

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  
заочного образования  
  
С.Е. Спесивцева  
« 28 » 05 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
В.А. Уваров  
«    »    2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Основы гидравлики и теплотехники**

Квалификация (степень)  
бакалавр

Форма обучения  
заочная


Институт: инженерно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород – 2019


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 2019 году.

Составитель: д-р техн. наук, проф.  (О.А. Аверкова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

«СиГХ»

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

« 14 » 05 2019 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТГВ

« 14 » 05 2019 г., протокол № 12

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 30 » 05 2019 г., протокол № 10

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

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.6. Составление последовательности (алгоритма) решения задачи
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 Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности
	ОПК-1.2 Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования
	ОПК-1.4 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й)
	ОПК-1.5 Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	ОПК-3.2 Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК-2.6. Составление последовательности (алгоритма) решения задачи	Знает последовательность решения задачи при разработке систем водоснабжения и водоотведения. Имеет навыки алгоритма разработки элементов систем водоснабжения и водоотведения
ОПК-1.1 Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности	Знает терминологию и основные законы гидравлики и теплотехники, действующие в устройствах систем водоснабжения и водоотведения Имеет навыки определения структуры, элементов и их характеристик систем водоснабжения и водоотведения
ОПК-1.2 Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования	Знает методики решения задач в области расчета систем водоснабжения и водоотведения с использованием уравнений гидростатики и гидродинамики. Имеет навыки решения задач в области расчета систем водоснабжения и водоотведения.
ОПК-1.4 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й)	Знает основные уравнения гидродинамики и термодинамики, используемые в расчетах систем теплогазоснабжения, водоснабжения и водоотведения. Имеет навык использования базовых знаний физических процессов и явлений в оборудовании систем водоснабжения и водоотведения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК -1.5 Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности	Знает базовые физические и химические законов для описания процессов в системах водоснабжения и водоотведения Имеет навык выбора необходимых данных для расчета систем водоснабжения и водоотведения
ОПК-3.2 Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности	Знает методики расчета гидродинамических характеристик потоков в оборудовании систем водоснабжения и водоотведения. Имеет навык применения основных уравнений гидравлики и теплотехники в проектировании систем водоснабжения и водоотведения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция УК-2** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Правовое регулирование строительства. Коррупционные риски
2	Высшая математика
3	Инженерная графика
4	Компьютерная графика
5	Экономика отрасли...
6	Теоретическая механика
7	Основы гидравлики и теплотехники
8	Основы технической механики
9	Инженерная экология
10	Инженерная геология
11	Инженерная геодезия
12	Строительные материалы
13	Основы архитектуры зданий
14	Основы строительных конструкций
15	Основы геотехники
16	Основы водоснабжения и водоотведения
17	Основы теплогазоснабжения и вентиляции
18	Основы электротехники и электроснабжения
19	Основы технической эксплуатации зданий и сооружений
20	Средства механизации строительства
21	Технологические процессы в строительстве
22	Основы организации производства
23	Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством
24	Основы профессиональной деятельности
25	Учебная ознакомительная практика (1)
26	Производственная технологическая практика (4)
27	Производственная исполнительная практика (6)
28	Производственная преддипломная практика (4)

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>2</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 (2 нед.)
12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (4 нед.)

**3. 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>3</sup>
1	Экономика отрасли
2	Теоретическая механика
3	Основы гидравлики и теплотехники
4	Основы технической механики
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 теплогазоснабжения и вентиляции
13	Основы электротехники и электроснабжения
14	Средства механизации строительства
15	Основания и фундаменты
16	Архитектура зданий
17	Железобетонные и каменные конструкции
18	Металлические конструкции
19	Конструкции из дерева и пластмасс
20	Учебная изыскательская практика
21	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (2 нед.)
22	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (4 нед.)

## 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>	10	10
лекции	4	4
лабораторные	2	2
практические	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	98	98
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	98	98
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	Всего часов
<b>1. Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа. Кинематика и</b>						

<b>динамика жидкости и газа.</b>						
<p>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. 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</p>	1	1	1	29	32	
<b>2. Режимы движения. Гидравлические сопротивления. Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах</b>						
<p>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. 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</p>	1	1	1	29	32	
<b>3. Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки.</b>						
<p>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. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Виды насадков, их применение.</p>	1	1		20	22	
<b>4. Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух. Тепловые процессы.</b>						
<p>Внутренняя энергия и ее свойства. Теплота и работа. Аналитическое выражение 1 закона термодинамики. Энтальпия. Теплоемкость идеальных газов. Уравнение Майера. Теплоемкость</p>	1	1		20	22	

	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. 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. Физические основы процессов теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Уравнение теплопередачи.					
ИТОГО:		4	4	2	98	108

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	<b>1. Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа. Кинематика и динамика жидкости и газа.</b>	Законы гидростатики. Расчет давления и силы давления капельных и газообразных жидкостей на твердые поверхности	1	15
2	<b>2. Режимы движения. Гидравлические сопротивления. Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах</b>	Применение уравнения баланса расхода и баланса энергий в гидравлических расчетах.	1	15
3	<b>3. Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки.</b>	Критерий Рейнольдса, его практическое применение, гидравлические сопротивления при ламинарном и турбулентном движении	1	15
4	<b>4. Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух.</b>	Расчет коэффициентов гидравлического трения и потерь напора при различных режимах движения жидкости. Расчет потерь напора при внезапном расширении и сужении сечения потока.	1	15



	<b>Тепловые процессы.</b>			
			Итого:	4
				60

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	<b>Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа. Кинематика и динамика жидкости и газа.</b>	Приборы для определения давления. Избыточное и полное давление в системе. Определение скорости и расхода жидкости в трубах различного сечения	1	10
2	<b>Режимы движения. Гидравлические сопротивления. Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах</b>	Режимы движения жидкости. Определение числа Рейнольдса. Потери напора по длине. Определение коэффициентов гидравлического трения при различных режимах движения	1	10
Итого:			2	20

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы<sup>4</sup>

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.5. Перечень 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 I (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  $H_1 = 0,3 \text{ м}$ ,  $\rho_{\text{в.т.}} = 13600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_{\text{в.ж.}} = 980 \text{ кг/м}^3$

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 ( $k_{\text{э}} = 1 \text{ мм}$ ) 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 ( $k_{\text{э}} = 0,5 \text{ мм}$ ) 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  $d$  ( $\lambda$  рассчитать по уравнению (3.13)).

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  $P_1 = 0,8 \text{ МПа}$  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  $V \text{ м}^3$  воздуха при постоянном избыточном давлении  $P = 2 \text{ ат.}$  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	$P$ , мм вод. ст.	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
3.2	$V$ , л	300	350	400	450	500	560	600	650	700	750
3.3	$V$ , м <sup>3</sup>	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8

### Вариант4(Реальные газы)

4.1 Манометр парового котла показывает давление  $P$ , бар. Показания барометра 776 мм.рт.ст.

Считая пар сухим насыщенным, определить его температуру, удельный объём и энтальпию.

4.2 Найти давление, удельный объём и плотность воды, если она находится в состоянии кипения и температура её равна  $t$ .

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

4.4 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.

### Вариант5(Теплообмен)

5.1 Плоскую поверхность с температурой  $t_1$  необходимо изолировать так, чтобы потери теплоты не превышали значения теплового потока  $q$ , 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
$t_1, \text{C}$	620	580	530	470	400	350	280	250	200	150
$t_2, \text{C}$	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  $t_n$ . Площадь поверхности окна  $F \text{ м}^2$ . 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
$t_n, \text{C}$	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
$\Delta t, \text{C}$	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  $20 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ , теплоемкость воздуха постоянной.

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t_1, \text{C}$	650	640	630	620	610	600	590	580	570	560
$t_2, \text{C}$	250	350	275	325	300	225	400	375	200	350
$t_3, \text{C}$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$t_4, \text{C}$	180	185	190	240	230	220	210	200	190	180
$G, \text{тыс. м}^3/\text{ч}$	20	25	30	35	40	21	32	39	41	25

### 4.5 Перечень контрольных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО

## КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
УК-2.6. Составление последовательности (алгоритма) решения задачи	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач по расчету тепло-и массообменных процессов в оборудовании ВиВ контрольные работы, тестовый контроль
ОПК-1.1 Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач по расчету тепло-и массообменных процессов в оборудовании ВиВ , контрольные работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос, зачет.
ОПК-1.2 Определение характеристик 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 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений 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 В и В контрольные работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос
ОПК -1.5 Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач с использованием законов теплообмена в расчете тепло-и массообменных процессов в оборудовании В и В, контрольные работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос, зачет
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	<b>Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа</b>	1.Основные свойства жидкостей и единицы их измерения. 2.Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретации 3.Абсолютное и избыточное давление, приборы измерения давления, соотношение между единицами его измерений.

		<p>4.Эпюра 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	<b>Кинематика и динамика жидкости и газа</b>	<p>1.Основные понятия кинематики жидкости и газа: линия и трубка тока, установившееся и неустойчивое 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	<b>Режимы движения. Гидравлические сопротивления</b>	<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	<b>Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах</b>	<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	<b>Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки</b>	<p>1.Основные задачи гидравлического расчета простого трубопровода.</p> <p>2.Расчет длинных трубопроводов в квадратичной области сопротивления с использованием обобщенных гидравлических параметров.</p> <p>3.Расчет трубопровода при последовательном соединении длинных труб.</p> <p>4. Уравнение расчетов сложных трубопроводов при параллельном соединении труб.</p> <p>5.Классификация отверстий при гидравлическом расчете истечения.</p> <p>6.Физический смысл коэффициентов скорости и расхода в уравнении расчета скорости и расхода жидкости, вытекающей из отверстия.</p> <p>7. Чем отличается насадок от трубопровода.</p>

		8. Причина изменения расхода и скорости при истечении жидкости через насадки по сравнению с истечением через отверстия.
6.	<b>Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы</b>	<p>1. Идеальный газ как простейшая модель рабочей среды. Основные параметры рабочего тела Уравнение Клапейрона-Менделеева состояния идеального газа.</p> <p>2. Смеси идеальных газов. Определение средней (кажущейся) молекулярной массы, плотности и газовой постоянной смеси.</p> <p>3. Понятия о внешней и внутренней энергии тела. Две формы передачи энергии. Теплота и работа.</p> <p>4. Эквивалентность теплоты и работы. Формулировка и аналитическая форма I закона термодинамики.</p> <p>5. Энтальпия, основные понятия и определения. Определение энтальпии идеального газа.</p> <p>6. Основные понятия о теплоемкости. Массовая, объемная и мольная теплоемкости и их взаимосвязь. Изохорная и изобарная теплоемкости, уравнение Майера.</p> <p>7. Энтропия, основные понятия и определения. Вычисление изменения энтропии идеального газа. Тепловая T-S диаграмма и ее применение.</p> <p>8. Круговые процессы или циклы. Прямой и обратный цикл Карно и его значение в теплотехнике.</p> <p>9. Второй закон термодинамики, его сущность и основные формулировки, их связь с принципом действия технических устройств.</p>
7	<b>Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух</b>	<p>1. Водяной пар и его значение в теплотехнике. Основные понятия и определения. P-V диаграмма водяного пара.</p> <p>2. Влажный воздух как смесь идеальных газов. Определение влагосодержания, относительной влажности и точки росы.</p> <p>3. I-d диаграмма влажного воздуха.</p> <p>4. Определение параметров влажного воздуха на I-d диаграмме.</p> <p>5. Принципы построения и расчет процессов изменения состояния влажного воздуха.</p>
8	<b>Виды теплообмена. Тепловые процессы</b>	<p>1. Общая характеристика основных видов теплообмена.</p> <p>2. Теплопроводность, основные понятия и определения. Закон Фурье.</p> <p>3. Теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке тепловой поток, тепловая проводимость, термическое сопротивление стенки.</p> <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. 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.
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. 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?
4. Манометр парового котла показывает давление  $P$ , бар. Показания барометра 776 мм.рт.ст. Считая пар сухим насыщенным, определить его температуру, удельный объем и энтальпию.
- 5 Найти давление, удельный объем и плотность воды, если она находится в состоянии кипения и температура её равна  $t$ .
- 6 Определить влагосодержание воздуха при температуре  $t^\circ\text{C}$  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 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.

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

## 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,
	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,

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программные комплексы «Autocad», «MS Word»

### 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.:



Учебник - М.: Изд-во Инфра-М, 2005

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

<http://www.iprbookshop.ru/20500.html>

<http://www.iprbookshop.ru/20500.html>

<http://www.iprbookshop.ru/20797>

<http://www.iprbookshop.ru/17>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20 20 /20 21 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № 13 заседания кафедры от « 9 » 06 20 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 14 заседания кафедры от «17» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой

подпись, ФИО

В.А. Уваров

Директор института

подпись, ФИО

В.А. Уваров