

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

« 25 » 04 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Основы гидравлики и теплотехники
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность):

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений

Квалификация (степень)
Инженер-строитель


Форма обучения
очная

Институт: **инженерно-строительный**

Кафедра: **теплогазоснабжения и вентиляции**

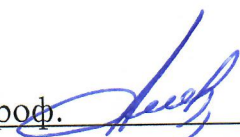
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (уровень специалитет), утвержденного приказом № 483 от 31 мая 2017 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 году.

Составитель: канд. техн. наук, ст. преп.  (И.В. Крюков)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

«Строительства и городского хозяйства»

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

« 25 » 04 2019 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТГВ

« 25 » 04 2019 г., протокол № 11

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 25 » 04 2019 г., протокол № 9

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
<p>ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата</p>	<p>ОПК-1.1 Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности</p>
	<p>ОПК-1.2 Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования</p>
	<p>ОПК-1.4 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й)</p>
	<p>ОПК -1.5 Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ОПК-1.1 Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности</p>	<p>Знает терминологию и основные законы гидравлики и теплотехники, действующие в устройствах систем водоснабжения и водоотведения Имеет навыки определения структуры, элементов и их характеристик инженерных систем здания.</p>
<p>ОПК-1.2 Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования</p>	<p>Знает методики решения задач в области расчета систем водоснабжения и водоотведения с использованием уравнений гидростатики и гидродинамики. Имеет навыки решения задач в области расчета инженерных систем здания.</p>
<p>ОПК-1.4 Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й)</p>	<p>Знает основные уравнения гидродинамики и термодинамики, используемые в расчетах инженерных систем здания. Имеет навык использования базовых знаний физических процессов и явлений в оборудовании систем водоснабжения и водоотведения</p>
<p>ОПК -1.5 Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Знает базовые физические и химические законов для описания процессов в инженерных системах здания. Имеет навык выбора необходимых данных для расчета инженерных систем здания.</p>

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 ¹
1	Высшая математика
2	Физика
3	Химия
4	Сопротивление материалов
5	Теоретическая механика
6	Основы технической механики
7	Основы гидравлики и теплотехники
8	Механика жидкости и газа
9	Строительная физика
10	Строительная механика
11	Динамика и устойчивость сооружений
12	Теория расчета пластин и оболочек

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3_ зач. единиц, _108_ часов.

Форма промежуточной аттестации зачет _____
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ²	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ³	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	55	55
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
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	Всего часов
1. Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа.						
	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	4	10
2. Кинематика и динамика жидкости и газа.						
	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	12
3. Режимы движения. Гидравлические сопротивления.						
	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	12
4. Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах						
	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.	2	2	2	6	12

	Взаимное влияние местных сопротивлений. Кавитация в местных сопротивлениях.					
5. Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки.						
	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	12
6. Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы.						
	Внутренняя энергия и ее свойства. Теплота и работа. Аналитическое выражение 1 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	11
7. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух.						
	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	6	12
8. Виды теплообмена. Тепловые процессы.						
	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. Лучистый теплообмен между газом и окружающими его стенками. Сложный теплообмен. Уравнение теплопередачи. Теплопередача через однослойные и многослойные плоские и цилиндрические стенки. Теплообменники, основы расчета.	3	3	3	7	16
	ИДЗ				9	9
ИТОГО:		17	17	17	55	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	Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа	Законы гидростатики. Расчет давления и силы давления капельных и газообразных жидкостей на твердые поверхности	2	2
2	Кинематика и динамика жидкости и газа	Применение уравнения баланса расхода и баланса энергий в гидравлических расчетах.	2	2
3	Режимы движения. Гидравлические сопротивления	Критерий Рейнольдса, его практическое применение, гидравлические сопротивления при ламинарном и турбулентном движении	2	3
4	Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах.	Расчет коэффициентов гидравлического трения и потерь напора при различных режимах движения жидкости. Расчет потерь напора при внезапном расширении и сужении сечения потока.	2	3
5	Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Гидравлический расчет напорных трубопроводов для жидкостей и газов. Расчет скорости и расхода жидкости, вытекающей через отверстия и насадки	2	3
6	Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы	Практическое применение основных законов идеального газа. Расчет теплоемкости газов и газовых смесей.	2	3
7	Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух	Определение параметров водяного пара и влажного воздуха с помощью I-d и I-S диаграмм.	2	3
8	Виды теплообмена. Тепловые процессы	Расчет тепловых процессов передачи тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением. Расчет теплообменных аппаратов.	3	3
Итого:			17	22

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа	Приборы для определения давления. Избыточное и полное давление в системе	2	3

2	Кинематика и динамика жидкости и газа	Определение скорости и расхода жидкости в трубах различного сечения	2	3
3	Режимы движения.	Режимы движения жидкости. Определение числа Рейнольдса	2	3
4	Расчет потерь напора на трение	Потери напора по длине. Определение коэффициентов гидравлического трения при различных режимах движения	2	3
5	Местные сопротивления	Потери напора на местные сопротивления. Определение коэффициентов местных сопротивлений.	2	3
6	Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение жидкости через малое отверстие и насадки при постоянном и переменном напорах.	2	4
7	Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы. Реальные газы, влажный воздух	Методы измерения теплотехнических величин. Определение изобарной теплоемкости воздуха. Определение относительной влажности воздуха	5	5
ИТОГО:			17	24

4.4. Содержание курсового проекта/работы⁴

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических 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 ($M = 400$ кг/ч). Плотность мазута $\rho = 900$ кг/м³, его кинематическая вязкость $\nu = 0,27 \cdot 10^{-4}$ м²/с. Определить потери давления на трение $\Delta P_{тр}$ при длине трубы l диаметром d . (λ 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 $P_{мм}$ 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 м³ 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 , 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 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 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 $P_{бар} = 735$ 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.

Вариант 5 (Теплообмен)

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

параметр	вариант										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
t_1 , C	620	580	530	470	400	350	280	250	200	150	
t_2 , C	50	49	47	45	43	41	40	39	35	20	
q , Вт/м ²	450	300	400	350	450	200	200	150	125	50	
λ , 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 м². Определить потерю теплоты теплопроводностью через окно, если разность температур равна Δt .

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
X, мм	5	2	6	3	5	4	6	3	2	5
Y, мм	4	8	4	7	6	7	3	4	5	2
t _в , С	2	-1	1	0	0	0	-1	2	1	0
F, м ²	7	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	3,5	2
Δt, С	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 t₁ и конечной t₂. Необходимо нагреть некоторый объем воздуха при нормальных физических условиях G от t₃ до t₄. Принять коэффициент теплопередачи 20 Вт/(м²К), теплоемкость воздуха постоянной.

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
t ₁ , С	650	640	630	620	610	600	590	580	570	560
t ₂ , С	250	350	275	325	300	225	400	375	200	350
t ₃ , С	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
t ₄ , С	180	185	190	240	230	220	210	200	190	180
G, тыс. м ³ /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
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, 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, 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, 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, тестовый контроль, собеседование, 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. 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	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 через отверстия и насадки	<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> <p>8. Причина изменения расхода и скорости при истечении жидкости через насадку по сравнению с истечением через отверстие.</p>
6.	Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы	<p>1. Идеальный газ как простейшая модель рабочей среды. Основные параметры рабочего тела Уравнение Клайперона-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</p>

		<p>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	Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух	<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	Виды теплообмена. Тепловые процессы	<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

Гидравлика

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

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, $\rho_{\text{рт}} = 13600$ кг/м³, $\rho_{\text{в}} = 980$ кг/м³

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

4. Вода по стальному трубопроводу ($k_g = 0,5$ мм) диаметром d и длиной l поступает из большого резервуара в колодец. Определить потери давления на трение при заданном расходе Q ($\rho_{\text{в}} = 998$ кг/м³). Жидкость движется в квадратичной области турбулентного режима.

Теплотехника

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 м³ 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

№	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). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017. /
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 16.08.2020. Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 17.08.2021г.
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., Семенов 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. Семенов, 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

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

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

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

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

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.
Протокол № 11 заседания кафедры от «21» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО