

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
/Уваров В.А./  
« 30 » \_\_\_\_\_ 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Основы гидравлики и теплотехники**

(наименование дисциплины)

направление подготовки:  
**08.03.01 «Строительство»**

Квалификация  
**бакалавр**

Форма обучения  
**заочная**



**Институт:** архитектурно-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 № 201 от 12.03.2015 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова введенного в действие в 2015 году

Составитель (составители): д.т.н., проф  
ст. преп

 (Аверкова О.А.)  
 (Семенов А.С.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Строительства и городского хозяйства»

Заведующий кафедрой: проф. \_\_\_\_\_ (Н.В. Калашников)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 28 » 04 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТГВ

« 29 » 04 2015 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор \_\_\_\_\_ (В.А. Уваров)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 30 » 04 2015 г., протокол № 9

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

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
	ОПК-1	Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> законы равновесия и динамики жидкости и газа, свойство жидкостей и газов, основные законы термодинамики, виды теплообмена, характеристики термодинамических процессов и тепломассообмена в профессиональной деятельности</p> <p><b>Уметь:</b> использовать законы равновесия и динамики жидкости и газа, свойства жидкостей и газов, основные законы термодинамики, виды теплообмена, характеристики термодинамических процессов и тепломассообмена в профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования законов равновесия и динамики жидкости и газа, свойства жидкостей и газов, основных законов термодинамики, видов теплообмена, характеристик термодинамических процессов и тепломассообмена в профессиональной деятельности</p>
1	ОПК-2	способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> виды и основные законы теплообмена, их применение при разработке строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать сопротивление теплопроводности и теплопередаче строительных материалов, изделий и конструкций, рассчитывать теплообменные аппараты в соответствии с заданием согласно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p> <p><b>Владеть:</b> методами теоретического и экспериментального исследования в гидромеханике и теплотехнике контролировать соответствие полученных данных заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Химия
2	Математика
3	Физика
4	Строительные материалы и изделия

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Технологические процессы в строительстве
2	Современные технологии в строительстве
3	Водоснабжение, водоотведение. Теплогазоснабжение и вентиляция.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины 3 зач. единицы, 108 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	108		108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	18		51
лекции	8	2	6
лабораторные	6		6
практические	4		4
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	90		90
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задания			
Индивидуальное домашнее задание	9		9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	81		81
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет		зачет

## 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><u>1.</u> Основные свойства жидкости. Равновесие жидкости и газа. (Установочная сессия)</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	13
<b><u>2.</u> Кинематика и динамика жидкости и газа. Режимы движения. Гидравлические сопротивления.</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 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	13
<b><u>3.</u> 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	2	2	2	6	13



	<p>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.</p>					
<b>4. 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>	2	2	2	6	13
<b>5. Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы.</b>						
	<p>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.</p>	2	2	2	5	13
<b>6. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух. Виды теплообмена. Тепловые процессы.</b>						
	<p>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. 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</p>	2	2	2	6	13

	теплопередачи. Теплопередача через однослойные и многослойные плоские и цилиндрические стенки. Теплообменники, основы расчета.					
	ИДЗ				9	9
ИТОГО:		17	17	17	57	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>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 Применение уравнения баланса расхода и баланса энергий в гидравлических расчетах.	1	5
2	<b>Режимы движения. Гидравлические сопротивления Расчет потерь напора на трение и на местные сопротивления при различных режимах.</b>	Критерий Рейнольдса, его практическое применение, гидравлические сопротивления при ламинарном и турбулентном движении Расчет коэффициентов гидравлического трения и потерь напора при различных режимах движения жидкости. Расчет потерь напора при внезапном расширении и сужении сечения потока.	1	5
3	<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	1	5
4	<b>Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы</b>	Практическое применение основных законов идеального газа. Расчет теплоемкости газов и газовых смесей.	0,5	4
5	<b>Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух Виды теплообмена. Тепловые процессы</b>	Определение параметров водяного пара и влажного воздуха с помощью I-d и I-S диаграмм. Расчет тепловых процессов передачи тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением. Расчет теплообменных аппаратов.	0,5	5
Итого:			4	24

#### 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	3
2	<b>Режимы движения. Расчет потерь напора на трение</b>	Режимы движения жидкости. Определение числа Рейнольдса Потери напора по длине. Определение коэффициентов гидравлического трения при различных режимах движения	1	3
3	<b>Местные сопротивления</b>	Потери напора на местные сопротивления. Определение коэффициентов местных сопротивлений.	1	3
4	<b>Истечение жидкости через отверстия и насадки Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы. Реальные газы, влажный воздух</b>	Истечение жидкости через малое отверстие и насадки при постоянном и переменном напорах. Методы измерения теплотехнических величин. Определение изобарной теплоемкости воздуха. Определение относительной влажности воздуха	1	3
5			4	3
ИТОГО:			4	24

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов

№ 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. 4. Эпюра распределения давления несмешивающихся жидкостей. 5. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. 6. Закон Архимеда. 7. Уравнение распределения давления при равновесии газов в поле силы тяжести.
2	<b>Кинематика и</b>	1. Основные понятия кинематики жидкости и газа: линия и



	<b>динамика жидкости и газа</b>	<p>трубка тока, установившееся и неуставившееся 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> <p>8. Причина изменения расхода и скорости при истечении жидкости через насадки по сравнению с истечением через отверстия.</p>

6.	<b>Первый и второй закон термодинамики. Круговые процессы</b>	<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 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. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание

Не предусмотрено

## 5.3. 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,  $\rho_{\text{ст}} = 13600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_{\text{в}} = 980 \text{ кг/м}^3$

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 ( $k_9 = 1$  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 ( $k_3 = 0,5$  мм) диаметром  $d$  и длиной  $l$  поступает из большого резервуара в колодец. Определить потери давления на трение при заданном расходе  $Q$  ( $\rho_B = 998$  кг/м<sup>3</sup>). 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/м<sup>3</sup>, его кинематическая вязкость  $\nu = 0,27 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с. Определить потери давления на трение  $\Delta P_{тр}$  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  $P$  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	$P$ , 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

### 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  $\phi = 60$  %.

4.4 Состояние влажного воздуха характеризуется температурой  $t = 25^\circ\text{C}$  и относительной влажностью  $\phi$  %. 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	$P$ , бар	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
6.2	$t$ , $^\circ\text{C}$	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
6.3	$t$ , $^\circ\text{C}$	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68
6.4	$\phi$ , %	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, 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  $t_b$ . 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
$t_b, \text{C}$	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

## 5.4. Перечень контрольных работ

Не предусмотрено

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

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.

### **Перечень дополнительной литературы**

1. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей. Учебное пособие.-М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005-192с.
2. Ильина Т.Н., Киреев В.М. Механика жидкости и газа: методические указания.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2008-42с.
3. Гидравлика / сост. Т.Н. Ильина, Ю.Г. Овсянников, А.Ю. Феоктистов, С.В. Староверов: метод. указания. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2007-41с.
4. Захаров А.А. Техническая термодинамика и теплотехника: Учебник.- М.:Изд-во Академия, 2005.
5. Брюханов А.А. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: Учебник - М.:Изд-во Инфра-М, 2005

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

<http://www.iprbookshop.ru/20500.html>  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918163673699300008318>  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918151705619300004316>  
  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040919394525566000008951>  
  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918192221147500002109>  
  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918145734077100009388>  
  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017032811390317900000658393>

## **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Лабораторная установка для определения гидростатического давления, лабораторная установка для определения режима движения жидкости, потерь напоров по длине и на местные сопротивления.

Установки для изучения истечения жидкости через малое отверстие и через

насадки.

Портативные стенды для изучения приборов для определения вязкости и коэффициента поверхностного натяжения, избыточного давления.

Стенд для демонстрации напорной кривой для различной конфигурации труб. Модельный стенд для демонстрации режимов движения жидкости, линий тока напорного и безнапорного движения, относительного движения жидкости и твердого тела.

Установка для исследования работы компрессора, установка для определения удельного объема газа, установка для определения теплоёмкости воздуха, установка для исследования процессов во влажном воздухе, установка для определения расхода воздуха при истечении через сопло, установка для определения теплоотдачи отопительных приборов.

#### **Учебные кинофильмы:**

1. Гидравлический удар в трубопроводе.
4. Влияние свойств жидкости на гидравлические процессы.
5. Истечение жидкостей из отверстий и насадок.
6. Измерение скорости движения жидкости.
7. Местные гидравлические сопротивления.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016 /2017 учебный год.

Протокол № 13 \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « 12 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2016 г.

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

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



Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017 /2018 учебный год.

Протокол № 11\_\_ заседания кафедры от «24»\_\_ мая\_\_ 2017 г.

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

подпись, ФИО

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

подпись, ФИО

### Добавлена основная литература

1. Основы теплотехнических измерений [Электронный ресурс] : лабораторный практикум по дисциплине «Основы гидравлики и теплотехники» для студентов направления бакалавриата 08.03.01- «Строительство» / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. теплогазоснабжения и вентиляции ; сост.: А. С. Семиненко, В. М. Киреев. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) : рис. - Загл. с титул. экрана. - 30.00 р  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017013112350333500000653055>
2. Ильина, Т. Н. Гидрогазодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов направлений подготовки "Строительство", "Техносферная безопасность", "Пожарная безопасность" / Т. Н. Ильина. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 1 эл. опт. диск (CD+RW) : граф., рис., табл. - Загл. с титул. экрана. - (в конв.) : 30.00 р. Э.Р. N 3390  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017032811390317900000658393>

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2018 /2019 учебный год.

Протокол № 11\_\_ заседания кафедры от «11»\_\_ мая\_\_ 2018 г.

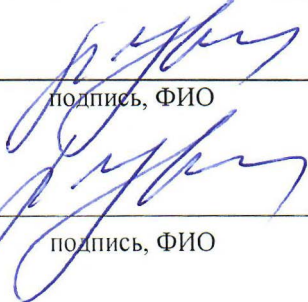
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Уваров В.А. \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

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

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 2 заседания кафедры от «5» 09 2019г.

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

  
подпись, ФИО

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

  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение № 1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Для теоретического изучения курса дисциплины студентам необходимо знать **основные элементы высшей математики:**

- дифференциальное исчисление одной или нескольких переменных;
- интегральное исчисление;
- элементы теории вероятности;

**По разделам физики и механики знать:**

- основные законы Ньютона;
- понятия «давление» и «сила», «теплота» и «работа», единицы их измерения;
- физический смысл величины вязкости, коэффициента теплопроводности;
- законы сохранения материи, энергии;
- импульс сил и количество движения.

Теоретический материал рекомендуется изучать по темам. Особое внимание следует обратить на формулировки, основные понятия и определения. По окончании темы студенты должны ответить на контрольные вопросы в виде беглого обзора темы. Лекцию следует начинать с краткой информации и диалога со студентами по предыдущему материалу.

Особое внимание следует уделить разделам по основным законам гидродинамики – уравнение неразрывности (баланс расхода) и уравнение Бернулли (баланс энергий) – и термодинамики (первый и второй законы).

При изучении раздела «гидравлические сопротивления» уделить внимание понятиям: гидравлически гладкие и шероховатые трубы, область квадратичного сопротивления.

При рассмотрении гидравлического расчета трубопроводов уделить внимание особенностям расчета газопроводов, а также параллельному и последовательному соединению труб.

Практическое освоение определения и расчета основных гидравлических параметров студенты осуществляют во время выполнения и защиты лабораторных работ, а также во время практических занятий.

Защиту лабораторных работ и контроль за освоением знаний, целесообразно осуществлять в виде контрольных работ после изучения соответствующего раздела во время практических занятий



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 14 заседания кафедры от «22» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой

подпись, ФИО

В.А. Уваров

Директор института

подпись, ФИО

В.А. Уваров

## 8. 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