединении труб. 5. Классификация отверстий при гидравлическом расчете истечения. 6. Физический смысл коэффициентов скорости и расхода в уравнении расчета скорости и расхода жидкости, вытекающей из отверстия. 7. Чем отличается насадок от трубопровода. 8. Причина изменения расхода и скорости при истечении жидкости через насадки по сравнению с истечением через отверстия.
6.	Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы	1. Идеальный газ как простейшая модель рабочей среды. Основные параметры рабочего тела Уравнение Клайперона-Менделеева состояния идеального газа. 2. Смеси идеальных газов. Определение средней (кажущейся) молекулярной массы, плотности и газовой постоянной смеси. 3. Понятия о внешней и внутренней энергии тела. Две формы передачи энергии. Теплота и работа. 4. Эквивалентность теплоты и работы. Формулировка и аналитическая форма I закона термодинамики. 5. Энтальпия, основные понятия и определения. Определение энтальпии идеального газа. 6. Основные понятия о теплоемкости. Массовая, объемная и мольная теплоемкости и их взаимосвязь. Изохорная и изобарная теплоемкости, уравнение Майера. 7. Энтропия, основные понятия и определения. Вычисление изменения энтропии идеального газа. Тепловая T-S диаграмма и ее применение. 8. Круговые процессы или циклы. Прямой и обратный цикл Карно и его значение в теплотехнике. 9. Второй закон термодинамики, его сущность и основные формулировки, их связь с принципом действия технических устройств.
7	Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух	1. Водяной пар и его значение в теплотехнике. Основные понятия и определения. P-V диаграмма водяного пара. 2. Влажный воздух как смесь идеальных газов. Определение влагосодержания, относительной влажности и точки росы. 3. I-d диаграмма влажного воздуха. 4. Определение параметров влажного воздуха на I-d диаграмме. 5. Принципы построения и расчет процессов изменения состояния влажного воздуха.
8	Виды теплообмена. Тепловые процессы	1. Общая характеристика основных видов теплообмена. 2. Теплопроводность, основные понятия и определения. Закон Фурье. 3. Теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке тепловой поток, тепловая проводимость, термическое сопротивление стенки.

	<p>4. Конвективный теплообмен – физическая сущность, основные понятия и определения. Закон Ньютона – Рихмана. Коэффициент теплоотдачи и его определение.</p> <p>5. Лучистый теплообмен, основные понятия и законы. Расчет количества теплоты при сложном теплообмене.</p> <p>6. Теплопередача, основные понятия и определения. Коэффициент теплопередачи, сопротивление теплопередачи и их определение.</p> <p>7. Теплообменники, основное уравнение расчета и подбора теплообменников.</p>
--	---

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

1. Определить расход воды в бывшей в эксплуатации водопроводной трубе диаметром  $d = 0,3$  м, если скорость на оси трубы, замеренная трубкой Пито—Прандтля,  $u_{\max} = 4,5$  м/с, а температура воды  $10$  °С.

2. Расход воды при температуре  $10$  °С в горизонтальной трубе кольцевого сечения, состоящей из двух концентрических оцинкованных стальных труб (при  $k_g = 0,15$  мм),  $Q = 0,0075$  м<sup>3</sup>/с. Внутренняя труба имеет наружный диаметр  $d = 0,075$  м, а наружная труба имеет внутренний диаметр  $D = 0,1$  м. Найти потери напора на трение на длине трубы  $l = 300$  м.

3. Определить потери давления  $\Delta P_l$  в магистральных гидropередачах, если расходы жидкости  $Q_1 = 0,002$  м<sup>3</sup>/с,  $Q_2 = 0,0002$  м<sup>3</sup>/с, диаметры трубопроводов  $d_1 = 0,005$  м,  $d_2 = 0,01$  м, длина  $l_1 = 1$  м,  $l_2 = 2$  м, плотность рабочей жидкости  $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup>, кинематическая вязкость  $\nu = 6,5 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с.

4. Разрежение в газоходе парового котла, измеряемое тягомером, равно  $P$  мм вод. ст. Определить абсолютное давление газов, если показание барометра  $730$  мм рт. ст., и выразить его в МПа.

5. В закрытом сосуде объемом  $V$  находится воздух при давлении  $P_1 = 0,8$  МПа и температуре  $t_1 = 20$ °С. Какое количество теплоты необходимо подвести для того, чтобы температура воздуха поднялась до  $t_2 = 120$ °С?

6. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть  $V$  м<sup>3</sup> воздуха при постоянном избыточном давлении  $P = 2$  ат. от  $t_1 = 120$ °С до  $t_2 = 450$ °С? Какую работу при этом совершит воздух?

7. Определить влагосодержание воздуха при температуре  $t$ °С и барометрическом давлении  $P_{\text{бар}} = 735$  мм. рт. ст, если относительная влажность воздуха  $\varphi = 60$  %.

### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

#### Критерии оценивания индивидуального домашнего задания.

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Теоретическое задание соответствует теме, представленный материал полностью раскрывает тему задания, в работе сформулированы значимые выводы. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы полные, обоснованные и аргументированные выводы. Оформление заданий полностью соответствует предъявляемым требованиям.
4	Работа выполнена полностью. Теоретическое задание соответствует теме, представленный материал раскрывает тему задания, в работе сформулированы адекватные выводы. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой

Оценка	Критерии оценивания
	задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы выводы. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
3	Работа выполнена полностью. Теоретическое задание соответствует теме, представленный материал раскрывает тему задания, в работе сформулированы выводы. Практическая часть выполнена в полном объеме с незначительными ошибками и студентом сформулированы выводы. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
2	Работа выполнена не полностью. Теоретическое задание не соответствует теме, представленный материал не раскрывает тему задания, в работе не сформулированы выводы. Практическая часть не выполнена в полном объеме, не сформулированы выводы. Оформление заданий не соответствует предъявляемым требованиям.

Критерии оценивания лабораторной работы.

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	Цель, поставленная студенту, выполнена полностью. Выполнены все задания, указанные в работе. Студент в полном объеме владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Четко знает всю последовательность выполнения работы. Правильно подбирает методику Грамотно и понятно оформляет отчет о проведенной работе. Формирует полный, четкий и соответствующий целям и задачам вывод по работе. Полностью выполняет требования технике безопасности.
не зачтено	Цель, поставленная студенту, не достигнута. Выполнена часть заданий или задания не выполнены полностью. Студент плохо владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Путает последовательность или выполняет не все этапы работы. Неправильно определяет необходимые параметры и размеры. Небрежно оформляет отчет о проделанной работе, упускает важные моменты в отчете. Сформированный вывод о проделанной работе не соответствует или частично соответствует поставленной цели и задачам. Нарушает требования технике безопасности.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

При промежуточной аттестации в форме зачета, используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Умение использовать термины, определения, понятия
	Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы
	Объем освоенного материала
	Способность полностью отвечать на вопросы
	Способность четко излагать и интерпретировать знания

Навыки	Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями
	Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий основных разделов гидравлики и теплотехники	Не знает терминов и определений гидравлики и теплотехники	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения гидравлики и теплотехники	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов расчета уравнений гидростатики, гидродинамики, теплообмена	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний гидростатики, гидродинамики, теплообмена	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала по основным разделам гидравлики и теплотехники	Не знает значительной части материала дисциплины гидравлики и теплотехники	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы материала по основным разделам гидравлики и теплотехники	Не дает ответы на большинство вопросов материала по основным разделам гидравлики и теплотехники	Дает неполные ответы на все вопросы материала по основным разделам гидравлики и теплотехники	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний законов гидростатики, гидродинамики, теплообмена	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и	Грамотно и, по существу, излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает

		интерпретации знаний		самостоятельные выводы
--	--	-------------------------	--	---------------------------

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать термины, определения, понятия гидростатики, гидродинамики, теплообмена	Не умеет использовать термины и определения гидростатики, гидродинамики, теплообмена	Умеет использовать термины и определения, но допускает неточности формулировок	Умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы расчета гидравлических сопротивлений	Не умеет использовать основные закономерности и соотношения, принципы расчета гидравлических сопротивлений	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы расчета гидравлических сопротивлений	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала по гидростатики, гидродинамики, термодинамики, теплообмена	Не способен к освоению значительной части материала дисциплины по разделам гидростатики, гидродинамики, термодинамики, теплообмена	Способен к освоению только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Способен к освоению материала дисциплины в достаточном объеме по разделам гидростатики, гидродинамики, термодинамики, теплообмена	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями по разделам гидростатики, гидродинамики, термодинамики, теплообмена
Способность полностью отвечать на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Способность четко излагать и интерпретировать знания	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и посуществу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками расчета гидравлических сопротивлений, уравнений теплообмена	Не владеет терминами и определениями гидравлических сопротивлений, уравнений теплообмена	Владеет терминами и определениями, но допускает неточности формулировок	Владеет терминами и определениями гидравлических сопротивлений, уравнений теплообмена	Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их самостоятельно
Владение знаниями основных закономерностей, гидростатики, гидродинамики, термодинамики	Не владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний гидростатики, гидродинамики, термодинамики	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний гидростатики, гидродинамики, термодинамики	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, их интерпретирует и использует	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала по разделам гидравлики и теплотехники	Не владеет значительной частью материала дисциплины	Владеет только основным материалом дисциплины, не усвоил его деталей	Владеет материалом дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы по разделам гидравлики и теплотехники	Не дает ответы на большинство вопросов по основным разделам гидравлики и теплотехники	Дает неполные ответы на все вопросы по основным разделам гидравлики и теплотехники	Дает ответы на вопросы, но не все – полные по основным разделам гидравлики и теплотехники	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы по основным разделам гидравлики и теплотехники
Четкость изложения и интерпретации знаний и умений по разделам гидравлики и теплотехники	Владеет знаниями без логической последовательности	Владеет знаниями с нарушениями в логической последовательности	Владеет знаниями и навыками без нарушений в логической последовательности	Владеет знаниями в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации ГК, №312, 313,	Специализированная мебель. Информационные стенды по теплогазоснабжению. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, информационные стенды,
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных по гидравлике, практических занятий и для самостоятельной работы ГК, №007, №003.	Лабораторные стенды, информационные стенды по гидравлике. Интерактивная доска, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук,
3	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий по теплотехнике практических занятий и для самостоятельной работы ГК №314, №310.	Лабораторные стенды, информационные стенды по теплотехнике. Интерактивная доска, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы студентов	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет, имеющая доступ в электронную информационную образовательную среду, автоматизированный экран, доска
5	Методический кабинет	Специализированная мебель, мультимедийный переносной экран, ноутбук или компьютер.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

1. Ильина Т.Н., Семиненко А.С. Основы гидравлики и теплотехники: учеб. пособие – Белгород.: Изд-во БГТУ, 2015 -169 с.
2. Ильина Т.Н. Примеры гидравлических расчетов: учеб. пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008-150 с.
3. Примеры расчетов тепло- массообменных процессов: учеб.пособие / Т.Н. Ильина, А.С. Семиненко, В.М. Киреев– Белгород: Изд-во БГТУ, 2011-144 с.
4. Кузнецов А.А. Основы гидрогазодинамики: Учебное пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2011
5. Лапшев Н. Н. Леонтьева Ю. Н. Основы гидравлики и теплотехники: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования – М. Издательский центр «Академия», 2012. – 400 с.
6. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей. Учебное пособие.-М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005- 192с.
7. Ильина Т.Н., Киреев В.М. Механика жидкости и газа: методические указания.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2008-42с.
8. Гидравлика / сост. Т.Н. Ильина, Ю.Г. Овсянников, А.Ю. Феоктистов, С.В. Староверов: метод. указания. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2007-41с.
9. Захаров А.А. Техническая термодинамика и теплотехника: Учебник.-М.: Изд-во Академия, 2005.
10. Брюханов А.А. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: Учебник - М.: Изд-во Инфра-М, 2005

### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. <http://www.consultant.ru> – официальный сайт СПС «Консультант Плюс».
2. Электронно-библиотечная система <http://ntb.bstu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» – <http://www.biblioclub.ru>
4. Электронно-библиотечная система IPRbooks. – <http://www.iprbookshop.ru>
5. Электронно-библиотечная система «Лань». – <https://e.lanbook.com>
6. Электронно-библиотечная система «Znanium.com». – <https://znanium.com>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>4</sup>

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А.Уваров  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А.Уваров  
подпись, ФИО

---