

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

СОГЛАСОВАНО  
 Директор института магистратуры  
  
 И.В. Яроменко  
 «14» 05 2021

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор института ИС  
  
 В.А. Уваров  
 «14» 05 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
 дисциплины (модуля)

**Гидродинамические процессы в технологическом  
 оборудовании систем водоснабжения и водоотведения**

направление подготовки (специальность):

08.04.01 Строительство

Направленность программы (профиль, специализация):

**Водоснабжение и водоотведение городов  
 и промышленных предприятий**

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно -строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции


Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки
- 08.04.01 строительство (уровень магистратуры), утвержденного приказом № 482 от 31 мая 2017г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021\_ году.

Составитель д-р техн. наук, проф.  (Т.Н. Ильина)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Теплогазоснабжения и вентиляции

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

« 14 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2021\_ г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
Теплогазоснабжения и вентиляции

« 14 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2021\_ г., протокол № 12

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 14 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол № \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_

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

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3 Способность обоснование технических, решений систем водоснабжения и водоотведения осуществлять технологических, конструктивных сооружений	ПК-3.3 Выбор метода и методики расчётного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения и водоотведения  ПК-3.4 Выполнение и контроль гидравлических расчетов сооружений водоснабжения и водоотведения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК 3.3 Выбор метода и методики расчётного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения и водоотведения	Знает методики решения задач в области расчета систем В и В с использованием уравнений гидростатики и гидродинамики Имеет навыки выбора метода и методики расчётного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения и водоотведения
ПК-3.4 Выполнение и контроль гидравлических расчетов сооружений водоснабжения и водоотведения	Знает терминологию и основные законы гидродинамики, действующие в устройствах систем В и В, методику выполнения гидравлических расчетов сооружений водоснабжения и водоотведения Имеет навыки выполнения и контроля гидравлических расчетов сооружений водоснабжения и водоотведения

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция \_ПК-3** Способность осуществлять обоснование технологических, технических и конструктивных решений систем и сооружений водоснабжения и водоотведения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование санитарно-технических систем
2	Проектирование систем и сооружений водоснабжения
3	Проектирование систем и сооружений водоотведения
4	Гидродинамические процессы в технологическом оборудовании систем водоснабжения и водоотведения
5	Математическое моделирование процессов водоснабжения и водоотведения
6	Охрана водных ресурсов
7	Численные методы решения задач водоснабжения и водоотведения
8	Вычислительный эксперимент в научных исследованиях
9	Инженерно-технологическая реконструкция систем водоснабжения и водоотведения

10	Надежность систем водоснабжения и водоотведения
11	Учебная ознакомительная практика...
12	Производственная научно-исследовательская работа
13	Производственная исполнительская практика
14	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет \_\_ 4 \_\_ зач. единиц, \_\_ 144 \_\_ часов.

Форма промежуточной аттестации \_\_ экзамен \_\_

Вид учебной работы <sup>1</sup>	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	38	38
лекции	17	17
лабораторные		
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>2</sup>	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	106	106
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	52	52
Экзамен	36	36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час
-------	---	---

		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>1</sup>
1. Свойства жидкости. Роль законов гидравлики в оборудовании систем водоснабжения и водоотведения					
	Основные параметры жидкости. Виды жидкостей, понятие аномальной жидкости. Характеристика технологического оборудования систем водоснабжения и водоотведения. Давление, единицы измерения. Закон Паскаля. Сила давления жидкости на твердые поверхности.	4	4		12
2. Уравнения гидродинамики. Виды и расчет гидравлических сопротивлений.					
	Основные понятия гидродинамики. Виды движений жидкости. Уравнения баланса расхода (уравнение неразрывности), баланса энергии (уравнение Бернулли). Виды и расчет гидравлических сопротивлений при различных режимах движения жидкости (потери на трение и местные сопротивления).	4	4		14
3. Гидравлический расчет сетей водоснабжения и водоотведения.					
	Последовательность расчета инженерных сетей различного назначения. Гидравлический расчет двухфазных систем. Скорость витания, уравнения расчета, Гидравлическая крупность в расчетах отстойников систем водоснабжения и водоотведения.	4	4		12
4. Оборудование систем водоснабжения. Гидродинамический расчет.					
	Насосы, классификация, принцип действия. Расчет характеристики сети. Подбор насоса для работы на сеть. Последовательное и параллельное соединение центробежных насосов. Гидравлический удар. уравнение Жуковского. Прямой и непрямо́й гидравлический удар. Методы борьбы с гидравлическим ударом.	5	5		14
	ИТОГО	17	17		52
	РГЗ				18
	групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации				4
	Экзамен				36
	ВСЕГО	17	17		110

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к практическим занятиям
семестр № 1				
1	Свойства жидкости. Роль законов гидравлики в оборудовании систем водоснабжения и водоотведения	Практическое применение основных законов гидростатики. Закон Паскаля. Расчет силы давления на плоские и криволинейные поверхности.	4	4
2	Уравнения гидродинамики. Виды и расчет гидравлических сопротивлений.	Расчет потерь напора на трение при ламинарном и турбулентном режиме. Расчет местных потерь напора.	4	4
3	Гидравлический расчет сетей водоснабжения и водоотведения.	Гидравлический расчет трубопроводов простых и сложных. Основные задачи гидравлического расчета длинных трубопроводов.	4	4
4	Оборудование систем водоснабжения. Гидродинамический расчет.	Расчет характеристики сети. Подбор насоса для работы на сеть. Последовательное и параллельное соединение центробежных насосов. Расчет давления при гидравлическом ударе	5	5
ИТОГО:			17	17

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

## 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

## 4.5. Содержание расчетно-графических заданий

### Расчетно-графическое задание

**Цель задания:** Приобретение практических навыков расчета гидравлических сопротивлений в трубопроводах различного назначения, в оборудовании систем водоснабжения и водоотведения.

**Структура работы.** Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (потери напора на трение и местные сопротивления, расчет разветвленного трубопровода)

### Оформление расчетно-графического задания.

**РГЗ** предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Отчет задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; теоретическое задание; практическая часть; список использованной литературы. Срок сдачи РГЗ определяется

преподавателем.

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты индивидуальных домашних заданий.

**Задание. Гидравлический расчет трубопроводов для систем водоснабжения**

РГЗ включает:

- расчет диаметров воздухопроводов при заданном расходе и скорости воды;
- расчет потерь давления на трение и местные сопротивления;
- расчет гидравлических потерь напора в простых и сложных трубопроводах;
- подбор насоса для работы на сеть.

1.1. Выбрать диаметр чугунных труб на всех участках распределенной водопроводной сети (рис. 3.2) при заданных расходах воды в точках потребления  $Q$ , известных геодезических отметках водопроводных кранов и узловых точек  $\nabla$ , замеренных длинных участков  $L$  при заданной шероховатости труб,  $k_s=0,1\text{ мм}$ . В точках потребления должен сохраняться свободный напор не менее 5 м вод. ст. ( $h_{св}=5\text{ м}$ ). Местные сопротивления на всех участках принять равными 10 % от сопротивления по трубе.

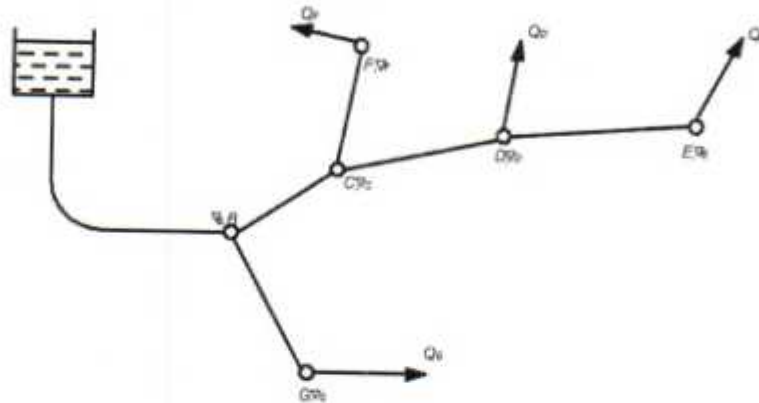


Рис. 1.2

Параметр	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\nabla_B$ , м	8	7	8	7	8	8	7	8	8	8
$\nabla_F$ , м	4	5	4	3	3	4	3	3	3	3
$\nabla_C$ , м	9	10	9	8	9	9	9	9	8	10
$\nabla_D$ , м	7	7	6	7	7	7	6	7	7	8
$\nabla_E$ , м	8	8	8	6	8	8	7	8	7	7
$\nabla_G$ , м	2	1	3	3	2	3	1	3	2	2
$Q_G$ , л/с	18	15	16	17	15	16	15	20	18	20
$Q_F$ , л/с	5	8	7	8	8	4	4	8	8	5
$Q_D$ , л/с	10	10	8	9	7	8	8	10	12	10
$Q_E$ , л/с	8	5	10	10	6	5	5	7	6	5
$L_{AB}$ , м	750	800	700	680	700	700	600	800	700	600
$L_{BC}$ , м	700	750	750	650	650	680	650	750	750	650
$L_{CF}$ , м	300	400	350	500	350	340	350	350	350	400
$L_{CD}$ , м	400	500	400	450	400	480	400	500	450	380
$L_{DE}$ , м	500	250	380	400	380	350	350	380	350	400
$L_{BG}$ , м	250	400	200	200	250	200	250	280	200	280

1.2 Определить расход воды, вытекающей при напоре  $H$  из закрытого резервуара, находящегося под избыточным давлением  $H_0$  по трубе переменного сечения заданных размеров (рис. 5.1), если известны

коэффициенты трения и коэффициент сопротивления вентиля ( $\varphi_n$ )

Параметр	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$H$ м	0,8	0,9	0,9	0,85	1,0	1,2	0,9	1,0
$H_0$ м	2,0	3,0	4,0	3,5	4,0	5,0	4,0	5,0
$d_1$ мм	70	75	70	73	80	90	75	85
$l_1$ м	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0	8,0	6,5	9,0
$d_2$ мм	100	90	95	100	110	120	100	120
$l_2$ м	7,5	8,0	7,8	7,5	8,0	8,8	8,0	10
$d_3$ мм	50	45	48	50	55	60	60	70
$l_3$ м	4,0	4,5	4,5	4,0	4,8	5,0	4,5	6,0
$\lambda$	0,028	0,026	0,028	0,031	0,030	0,035	0,031	0,035
$\zeta_n$	3,0	3,3	3,2	3,8	4,0	4,1	4,4	4,1

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

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция** ПК-3 Способность осуществлять обоснование технологических, технических и конструктивных решений систем и сооружений водоснабжения и водоотведения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.3 Выбор метода и методики расчётного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения и водоотведения	Экзамен, выполнение и защита РГЗ, решение задач по определению производительности систем В и В, тестовый контроль, собеседование, устный опрос
ПК-3.4 Выполнение и контроль гидравлических расчетов сооружений водоснабжения и водоотведения	Экзамен, выполнение и защита РГЗ, решение задач по определению гидравлической характеристики сети систем В и В, подбор насоса, тестовый контроль, собеседование, устный опрос

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Свойства жидкости. Роль законов гидравлики в оборудовании систем водоснабжения и водоотведения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные свойства жидкостей и единицы их измерения.</li> <li>2. Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретации</li> <li>3. Абсолютное и избыточное давление, приборы измерения давления, соотношение между единицами его измерений.</li> <li>4. Эпюра распределения давления несмешивающихся жидкостей.</li> <li>5. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности.</li> <li>6. Закон Архимеда.</li> <li>7. Технологическое оборудование систем водоснабжения и водоотведения</li> </ol>



2	Уравнения гидродинамики. Виды и расчет гидравлических сопротивлений..	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидродинамические параметры потоков жидкостей и газов.</li> <li>2. Основные уравнения гидродинамики, их практическое значение в расчетах оборудования систем водоснабжения и водоотведения</li> <li>2. Уравнение неразрывности движения капельных жидкостей, практическое применение.</li> <li>3. Принцип работы дроссельных приборов и пневмометрических трубок.</li> <li>4. Режимы движения. Критерий Рейнольдса, физический смысл.</li> <li>5. Расчет потерь напора на трение при разных режимах движения жидкости .</li> <li>6. Виды местных сопротивлений, расчет потерь напора.</li> <li>7. Оценка кавитационных свойств местных сопротивлений.</li> </ol>
3	Гидравлический расчет сетей водоснабжения и водоотведения.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные задачи гидравлического расчета трубопроводов.</li> <li>2. Гидравлический расчет простых и сложных трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения</li> <li>3. Расчет потерь напора на трение в трубах некруглого сечения.</li> <li>4. Понятия о гидравлических гладких и шероховатых трубах. Область квадратичного сопротивления.</li> <li>5. Расчет коэффициента гидравлического трения.</li> <li>6. Гидравлический расчет двухфазных потоков.</li> </ol>
4	Оборудование систем водоснабжения. Гидродинамический расчет.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды насосов, принцип действия.</li> <li>2. Расчет характеристики сети</li> <li>3. Подбор насоса для работы на сеть.</li> <li>4. Последовательное и параллельное соединение насосов.</li> <li>5. Гидравлический удар в инженерных сетях.</li> <li>6. Расчет давления при прямом и непрямом ударе.</li> <li>7. Способы борьбы с гидравлическим ударом.</li> </ol>

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

**Задача 1.** В качестве нагревательных приборов системы отопления использованы стальные трубы  $d_1 = 0,1$  м. Стояк, подводящий нагретую воду, и соединительные линии выполнены из труб  $d_2 = 0,025$  м и приварены к торцам нагревательных труб. Определить потери давления при внезапном расширении трубопроводов, если скорость движения горячей воды в подводящих линиях  $v = 0,3$  м/с, а температура воды  $80^\circ\text{C}$ .

**Задача 2.** Недалеко от конца трубопровода диаметром  $d = 0,15$  м, транспортирующего вязкую жидкость ( $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu = 1 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с), имеется задвижка Лудло. Определить пьезометрическое давление перед задвижкой при расходе  $Q = 0,04$  м<sup>3</sup>/с, если степень открытия задвижки  $n = 0,75$ . В конце трубопровода давление равно атмосферному.

**Задача 3.** Стальной новый водовод диаметром  $d = 0,25$  м с абсолютной эквивалентной шероховатостью  $k_0 = 0,0001$  м имеет пропускную способность  $Q_0 = 0,052$  м<sup>3</sup>/с. Вода в источнике слабоминерализованная, некоррозионная. Исследования, проведенные через два года после начала эксплуатации, показали, что абсолютная шероховатость трубопровода возросла до 0,2 мм. Требуется определить, какая будет пропускная способность водовода через 15 лет эксплуатации.

**Задача 4.** Определить величину повышения давления в стальной водопроводной трубе, если скорость воды в трубе до удара была  $v = 1$  м/с, диаметр трубы  $d = 0,5$  м и толщина стенок  $\delta = 0,005$  м.

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание законов гидростатики и гидродинамики

	Знание алгоритмов решения задач по гидравлическим расчетам трубопроводов различного назначения.
	Объем освоенного материала по гидродинамике.
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение использовать инструментарий для решения стандартных задач при расчете и выборе оборудования ВиВ.
	Умение применять теоретические основы законов сохранения энергии и материи при расчете систем водоснабжения и водоотведения.
	Умение рассчитывать производительность оборудования систем ВиВ.
	Умение осуществлять критический анализ при выборе оборудования систем ВиВ.
Навыки	Владеть навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов гидродинамики в оборудовании систем ВиВ.
	Владеть навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ВиВ
	Владеть навыками обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем водоснабжения и водоотведения
	Имеет навыки выбора метода и методики расчётного обоснования технических решений элементов систем водоснабжения и водоотведения

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий законов гидростатики и гидродинамики	Не знает терминов и определений законов гидравлики	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения законов гидравлики, но допускает неточности	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание алгоритмов решения задач по гидродинамическому расчету водопроводных сетей.	Не знает алгоритмы решения задач по гидродинамическому расчету	Знает алгоритмы решения задач по гидродинамическому расчету водопроводных сетей не в полном объеме	Знает алгоритмы решения задач, их интерпретирует и использует, но допускает неточности	Знает алгоритмы решения задач, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала по гидродинамике в оборудовании ВиВ	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме, но допускает неточности	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы

Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
---	---	---	---	---

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать инструментарий для решения стандартных задач по гидродинамике	Не умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач по гидродинамике	Умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач не в полном объеме	Умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач в полном объеме, но допускает неточности.	Умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач в полном объеме.
Умение осуществлять критический анализ при выборе оборудования систем ВиВ.	Не умеет осуществлять критический анализ при выборе оборудования систем ВиВ.	Умеет осуществлять критический анализ при выборе оборудования систем ВиВ, не в полном объеме	Умеет осуществлять критический анализ при выборе оборудования систем ВиВ, но допускает неточности	Умеет осуществлять критический анализ при выборе оборудования систем ВиВ в полном объеме
Умение осуществлять гидравлический расчет трубопроводов различного назначения	Не умеет определять гидродинамические характеристики трубопроводов систем ВиВ	Умеет частично определять гидродинамические характеристики трубопроводов систем ВиВ не в полном объеме	Умеет определять гидродинамические характеристики и трубопроводов систем ВиВ, но допускает неточности	Умеет определять гидродинамические характеристики трубопроводов систем ВиВ в полном объеме
Умение использовать инструментарий для решения стандартных задач при расчете и выборе оборудования ВиВ.	Не умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач при расчете и выборе оборудования ВиВ.	Умеет не в полном объеме использовать инструментарий для решения стандартных задач при расчете и выборе оборудования ВиВ.	Умеет использовать инструментарий для решения стандартных задач при расчете и выборе оборудования ВиВ, но допускает неточности	Умеет в полном объеме использовать инструментарий для решения стандартных задач при расчете и выборе оборудования ВиВ.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов	Не владеет навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов	Владеет не полным объемом навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов	Владеет навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов	Владеет навыками сбора и систематизация информации по расчету процессов

гидродинамики в оборудовании систем ВиВ.	гидродинамики в оборудовании систем ВиВ.	расчету процессов гидродинамики в оборудовании систем ВиВ.	гидродинамики в оборудовании систем ВиВ, но допускает неточности	гидродинамики в оборудовании систем ВиВ
Владеть навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ВиВ	Не владеет навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ВиВ	Владеет навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ВиВ не в полном объеме	Владеет навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ВиВ, но допускает неточности	Владеет навыками применения математического аппарата фундаментальных наук для решения профессиональных задач расчета оборудования ВиВ в полном объеме.
Владеть навыками обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем водоснабжения и водоотведения	Не владеет навыками обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем водоснабжения и водоотведения	Владеет не в полном объеме навыками обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем водоснабжения и водоотведения	Владеет навыками обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем водоснабжения и водоотведения, но допускает неточности	Владеет навыками обоснования технологических, технических и конструктивных решений систем водоснабжения и водоотведения в полном объеме

## 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. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, информационные стенды,
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий и для самостоятельной работы ГК, №007, №003.	Специализированная мебель, информационные стенды, Интерактивная доска, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук,

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование Электронно-библиотечной системы (ЭБС)	Принадлежность/ доступность	Адрес сайта	Наименование организации-владельца, реквизиты договора на использование
1	2	3	4	5
1	Электронно-библиотечная	Сторонняя/ индивидуальн	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ООО «Издательство Лань» Контракты

	система издательства «Лань»	ый неограниченный доступ по сети интернет		№3261000041130001620003147-01 от 27/08/2013г. до 01/09/2014г. и №03261000041140000770003147-01 от 11/08/2014г. до 01/09/2015г.
2	Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех»)	Собственная/ индивидуальный неограниченный доступ по сети интернет	<a href="http://ntb.bstu.ru">http://ntb.bstu.ru</a>	ФГБОУВО БГТУ им. «В.Г. Шухова»
3	Электронно-библиотечная Система "КнигаФонд"	Сторонняя/ 100 точек доступа по сети интернет	<a href="http://www.kni2afund.ru">http://www.kni2afund.ru</a>	ООО "Центр цифрового дистрибуции" Контракт №326-13к от 26/07/2013г. до 31/08/2014г

### 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. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей. Учебное пособие.-М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005- 192с.

4. Ильина Т.Н., Киреев В.М. Механика жидкости и газа: методические указания.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2008-42с.

5. Севостьянов В.С., Михайличенко С.А., Ильина Т.Н., Дзюзер В.Я. Пневмомеханическое и гидродинамическое технологическое оборудование – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. - 317с.  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2018011614590072300000658004>

6. Белоконов Е.Н., Попов Т.Е., Пурас Г.Н. Водоотведение и водоснабжение.- Ростов н/Д : Феникс, 2009.-379с.

### 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>