

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
В. А. Зваров
« 17 » 05 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Гидравлика, гидро- и пневмопривод

направление подготовки (специальность):

**35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих
производств»**

Направленность программы (профиль, специализация):

Технология деревоперерабатывающих производств

Квалификация (степень)
бакалавр

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 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом № 698 от 26 июля 2017 г.

-
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

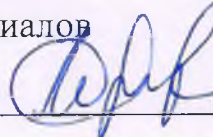
Составитель: канд. техн. наук, доцент  (О.А. Щербина)

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)

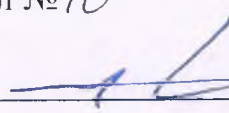
Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Теоретической механики и сопротивления материалов

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  (А.Н. Дегтярь)

« » _____ 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«27» 05 2021 г., протокол № 10

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

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Теоретическая фундаментальная подготовка	ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.6 Решает инженерные задачи производственной деятельности на основе основных законов физических и химических наук	Знать: основные закономерности гидростатики и гидродинамики и методы их применения к решению практических задач в области лесозаготовок и деревообработки. Уметь: применять основные закономерности гидростатики и гидродинамики для решения задачи расчета технологических параметров гидравлических сетей и гидро- пневмоприводов объектов профессиональной деятельности Владеть: методикой определения оптимальных путей и методов расчета технологических параметров гидравлических сетей и гидро- пневмоприводов объектов профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
1	Высшая математика
2	Физика
3	Информационные технологии
4	Начертательная геометрия и инженерная графика
5	Материаловедение. Технология конструкционных материалов
6	Теоретическая механика
7	Сопротивление материалов
8	Детали машин
9	Гидравлика, гидро- и пневмопривод
10	Теплотехника
11	Электротехника и электроника
12	Проектирование лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств
13	Методы и средства научных исследований
14	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины 4 зач. единицы, 144 часов
 Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ²	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	89	89
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	44	44
Экзамен	36	36

4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 семестр 4

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
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	5
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
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	5
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. Взаимное влияние местных сопротивлений. Кавитация в местных сопротивлениях.	2	2	2	6

5. Гидравлический расчет трубопроводов. Истечение жидкости через отверстия и насадки.				
<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. Виды насадков, их применение.</p>	2	2	2	5
6. Структура и комплектующие гидравлического привода.				
<p>Динамический и объемный гидропривод, области применения. Структура принцип действия, основные параметры, преимущества и недостатки объемного гидропривода. Характеристики рабочих жидкостей гидропривода, особенности взаимодействия с ограничивающими стенками каналов. Классификация и принцип действия объемных гидромашин. Объемные и механические потери, общий КПД. Конструкции, принцип действия, характеристики шестеренных, лопастных, винтовых, аксиально- и радиально-поршневых насосов, и гидромоторов. Определение рабочего объема и его регулирование. Конструкция и принцип действия поршневых, плунжерных, телескопических, мембранных, сильфонных гидроцилиндров. Дифференциальная схема включения поршневого гидроцилиндра. Расчет рабочих параметров гидромашин. Классификация гидроаппаратуры. Назначение, конструкция, принцип действия, основные расчетные зависимости клапанов давления (предохранительных, напорных, переливных, редуционных, обратных, обратных управляемых). Дроссели, расчет потерь давления на дросселе. Регуляторы потока. Делители потока. Реле давления и выдержки. Распределители: назначение, классификация, принцип действия. Степень перекрытия рабочих окон золотникового распределителя, зона нечувствительности. Гидроаккумуляторы. Модульные гидравлические аппараты. Фильтры: классификация, критерии выбора, места установки в системе гидропривода. Сепараторы. Гидробаки: функциональное назначение, расчет рабочего объема и теплового баланса, особенности конструктивного исполнения. Охлаждение рабочей жидкости. Масляные станции. Гидролинии: классификация, используемые материалы, способы монтажа. Расчет диаметра трубопровода.</p>	3	3	3	6
7. Типовые схемы объемного гидропривода.				

	<p>Понятие о дискретном приводе. Классификация дискретных гидроприводов. Принципиальные гидравлические схемы, условные обозначения.</p> <p>Структурный анализ и синтез схемы нерегулируемого гидропривода. Уравнение динамики рабочего органа гидропривода поступательного движения и его решение. Расчет статических характеристик объемного привода. Методика расчета вращательного и поступательного гидроприводов.</p> <p>Выбор аппаратуры, насоса и гидравлического двигателя привода.</p> <p>Способы регулирования скорости движения гидродвигателей. Ступенчатое регулирование. Объемный и дроссельный способы. Последовательное и параллельное включение дросселя. Стабилизация скорости движения исполнительного механизма при переменной нагрузке. КПД и нагрузочные характеристики привода. Сравнение способов регулировки.</p>	2	2	2	6
8. Пневматические приводы.					
	<p>Принцип действия и структура пневматических приводов. Преимущества и недостатки пневматических приводов.</p> <p>Классификация пневмодвигателей. Источники питания. Свойства воздуха. Термодинамические процессы пневмоприводов. Основные закономерности течения воздуха в пневмолиниях.</p> <p>Уравнение скорости и расхода, определение пропускной способности пневмолиний.</p> <p>Определение времени наполнения и опорожнения пневмоекостей. Элементы пневмоаппаратуры высокого давления.</p>	2	2	2	5
ИТОГО:		17	17	17	44

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
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	3
3	Режимы движения. Гидравлические	Критерий Рейнольдса, его практическое применение,	2	3

	сопротивления	гидравлические сопротивления при ламинарном и турбулентном движении.		
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	Структура и комплектующие гидравлического приводы.	Практическое применение основных законов идеального газа. Расчет теплоемкости газов и газовых смесей.	2	3
7	Типовые схемы объемного гидропривода.	Расчет гидросистемы привода, выбор рабочей жидкости, расчет параметров гидроцилиндров, выбор насоса, выбор аппаратуры гидропривода.	4	3
8	Пневматические приводы.	Расчет конструктивных параметров пневмоцилиндра.	1	3
			Итого: 17	23
			Всего:	40

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
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	2	3

		сопротивлений.		
6	Структура и комплектующие объемного гидропривода	Определение рабочего объема шестеренного и лопастного насосов	2	4
7	Типовые схемы объемного гидропривода	Исследование нагрузочных характеристик объемного привода при параллельном и последовательном включении дросселя воздуха	5	4
ИТОГО:			17	23
ВСЕГО:				40

4.4. Содержание курсового проекта/работы³

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий⁴

Индивидуальное домашнее задание.

Цель задания: Приобретение практических навыков по формулированию основных законов статики и динамики жидкости и газа, термодинамики и законам теплообмена, их анализу и использованию для принятия решений.

Структура работы. Теоретическое задание, включающее темы рефератов. Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (гидростатики, уравнения баланса расхода и энергии, потери напора на гидравлические сопротивления, процессы изменения состояния воздуха, расчет теплопроводности, теплопередачи, лучистый теплообмен).

Оформление индивидуального домашнего задания. ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Решение задач ИДЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

Типовые варианты заданий

Вариант I (Гидростатика)

1.1. Труба диаметром d и длиной $l = 1$ м находится под избыточным давлением P . Определить силу разрыва трубы и силу суммарного давления, которое испытывает задвижка в этой трубе.

$P_{\text{атм}} = 736$ мм рт. ст

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d , мм	700	650	600	550	500	450	500	550	550	680
P , ат	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,9	2,7	2,5	2,8	3,0

Примечание: $1 \text{ ат(техн)} = 1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Па} = 10 \text{ м вод.ст.} = 736 \text{ мм рт. ст.}$

1.2. В канале, подводящем воду к очистным сооружениям, установлен пневматический уровнемер с самопишущим сооружением.

Нижней конец трубки погружен в воду на глубину H_2 ниже самого нижнего уровня воды в канале. В верхний конец трубки по трубке подается небольшой объем воздуха под давлением, достаточным для выхода воздуха в воду через нижний конец трубки. Определить глубину воды в канале H , если показание манометра равно h мм рт. ст. Расстояние от дна канала до нижнего конца трубки $H_1 = 0,3$ м, $\rho_{рт} = 13600$ кг/м³, $\rho_{в} = 980$ кг/м³

Параметр	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h , мм рт.ст	80	75	70	65	60	55	50	40	30

Вариант2 (Гидравлические сопротивления)

2.1. Определить потери давления на трение в стальном трубопроводе диаметром d , длиной l , бывшем длительное время в эксплуатации ($k_э = 1$ мм) при расходе Q ($\rho_{в} = 1000$ $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · 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 ($k_э = 0,5$ мм) диаметром d и длиной l поступает из большого резервуара в колодец. Определить потери давления на трение при заданном расходе Q ($\rho_{в} = 998$ кг/м³). 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

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.6 Решает инженерные задачи производственной деятельности на основе основных законов физических и химических наук	Выполнение и защита ИДЗ, решение задач по гидравлическому расчету трубопроводов различного назначения, расчету гидравлических сопротивлений, контрольные работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос, экзамен.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ 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 неустойчивое движение; равномерное и неравномерное, гидравлический радиус и эквивалентный диаметр.</p> <p>2. Уравнение неразрывности движения капельных и газообразных жидкостей.</p> <p>3. Дифференциальные уравнения движения невязкой (уравнение Эйлера) и вязкой (уравнение Навье – Стокса) жидкости.</p> <p>4. Геометрический и энергетический смысл членов уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости.</p> <p>5. Принцип работы дроссельных приборов и пневмометрических трубок.</p> <p>6. Уравнение изменения количества движения, его практическое значение.</p>
3	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	<p>1. Основные задачи гидравлического расчета простого трубопровода.</p> <p>2. Расчет длинных трубопроводов в квадратичной области</p>

	через отверстия и насадки	сопротивления с использованием обобщенных гидравлических параметров. 3. Расчет трубопровода при последовательном соединении длинных труб. 4. Уравнение расчетов сложных трубопроводов при параллельном соединении труб. 5. Классификация отверстий при гидравлическом расчете истечения. 6. Физический смысл коэффициентов скорости и расхода в уравнении расчета скорости и расхода жидкости, вытекающей из отверстия. 7. Чем отличается насадок от трубопровода. 8. Причина изменения расхода и скорости при истечении жидкости через насадки по сравнению с истечением через отверстия.
6.	Типовые схемы объемного гидропривода.	Понятие о дискретном приводе. Классификация дискретных гидроприводов. Принципиальные гидравлические схемы, условные обозначения, примеры. Уравнение динамики рабочего органа привода поступательного движения Методика расчета вращательного и поступательного гидроприводов. Выбор аппаратуры, насоса и гидравлического двигателя привода Способы регулирования скорости движения гидродвигателей. Регулирование скорости движения, последовательное и параллельное включение дросселя. КПД и нагрузочные характеристики Стабилизация скорости движения исполнительного механизма при переменной нагрузке. Синхронные гидроприводы дроссельного и объемного способов регулирования, примеры схем. Функциональная схема следящего привода. Классификация, чувствительность, точность и устойчивость гидроусилителей. Следящий привод с золотниковыми усилителями. Силы, действующие на золотник, способы разгрузки золотников.
7	Пневматические приводы	1. Принцип действия и структура пневматических приводов. 2. Преимущества и недостатки пневматических приводов. 3. Основные закономерности течения воздуха в пневмолиниях. 4. Уравнение скорости и расхода, определение пропускной способности пневмолиний.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы)

для текущего контроля в семестре

1. Разрежение в газоходе парового котла, измеряемое тягомером, равно P мм вод. ст. Определить абсолютное давление газов, если показание барометра 730 мм рт. ст., и выразить его в МПа.

2. Показание вакуумметра, установленного на всасывающем патрубке диаметром $d_1 = 60$ мм, $p_{\text{вак}} = 0,4 \cdot 10^5$ Па, а показание манометра, установленного на нагнетательном патрубке диаметром $d_2 = 50$ мм, $p_m = 5,8 \cdot 10^5$ Па, причем ось нагнетательного патрубка располагается на $z = 0,6$ м ниже центра манометра и на $z = 0,4$ м выше оси всасывающего патрубка. Определить КПД центробежного насоса, если бак вместимостью $2,4 \text{ м}^3$ заполняется при работе насоса за 9 мин, а мощность потребляемая электродвигателем $N_3 = 5,0$ кВт при КПД электродвигателя 0,93.

3. Поршень диаметром $D = 200$ мм вытесняет воду по короткому трубопроводу диаметром $d = 20$ мм в атмосферу. Определить усилие на поршень, если скорость истечения жидкости 5 м/с, потери напора $h_w = 2$ м.

4. Из большого резервуара при глубине $H = 10$ м вода вытекает в атмосферу по горизонтальной трубе диаметром $d = 40$ мм. Уровень в пьезометре, установленном по середине трубы, $h = 4,5$ м. Определить расход в трубе. Потери напора до пьезометра и после пьезометра одинаковы.

5 Определить давление в верхней точке сифонного трубопровода, если $h_1 = 1,0$ м, $h_2 = 2,0$ м; потери напора не учитывать. Температура воды $t = 5$ °С

6 По пожарному рукаву вода с расходом $Q = 10$ л/с поступает к брандспойту, который представляет собой конический сужающийся насадок с размерами: длина $l = 600$ мм, диаметр входного сечения $d_1 = 75$ мм, диаметр выходного сечения $d_2 = 27$ мм; потери напора в брандспойте $h_w = 0,4$ м. Определить, на какую высоту бьет вертикальная струя, и избыточное давление на входе в брандспойт. Сопротивлением воздуха пренебречь.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умение	Умение использовать термины, определения, понятия
	Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы
	Объем освоенного материала
	Способность полностью отвечать на вопросы
	Способность четко излагать и интерпретировать знания
Владение	Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями
	Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	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
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и, по существу, излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать термины, определения, понятия	Не умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, но допускает неточности формулировок	Умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Умение использовать основные закономерности,	Не умеет использовать основные закономерности и	Умеет использовать основные закономерности, соотношения,	Умеет использовать основные закономерности,	Умеет использовать основные закономерности, соотношения,

соотношения, принципы	соотношения, принципы построения знаний	принципы построения знаний	соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не способен к освоению значительной части материала дисциплины	Способен к освоению только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Способен к освоению материала дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Способность полностью отвечать 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
Способность четко излагать и интерпретировать знания	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности и	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями	Не владеет терминами и определениями	Владеет терминами и определениями, но допускает неточности формулировок	Владеет терминами и определениями	Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их самостоятельно
Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов	Не владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, их интерпретирует и использует	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не владеет значительной частью материала дисциплины	Владеет только основным материалом дисциплины, не усвоил его деталей	Владеет материалом дисциплины в достаточном объеме	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	Владеет знаниями без логической последовательности	Владеет знаниями с нарушениями в логической последовательности	Владеет знаниями без нарушений в логической последовательности	Владеет знаниями в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

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,

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft, Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
2	Autodesk, Inc, Autocad	Соглашение о предоставлении лицензии и оказании услуг 3206 от 11 декабря 2020 года

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Ильина Т.Н., Семиненко А.С. Основы гидравлики и теплотехники: учеб. пособие – Белгород.: Изд-во БГТУ, 2015 -169 с.
2. Ильина Т.Н. Примеры гидравлических расчетов: учеб. пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008-150 с.
3. Примеры расчетов тепло- массообменных процессов: учеб.пособие / Т.Н. Ильина, А.С. Семиненко, В.М. Киреев– Белгород: Изд-во БГТУ, 2011-144 с.
4. Кузнецов А.А. Основы гидрогазодинамики: Учебное пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2011
5. Лапшев Н. Н. Леонтьева Ю. Н. Основы гидравлики и теплотехники: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования – М. Издательский центр «Академия», 2012. – 400 с.
6. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных сетей. Учебное пособие.-М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005- 192с.
7. Ильина Т.Н., Киреев В.М. Механика жидкости и газа: методические указания.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2008-42с.
8. Гидравлика / сост. Т.Н. Ильина, Ю.Г. Овсянников, А.Ю. Феоктистов, С.В. Староверов: метод. указания. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2007-41с.
9. Брюханов А.А. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: Учебник - М.: Изд-во Инфра-М, 2005
10. Гидравлика, гидромашины и гидропневмоприводы: Учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений / Под ред. Т.М. Стесина. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-335 с.
11. Угинчус А.А.Гидравлика и гидравлические машины : учебник для машиностроит. спец. вузов / А. А. Угинчус. - 5-е изд., стер. - М. : Аз-book, 2009. - 395 с.

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/1>