

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)

Механика жидкости и газа
(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. Феокистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
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 инженерных систем здания.
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 инженерных систем здания.
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 инженерных систем здания. Имеет навык использования базовых знаний физических процессов и явлений в оборудовании систем водоснабжения и водоотведения
ОПК -1.5 Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности	Знает базовые физические и химические законов для описания процессов в инженерных системах здания. Имеет навык выбора необходимых данных для расчета инженерных систем здания.

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	-	-
практические	34	34
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 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторно занятия	Самост. работа
1. Гидростатика					
	<p>Гипотеза сплошной среды. Капельные и газообразные жидкости. Модель идеальной жидкости и газа. Гидравлика и аэродинамика. Масса, плотность, удельный вес жидкости и газов. Сжимаемость, температурное расширение. Вязкость, текучесть. Капиллярные явления, поверхностное натяжения. Ньютоновские и неньютоновские.</p> <p>Силы, действующие на жидкость. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение покоящейся жидкости (уравнение Эйлера). Равновесие в поле сил тяжести. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля и его практическое приложение. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления. Пьезометрическая высота, пьезометрический напор. Сила давления на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Равновесие газа в поле сил тяжести. Изотермическое изменение состояния газа. Относительный покой жидкости.</p>	4	4	-	10
2. Основы кинематики и динамики жидких сред.					
	<p>Основные понятия кинематики: установившееся и неустановившееся движение, линия тока, элементарная струйка, живое сечение, гидравлический радиус, средняя скорость потока жидкости. Уравнение расхода. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения потока невязкой и вязкой жидкости (уравнения Эйлера и Навье-Стокса). Динамическое давление. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, энергетический и геометрический смысл уравнения. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости, коэффициент Кориолиса. Уравнение количества энергии. Теорема импульсов. Потенциал скорости. Связь потенциала скорости с функцией тока. Циркуляция скорости. Теорема Томсона. Функции тока для двумерных течений несжимаемой жидкости. Вихревое и безвихревое движения. Уравнения компонентов вихря. Кинематика плоских потенциальных течений.</p> <p>Общие сведения о гидравлических потерях. Потери напора на трение, формула Дарси- Вейсбаха. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Особенности ламинарного движения жидкости, распределение скоростей по сечению трубы, потери на трение, формула Пуазейля-Гагена. Электрогидродинамическая аналогия. Турбулентное движение, пульсации скоростей и давлений. Абсолютная и относительная шероховатость трубопроводов. Графики Никурадзе, Мурина. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы, квадратичная область сопротивления. Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Коэффициент местного сопротивления, эквивалентная длина трубопровода.</p> <p>Элементы газовой динамики. Одномерное течение газа, течение в сужающемся канале, сопло Лавала. Связь между скоростями течения газа и скоростью звука. Число Маха.</p> <p>Моделирование гидроаэродинамических явлений. Гидродинамическое подобие, критерии подобия. Частичное моделирование по критериям Рейнольдса и Фруда. Метод анализа размерностей. Пи-теорема. Электрогидродинамическая аналогия.</p>	8	20	-	30
3. Гидравлический расчет трубопроводов					

	<p>Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения. Расчет длинных трубопроводов в области квадратичного сопротивления, удельное сопротивление трубопровода, модуль расхода. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов, построение совместной характеристики. Расчет сложных трубопроводов.</p> <p>Неустановившееся движение потока в круглой трубе, инерционный напор. Гидравлический удар, скорость фронта ударной волны, фаза гидроудара. Прямой и не прямой гидроудар, формула Жуковского. Способы борьбы с гидроударом.</p>	3	6	-	9
4. Работа нагнетателя на сеть					
	<p>Классификация нагнетателей, используемых для перемещения жидкостей и газов. Основные рабочие параметры. Характеристика сети. Давление нагнетателя, работающего в сети. Метод наложения характеристик, рабочая точка. Особенности определения рабочей точки динамических и объемных нагнетателей. Регулировка подачи нагнетателей. Совместная работа нагнетателей. Выбор нагнетателей</p>	2	4	-	6
	ВСЕГО	17	34	-	55

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Гидростатика	Дифференциальное уравнение покоящейся жидкости (уравнение Эйлера), его интегрирование. Закон Паскаля. Гидростатические парадоксы (примеры).	4	4
2	Основы кинематики и динамики жидких сред.	<p>Уравнение расхода. Уравнение неразрывности потока применительно к жидкостям и газам, практическое использование.</p> <p>Динамическое давление. Гидродинамические парадоксы (втягивающее действие струи)</p> <p>Энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли, примеры практического использования.</p> <p>Уравнение количества энергии. Теорема импульсов, примеры практического использования.</p> <p>Электрогидродинамическая аналогия. Построение электрического аналога гидравлической сети.</p>	20	20
3	Гидравлический расчет трубопроводов	Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения. Построение характеристики простого и сложного трубопроводов	6	6
4.	Работа нагнетателя на сеть	Определение рабочей точки и эксплуатационных характеристик нагнетателя при его работе на сеть.	4	4
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:				34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

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, расчету инженерных сетей и подбору нагнетателя, 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 трубопроводов инженерных сетей, подбор нагнетателей).

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.

Примеры типовых заданий

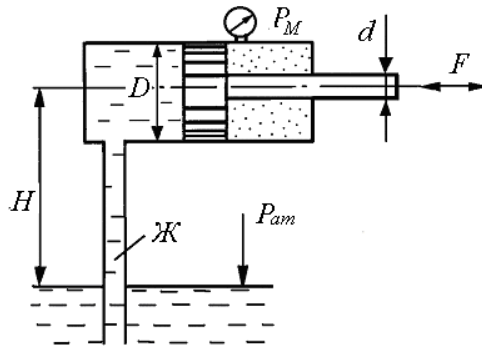
Определить диаметр трубопровода, по которому подается жидкость Ж (вода пресная) с расходом $Q = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}$ из условия получения в нем максимально возможной скорости при сохранении ламинарного режима. Температура жидкости $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

При ламинарном режиме движения жидкости по горизонтальному трубопроводу диаметром $d = 30 \text{ см}$ расход равнялся $Q = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}$, а падение пьезометрической высоты на участке данной $l = 2 \text{ м}$ составило $H = 0,3 \text{ м}$. Определить кинематический и динамический коэффициенты вязкости перекачиваемой жидкости.

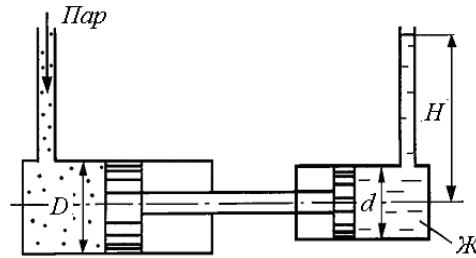
Определить время закрытия задвижки, установленной на свободном конце стального водопровода диаметром $d = 250 \text{ мм}$, длиной $l = 1200 \text{ м}$, с толщиной стенки $\delta = 3,5 \text{ мм}$, при условии, чтобы максимальное повышение давления в водопроводе было в три раза меньше, чем при мгновенном закрытии задвижки. Через сколько времени после мгновенного закрытия задвижки повышение давления распространится до сечения, находящегося на расстоянии $0,7 \cdot l$ от задвижки?

Определить величину и направление силы F , приложенной к штоку поршня для удержания его на месте. Справа от поршня находится воздух, слева от поршня и в резервуаре, куда опущен открытый конец трубы, – жидкость Ж (масло касторовое).

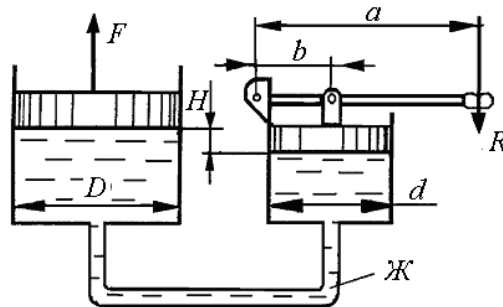
Показания пружинного манометра $P_M = 0,05 \text{ МПа}$, $H = 2 \text{ м}$, $d = 50 \text{ мм}$, $D = 200 \text{ мм}$.



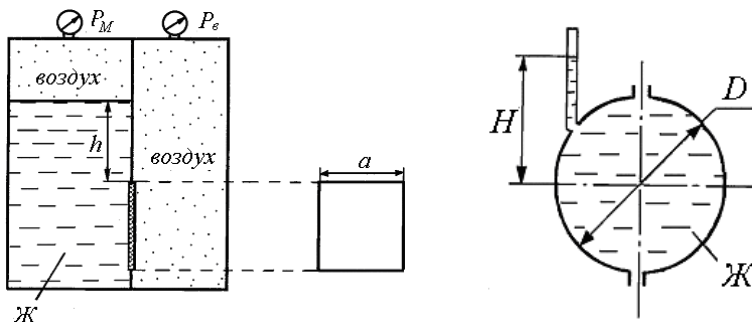
Паровой прямодействующий насос подает жидкость Ж (вода пресная) на высоту $H = 22$ м. Каково абсолютное давление пара, если диаметр парового цилиндра $D = 500$ мм, а насосного цилиндра $d = 100$ мм? Потерями на трение пренебречь.



Определить силу прессования F , развиваемую гидравлическим прессом, у которого диаметр большого плунжера $D = 200$ мм, диаметр меньшего плунжера $d = 30$ мм. Большой плунжер расположен выше меньшего на величину $H = 4$ м, рабочая жидкость Ж (масло минеральное), усилие, приложенное к рукоятке, $R = 5$ кгс, плечи рычага $a = 1$ м, $b = 15$ мм.



Замкнутый резервуар разделен на две части плоской перегородкой, имеющей квадратное отверстие со стороной $a = 0,4$ м, закрытое крышкой. Давление над жидкостью Ж (масло трансформаторное), в левой части резервуара определяется показаниями манометра $P_M = 50$ КПа., давление воздуха в правой части – показаниями вакуумметра $P_v = -30$ КПа. Определить величину и точку приложения результирующей силы давления на крышку, если $h = 1,5$ м.



Шар диаметром $D = 1$ м наполнен жидкостью Ж (масло турбинное). Уровень жидкости в пьезометре, присоединенном к шару, установился на высоте $H = 12$ м от оси шара. Определить силу дав-

ления на боковую половину внутренней поверхности шара. Показать на чертеже вертикальную и горизонтальную составляющие, а также полную силу давления.

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, 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, 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, тестовый контроль, собеседование, устный опрос, зачет.
ОПК -1.5 Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности	Выполнение и защита ИДЗ, 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	Гидростатика	<p>Основные физические свойства жидкостей и газов: плотность, удельный вес, вязкость, сжимаемость.</p> <p>Понятие идеальной жидкости, ее свойства</p> <p>Физический смысл гидростатического давления. Его свойства</p> <p>Основное уравнение гидростатики</p> <p>Закон Паскаля</p> <p>Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления.</p> <p>Сила давления на плоские поверхности.</p> <p>Сила давления на криволинейные поверхности.</p> <p>Пьезометрическая высота, пьезометрический напор. Его связь с давлением</p> <p>Закон Архимеда.</p> <p>Относительный покой жидкости. Примеры</p>
2	Основы кинематики и динамики жидких сред.	<p>Основные понятия кинематики: установившееся и неустановившееся движение, линия тока, элементарная струйка, живое сечение, гидравлический радиус, средняя скорость потока жидкости.</p> <p>Уравнение расхода. Уравнение средней скорости.</p> <p>Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, энергетический и геометрический смысл уравнения.</p>

		<p>Динамическое давление. Приборы для определения динамического давления.</p> <p>Уравнения изменения количества движения, частные случаи использования уравнения.</p> <p>Связь между скоростями течения газа и скоростью звука. Число Маха.</p> <p>Общие сведения о гидравлических потерях.</p> <p>Потери напора на трение, формула Дарси- Вейсбаха.</p> <p>Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.</p> <p>Турбулентное движение, пульсации скоростей и давлений.</p> <p>Гидравлически гладкие и шероховатые трубы, Абсолютная и относительная шероховатость трубопроводов. Графики Никурадзе, Мурина, квадратичная область сопротивления.</p> <p>Местные гидравлические сопротивления, основные виды сопротивлений. Коэффициент местного сопротивления. Взаимное влияние местных сопротивлений.</p> <p>Потери напора при изменении сечения трубопровода, теорема Борда-Карно.</p> <p>Построение расходной характеристики простого трубопровода.</p> <p>Гидродинамическое подобие, критерии подобия. Частичное моделирование по критериям Рейнольдса и Фруда</p> <p>Электрогидродинамическая аналогия.</p>
3	Гидравлический расчет трубопроводов	<p>Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода, три задачи, численные методы решения.</p> <p>Последовательное и параллельное соединение трубопроводов, построение совместной характеристики. Расчет сложных трубопроводов.</p> <p>Гидравлический удар, скорость фронта ударной волны, фаза гидроудара.</p> <p>Прямой и не прямой гидроудар, формула Жуковского. Способы борьбы с гидроударом</p> <p>Определение расхода при истечении из отверстий в тонкой стенке.</p> <p>Истечение газов из емкостей под давлением, критическая скорость.</p>
4.	Работа нагнетателя на сеть	<p>Динамические и объемные нагнетатели. Основные рабочие параметры нагнетателей.</p> <p>Давление нагнетателя, работающего в сети. Метод наложения характеристик, рабочая точка.</p> <p>Особенности определения рабочей точки для отопительно-вентиляционных систем и систем аспирации и пневмотранспорта.</p> <p>Работа нагнетателя на сеть с постоянным давлением или разрежением.</p> <p>Регулировка подачи нагнетателей.</p> <p>Совместная работа нагнетателей. Параллельное, последовательное и смешанное включение нагнетателей.</p>

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Не предусмотрены учебным планом

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

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.

2. $P_{\text{атм}} = 736$ мм рт. ст

3. 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

4. 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 ($\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с)

5. 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 ($\rho_{\text{в}} = 998$ кг/м³). Жидкость движется в квадратичной области турбулентного режима.

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.

6.

7. 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 лабора-	Лабораторные стенды, информационные

	торных по гидравлике, практических занятий и для самостоятельной работы ГК, №007, №003.	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 основной литературы

1. Кудинов, В. А. Гидравлика : учеб. пособие для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2007. - 199 с

2. Гидравлика: метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов обучающихся по направлению 653500 / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. отопления, вентиляции и кондиционирования ; сост.: Т. Н. Ильина, Ю. Г. Овсянников, А. Ю. Феоктистов, С. В. Староверов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2007. – 40 с.

3. Гидравлика: метод. указания к выполнению лаб. работы для студентов обучающихся по направлениям: 270800.62; 130400.65; 151000.62; 190600.62; 271501.65/ БГТУ им. В. Г. Шухова , каф. отопления, вентиляции и кондиционирования ; сост.: Т. Н. Ильина, Ю. Г. Овсянников, А. Ю. Феоктистов, С. В. Староверов. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 43 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/?searchType=User&BasicSearchString=%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%B8%D0%BD%D0%B0&ViewMode=false&PackId=0&page=1>

4. Крестин, Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [Электронный ресурс] / Е. А. Крестин. - Москва: Лань", 2014. Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/50160>

5. Никитин В.А. Гидравлика (Основы статики и динамики жидкости, Прикладная механика жидкости и газа) [Электронный ресурс]: задачник/ — Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2008.— 227 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21761>.— ЭБС «IPRbooks»

6.4. Перечень дополнительной литературы

6. Схиртладзе А. Г. и др. Гидравлика в машиностроении: в 2 ч. : учебник / ред. А. А. Погонин. - Старый Оскол : ТНТ. Ч. 1. - 2008. - 392 с.

7. Сапухин А.А. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие с задачами и примерами их решения/ Сапухин А.А., Курочкина В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.:

Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30350>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Тужилкин А.М., Злобин Е.К., Бурдова М.Г., Белоусов Р.О. Гидравлика: учебное пособие – Издательство АСВ, 2011,-272с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013042513374224445200002247>

6.5. Перечень интернет ресурсов

1. <http://allcalc.ru/node/498>
2. <https://wpcalc.com/gidravlichesкое-soprotivlenie-treniya-trub/>
3. <http://mirgidravliki.ru/inzhenerno-proektny-tsentr/techinfo/kalykulyator.htm>

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