

Глазовский инженерно-экономический институт  
(филиал) Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»  
(ГИЭИ (филиал) ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Гидравлика**

направление подготовки: **15.03.05 – Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств**

направленность (профиль): **Технологии цифрового проектирования и  
производства в машиностроении**

уровень образования: **бакалавриат**

форма обучения: **заочная**

общая трудоемкость дисциплины составляет: **2 зачетных единиц**

Кафедра «Машиностроение и информационные технологии»

Составитель: Горбушин А.Г., преподаватель

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и рассмотрена на заседании кафедры.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и рассмотрена на заседании кафедры.

Протокол от 22.05.2023 г. № 5

Заведующий кафедрой



А.Г. Горбушин

22.05.2023 г.

### СОГЛАСОВАНО

Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технологии цифрового проектирования и производства в машиностроении».


Протокол заседания учебно-методической комиссии от 24 мая 2023 г. № 2

Председатель учебно-методической комиссии ГИЭИ



А.Г. Горбушин

Руководитель образовательной



А.В. Овсянников

программы

22.05.2023 г.

Аннотация к дисциплине

<b>Название дисциплины</b>	Гидравлика
<b>Направление (специальность) подготовки</b>	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
<b>Направленность (профиль/программа/специализация)</b>	Технологии цифрового проектирования и производства в машиностроении
<b>Место дисциплины</b>	Обязательная часть Блока 1. Дисциплины (модули)
<b>Трудоемкость (з.е. / часы)</b>	2 з.е. / 72 часа
<b>Цель изучения дисциплины</b>	Целью освоения дисциплины является изучение теоретических основ переноса движения и энергии в жидкости и газе; ознакомление с методами гидравлических расчетов.
<b>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины</b>	ОПК-5.1 Знать: законы естественных наук, основные закономерности, действующие в процессе конструирования и проектирования, технологии изготовления машиностроительных изделий, их влияние на качественные показатели и производственные затраты ОПК-5.2 Уметь: применять естественнонаучные знания для конструирования, проектных расчетов, технологии изготовления изделий машиностроения, определения производственных затрат ОПК-5.3 Владеть: навыками конструирования, проектных расчетов, проектирования технологии изготовления изделий машиностроения, определения производственных затрат
<b>Содержание дисциплины (основные разделы и темы)</b>	Основные физические свойства жидкостей и газов. Законы и уравнения гидростатики. Кинематика жидкости. Основные законы и уравнения гидродинамики. Основы гидродинамического подобия. Определение потерь напора (удельной энергии). Практический расчет течений несжимаемой жидкости.
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Зачет (5 семестр)

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** преподавания дисциплины является изучение теоретических основ переноса движения и энергии в жидкости и газе; ознакомление с методами гидравлических расчетов.

### Задачи дисциплины:

обеспечить освоение теоретического материала, основных приемов в постановке и решении практических задач, связанных с течениями жидкости и газа в элементах технологического оборудования, овладение типовыми методами гидравлических расчетов.

## 2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы

### Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п З	Знания
1	основные законы статики и динамики газов и жидкости;
2	научно-техническую информацию по законам статики и динамики газов и жидкости

### Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п У	Умения
1	ставить и решать задачи, связанные с массо- и теплопереносом в жидких и газовых средах, применять полученные знания для конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения
2	работать со справочной и нормативной документацией

### Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

№ п/п Н	Навыки
1	решения теоретических и прикладных задач, конструирования, проектных расчетов изделий машиностроения
2	проведения гидро- и газодинамического эксперимента

### Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

Интегральные компетенции	Индексы компетенций	Знания	Умения	Навыки
ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	ОПК-5.1 Знать: законы естественных наук, основные закономерности, действующие в процессе конструирования и проектирования, технологии изготовления машиностроительных изделий, их влияние на качественные показатели и производственные затраты	1	1	1
	ОПК-5.2 Уметь: применять естественнонаучные знания для конструирования, проектных расчетов, технологии изготовления изделий машиностроения, определения производственных затрат	1	2	1,2

	ОПК-5.3 Владеть: навыками конструирования, проектных расчетов, проектирования технологии изготовления изделий машиностроения, определения производственных затрат	1	1	1
--	---	---	---	---

### 3. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин (модулей): «Математика»; «Физика»; «Теоретическая механика».

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): «Основы технологии машиностроения», «Оборудование машиностроительных производств».

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1. Структура дисциплин

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					СРС	Содержание самостоятельной работы
				контактная				СРС		
				лк	пр	лаб	КЧА			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Основные физические свойства жидкостей и газов	9	5	0,5	0,5				8	Материалы в [1-6] подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе №1
2	Законы и уравнения гидростатики	9	5	0,5	0,5				8	Материалы в [1- 6,7], подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольной работе №1
3	Кинематика жидкости. Основные законы и уравнения гидродинамики.	22	5	1	1				20	Материалы в [1- 6], подготовка к практическим занятиям, подготовка к контрольной работе №2
4	Основы гидродинамического подобия	5	5	0,5	0,5				4	Материалы в [1- 6], подготовка к контрольной работе №2
5	Определение потерь напора (удельной энергии). Практический расчет течений несжимаемой жидкости	25	5	1,5	1,5				22	Материалы в [1- 6,7], подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольной работы №2
6	Зачет	2	5	–				0,3	1,7	Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости или проводится в тестовой форме
	Итого:	72	5	4	4			0,3	63,7	

## 4.2. Содержание разделов курса и формируемых компетенций

№ п/п	Раздел Дисциплины	Коды компетенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма текущего контроля
1	Основные физические свойства жидкостей и газов	ОПК-5.1, ОПК-5.2 ОПК-5.3	1 1 1	1 2 1	1 1,2 1	Тест 1. Контрольная работа №1
2	Законы и уравнения гидростатики	ОПК-5.1, ОПК-5.2 ОПК-5.3	1 1 1	1 2 1	1 1,2 1	Тест 2. Контрольная работа №1
3	Кинематика жидкости. Основные законы и уравнения гидродинамики.	ОПК-5.1, ОПК-5.2 ОПК-5.3	1 1 1	1 2 1	1 1,2 1	Тест 3 Контрольная работа №2
4	Основы гидродинамического подобия	ОПК-5.1, ОПК-5.2 ОПК-5.3	1 1 1	1 2 1	1 1,2 1	Контрольная работа №2
5	Определение потерь напора (удельной энергии). Практический расчет течений несжимаемой жидкости	ОПК-5.1, ОПК-5.2 ОПК-5.3	1 1 1	1 2 1	1 1,2 1	Тест 4 Контрольная работа №2

## 4.3. Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудоемкость (час)
1	1	Предмет механики жидкости и газа. Капельные и газообразные жидкости, их отличия. Силы, действующие на жидкость и газ. Давление и его виды, единицы измерения давления. Основные физические свойства и характеристики жидкости и газа. Вязкость жидкости и газа. Закон Ньютона.	0,5
2	2	Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства. Закон Паскаля. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Эйлера). Сила давления жидкости на плоскую и криволинейную стенку. Центр давления и тело давления. Эпюры избыточного давления. Закон Архимеда. Равновесие жидкости в движущемся сосуде.	0,5
3	3	Основы кинематики движущейся жидкости. Определения. Напорный и безнапорный потоки. Расход, местная и средняя скорость потока, их связь. Виды расхода. Уравнение сплошности (неразрывности) для жидкости и газа.	0,5
4	3	Гидродинамика. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости и их интегрирование. Уравнение Бернулли для идеальной (невязкой) и вязкой жидкости, его физический смысл. Коэффициент Кориолиса. Формы записи уравнения Бернулли. Пьезометрический и гидравлический уклоны. Кавитация. Физическая картина. Определение предельной скорости жидкости. Уравнения Навье-Стокса и их реализация на ЭВМ.	0,5
5	4	Виды подобия. Числа и критерии гидродинамического подобия. Режимы течения жидкости в трубах, критерий Рейнольдса. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости.	0,5
6-7	5	Гидравлические сопротивления, формулы для определения потерь напора и давления. Потери на местных гидравлических сопротивлениях. Формула Вейсбаха, частные (расчетные) случаи. Потери напора по длине. Формула Дарси-Вейсбаха, коэффициент гидравлического трения. Графики Никурадзе и ВТИ. Понятие о гидравлически гладких и шероховатых трубах. Пограничный слой. Формулы Блазиуса, Никурадзе, Конакова, Альтшуля. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Виды гидравлического удара.	1
8	5	Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение под уровень и истечение через насадки, виды насадков.	0,5

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудоемкость (час)
	<b>Всего</b>		<b>4</b>

#### 4.4. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час)
1.	1	Гидростатическое давление. Единицы измерения давления. Основные физические свойства и характеристики жидкости и газа	0,5
2.	2	Основное уравнение гидростатики. Гидростатический напор. Давление жидкости на стенку. Тело давления.	0,5
3.	3	Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	0,5
4.	3	Уравнение Бернулли для установившегося движения вязкой жидкости.	0,5
5.	4	Теория подобия и размерности в процессах движения жидкости и газа.	0,5
6.	5	Потери на местных гидравлических сопротивлениях.	0,5
7.	5	Потери напора по длине. Определение коэффициента $\lambda$ .	0,5
8.	5	Истечение через отверстия и насадки. Истечение под уровень.	0,5
	<b>Всего</b>		<b>4</b>

#### 4.5. Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

#### 5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

- контроль решения задач на занятии;
- тесты 1-4;
- контрольные работы №1 и №2.

Примечание: Оценочные средства (типовые варианты задач и др.) приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет

#### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

##### а) Основная литература

1. Новикова, А. М. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. М. Новикова, А. В. Кудрявцев, И. И. Иваненко. — Электрон. текстовые данные. — Санкт- Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 140 с. — 978-5-9227-0538-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58534.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Жуков, Н. П. Гидрогазодинамика. Часть 1. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 140 с. — 978-5-8265-1434-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64075.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### б) Дополнительная литература

3. Удовин, В. Г. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Удовин, И. А. Оденбах. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 132 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33625.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Андреев, В. В. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Андреев, В. А. Лебедев, Б. И. Спесивцев ; под ред. В. А. Лебедев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Национальный

минерально-сырьевой университет «Горный», 2016. — 288 с. — 978-5-94211-754-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71706.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

#### **в) методические указания**

5. Исаков, В.Г. Гидравлика. Конспект лекций: Учебно-методическое пособие к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам и самостоятельной работе для студентов всех форм обучения при изучении дисциплины «Гидравлика» /Сост. В.Г. Исаков – Ижевск: ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, — 200 с. [Электронный ресурс]: Регистрационный номер 44/37-ИЭиЖКХ.
6. Электронный курс «Гидравлика» в СЭО ИжГТУ /В.Г. Исаков – Ижевск: ИжГТУ имени М.Т. Калашникова [Электронный ресурс]: <https://ee.istu.ru/course/view.php?id=3204>.
7. Дягелев, М.Ю. Контрольные работы по гидростатике и гидродинамике: методические указания по выполнению контрольных работ, для практической и самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения – Ижевск, 2019 [Электронный ресурс]: Регистрационный номер 51/37-ИЭиЖКХ.

#### **г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет**

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://istu.ru/material/elektronno-bibliotechnaya-sistema-iprbooks>
2. Электронный каталог научной библиотеки ИжГТУ имени М.Т. Калашникова Web ИРБИС [http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)
3. Национальная электронная библиотека - <http://нэб.рф>.
4. Мировая цифровая библиотека - <http://www.wdl.org/ru/>
5. Международный индекс научного цитирования Web of Science – <http://webofscience.com>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
7. Техническая библиотека <http://www.tehlit.ru/>
8. Справочно-правовая система КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>

#### **г) программное обеспечение:**

1. Microsoft Office (лицензионное ПО)
2. LibreOffice (свободно распространяемое ПО)
3. Doctor Web (лицензионное ПО)

#### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Лекционные занятия.

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, ноутбук)).

2. Практические занятия.

Учебные аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

3. Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ИжГТУ имени М.Т. Калашникова:

- научная библиотека ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (ауд. 201)
- помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд. БИ-14).



### Лист согласования рабочей программы дисциплины (модуля) на учебный год

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Гидравлика» по направлению подготовки (специальности) 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технологии цифрового проектирования и производства в машиностроении» согласована на ведение учебного процесса в учебном году:

<i>Учебный год</i>	<i>«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись и дата)</i>
2021 – 2022	
2022 – 2023	
2023 – 2024	
2024 – 2025	

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»**

## **Оценочные средства**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Гидравлика»**

(наименование дисциплины)

направление/специальность: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

(шифр, наименование - полностью)

направленность (профиль/программа/специализация): «Технологии цифрового проектирования и производства в машиностроении»

(наименование – полностью)

уровень образования: бакалавриат

форма обучения: заочная

(очная, очно-заочная или заочная)

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 2 зачетных единицы

## 1. Оценочные средства

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций представлены ниже.

№ п/п	Коды компетенции и индикаторов	Результат обучения (знания, умения и навыки)	Формы текущего и промежуточного контроля
1.	ОПК-5.1 Знать: законы естественных наук, основные закономерности, действующие в процессе конструирования и проектирования, технологии изготовления машиностроительных изделий, их влияние на качественные показатели и производственные затраты	З1: основные законы статики и динамики газов и жидкости У1: ставить и решать задачи, связанные с массо- и теплопереносом в жидких и газовых средах, применять полученные знания для конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения Н1: решения теоретических и прикладных задач, конструирования, проектных расчетов изделий машиностроения	Тесты 1-4 Контрольная работы №1 и №2 Зачет (вопросы 1-14,19)
2.	ОПК-5.2 Уметь: применять естественнонаучные знания для конструирования, проектных расчетов, технологии изготовления изделий машиностроения, определения производственных затрат	З1: основные законы статики и динамики газов и жидкости У2: работать со справочной и нормативной документацией Н1: решения теоретических и прикладных задач, конструирования, проектных расчетов изделий машиностроения Н2: проведения гидро- и газодинамического эксперимента	Тесты 1-4 Контрольная работы №1 и №2 Зачет (вопросы 15-23)
3.	ОПК 5.3 Владеть: навыками конструирования, проектных расчетов, проектирования технологии изготовления изделий машиностроения, определения производственных затрат	З1: основные законы статики и динамики газов и жидкости У1: ставить и решать задачи, связанные с массо- и теплопереносом в жидких и газовых средах, применять полученные знания для конструирования и проектных расчетов изделий машиностроения Н1: решения теоретических и прикладных задач, конструирования, проектных расчетов изделий машиностроения	Тесты 1-4 Контрольная работы №1 и №2 Зачет (вопросы 24-27)

*Описание элементов для оценивания формирования компетенций*

**Наименование:** зачет.

**Перечень вопросов для проведения зачета:**

1. Предмет механики жидкости и газа. Гидравлика. Капельные жидкости и газы, их свойства.
2. Силы, действующие на жидкость: поверхностные, массовые, силы внутреннего трения. Давление.
3. Давление и его виды. Единицы измерения давления и связь между ними.
4. Расход жидкости и газа. Виды расхода. Единицы измерения расхода и связь между ними.
5. Основные свойства и характеристики жидкости: плотность, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, растворимость газов в жидкости.
6. Основные свойства и характеристики газа: плотность, сжимаемость, температурное расширение, вязкость.
7. Гидростатическое давление и его свойства. Закон Паскаля.
8. Сила давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления.
9. Сила давления жидкости на криволинейную стенку. Центр давления, тело давления и их определение.

10. Плавание тел. Закон Архимеда.
11. Траектория, линия тока, элементарная струйка, живое сечение.
12. Расход и средняя скорость потока, их связь. Уравнение сплошности (неразрывности) для жидкости.
13. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости, его физический смысл.
14. Уравнение Бернулли для установившегося движения вязкой жидкости. Коэффициенты Кориолиса.
15. Гидравлические потери, их виды. Потери по длине. Потери на местных гидравлических сопротивлениях. Перевод потерь напора в потери давления и обратно.
16. Потери напора при внезапном расширении и сужении потока, в диффузоре.
17. Потери по длине (на трение). Формула Дарси-Вейсбаха.
18. Потери напора по длине при равномерном движении жидкости: режимы ламинарный и турбулентный.
19. Режимы течения жидкости в трубах. Критерий Рейнольдса.
20. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Пограничный слой. Формулы Блазиуса, Никурадзе, Конакова, Альтшуля для определения потерь напора.
21. Кавитация в трубах. Физическая картина. Число кавитации и определение предельной скорости жидкости.
22. Ламинарный режим движения жидкости. Распределение скоростей по сечению трубы. Определение максимальной скорости, расхода.
23. Турбулентное течение жидкости в трубах. Эпюра скоростей. Коэффициент Кориолиса. Переходный режим течения в трубе.
24. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке. Коэффициенты сжатия струи, скорости, расхода.
25. Истечение через насадки. Виды насадков и их применение.
26. Истечение под уровень. Опорожнение сосуда.
27. Гидравлический удар в трубах и его виды. Формула Жуковского.

### **Пример билета на зачет**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

### **Билет к зачету № 2** по дисциплине «Гидравлика»

*1. Какая из этих жидкостей не является газообразной?*

- а) жидкий азот;
- б) ртуть;
- в) водород;
- г) кислород;

*2. Первое свойство гидростатического давления гласит*

- а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема;
- б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема;
- в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно;
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.

3. Переведите 15 м вод. ст. в паскали и мм рт. ст.

4. Отношение расхода жидкости к площади живого сечения называется

- а) средний расход потока жидкости;
- б) средняя скорость потока;
- в) максимальная скорость потока;
- г) минимальный расход потока.

5. Для измерения скорости потока используется

- а) трубка Пито;
- б) пьезометр;
- в) вискозиметр;
- г) трубка Вентури.

6. На участке трубопровода между двумя его сечениями, для которых записано уравнение Бернулли можно установить следующие гидроэлементы

- а) фильтр, отвод, гидромотор, диффузор;
- б) кран, конфузор, дроссель, насос;
- в) фильтр, кран, диффузор, колено;
- г) гидроцилиндр, дроссель, клапан, сопло.

7. От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?

- а) от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости;
- б) от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода;
- в) от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости;
- г) от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости.

8. Напор жидкости  $H$ , используемый при нахождении скорости истечения жидкости в воздушное пространство определяется по формуле

а)  $H = H_0 + \frac{P_0 + P_1}{2\rho g}$ ;      б)  $H = H_0 + \frac{P_0 + P_1}{\rho g}$ ;

в)  $H = H_0 - \frac{P_0 - P_1}{\rho g}$ ;      г)  $H = H_0 + \frac{P_0 - P_1}{\rho g}$ .

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ВиВ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, д.т.н., проф.

В.Г. Исаков

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2.

**Наименование:** Тест

**Представление в ФОС:** набор тестов по разделам дисциплины

**Варианты заданий:** вопросы и требования к выполнению представлены в электронном курсе «Гидравлика» в СЭО ИжГТУ [6]

**Пример теста по разделу дисциплины:**

### ТЕСТ №3

1. Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется

- а) открытым сечением;
- б) живым сечением;
- в) полным сечением;
- г) площадь расхода.

2. Реальной жидкостью называется жидкость

- а) не существующая в природе;
- б) находящаяся при реальных условиях;
- в) в которой присутствует внутреннее трение;
- г) способная быстро испаряться.

3. При неустановившемся движении, кривая, в каждой точке которой вектора скорости в данный момент времени направлены по касательной называется

- а) траектория тока;
- б) трубка тока;
- в) струйка тока;
- г) линия тока.

4. Расход потока измеряется в следующих единицах

- а)  $m^3$ ;
- б)  $m^2/c$ ;
- в)  $m^3 c$ ;
- г)  $m^3/c$ .

5. Уравнение неразрывности - выражает

- а) закон сохранения энергии применительно к движущейся жидкости;
- б) закон сохранения массы применительно к движущейся жидкости;
- в) закон сохранения количества разрывов в движущейся жидкости;
- г) закон изменения направления линии тока.

6. Уравнение неразрывности течений имеет вид

- а)  $S_1 v_2 = S_2 v_1 = const$ ;
- б)  $S_1 v_1 = S_2 v_2 = const$ ;
- в)  $S_1 S_2 = v_1 v_2 = const$ ;
- г)  $S_1 / v_1 = S_2 / v_2 = const$ .

7. Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между

- а) давлением, расходом и скоростью;
- б) скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса;
- в) давлением, скоростью и геометрической высотой;
- г) геометрической высотой, скоростью, расходом.

8. Физический смысл уравнения Бернулли:

- а) это уравнение сохранения расхода жидкости;
- б) это уравнение сохранения энергии;
- в) это уравнение передачи импульса;
- г) нет правильного ответа.

9. Уравнение Бернулли для реальной жидкости имеет вид

- а)  $z_1 + \alpha_1 \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \alpha_2 \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} - \sum h$ ;
- б)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$ ;
- в)  $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{\rho g} + \sum h$ ;
- г)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$ .

10. На участке трубопровода между двумя его сечениями, для которых записано уравнение Бернулли можно установить следующие гидроэлементы

- а) фильтр, отвод, гидромотор, диффузор;
- б) кран, конфузор, дроссель, насос;
- в) фильтр, кран, диффузор, колено;
- г) гидrocилиндр, дроссель, клапан, сопло.

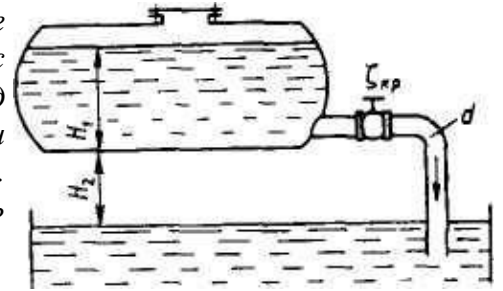
11. Коэффициент Кориолиса в уравнении Бернулли характеризует

- а) режим течения жидкости;
- б) степень гидравлического сопротивления трубопровода;
- в) изменение скоростного напора;
- г) степень уменьшения уровня полной энергии.

12. Значение коэффициента Кориолиса для ламинарного режима движения жидкости равно

- а) 1,5;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 1.

13. Бензин сливается из цистерны по трубе диаметром  $d = 50$  мм, на которой установлен кран с коэффициентом сопротивления  $\xi_{кр} = 3$ . Определить расход бензина при  $H_1 = 1,5$  м и  $H_2 = 1,3$  м, если в верхней части цистерны имеет место вакуум  $h_{вак} = 73,5$  мм рт. ст. Потерями на трение в трубе пренебречь. Плотность бензина  $\rho = 750$  кг/м<sup>3</sup>.



14. Кавитация это

- а) воздействие давления жидкости на стенки трубопровода;
- б) движение жидкости в открытых руслах, связанное с интенсивным перемешиванием;
- в) местное изменение гидравлического сопротивления;
- г) изменение агрегатного состояния жидкости при движении в закрытых руслах, связанное с местным падением давления.

15. Условие кавитации в сечении трубы

- а) динамическое давление равняется атмосферному;
- б) статическое давление равняется давлению насыщенных паров;
- в) полное давление равняется давлению насыщенных паров;
- г) статическое давление отсутствует.

16. Кавитация не служит причиной увеличения

- а) вибрации;
- б) нагрева труб;
- в) КПД гидромашин;
- г) сопротивления трубопровода.

17. Ударная волна при гидравлическом ударе это

- а) область, в которой происходит увеличение давления;
- б) область, в которой частицы жидкости ударяются друг о друга;
- в) волна в виде сжатого объема жидкости;
- г) область, в которой жидкость ударяет о стенки трубопровода

18. Повышение давления при гидравлическом ударе определяется по формуле

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \Delta P_{уд} = \sqrt{\frac{K}{\rho}}; & \text{б) } \Delta P_{уд} = \rho g h; \\ \text{в) } \Delta P_{уд} = \rho v_0 c; & \text{г) } \Delta P_{уд} = \rho v_0^2 c \end{array}$$

19. Скорость распространения ударной волны при абсолютно жестких стенках трубопровода

$$\begin{aligned} \text{а) } c &= \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho r}{\delta E}}}; & \text{б) } c &= \sqrt{\frac{K}{\rho}}; \\ \text{в) } c &= \sqrt{\frac{\rho}{K}}; & \text{г) } c &= \sqrt{\frac{K}{\Delta P_{y\delta}}} \end{aligned}$$

20. Затухание колебаний давления после гидравлического удара происходит за счет

- а) потери энергии жидкости при распространении ударной волны на преодоление сопротивления трубопровода;
- б) потери энергии жидкости на нагрев трубопровода;
- в) потери энергии на деформацию стенок трубопровода;
- г) потерь энергии жидкости на преодоление сил трения и ухода энергии в резервуар.

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

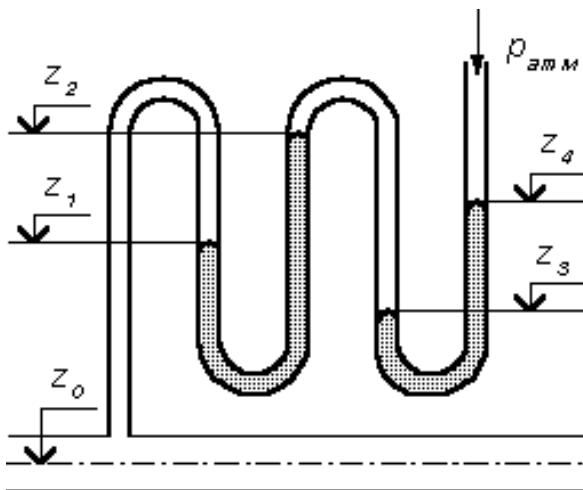
**Наименование:** контрольная работа.

**Представление в ФОС:** набор вариантов заданий.

**Варианты заданий:** задания и требования к выполнению контрольных работ №1 и №2 представлены в методических указаниях по дисциплине [10].

**Пример задачи по контрольной работе №1 (всего 6 задач):**

Задача 2

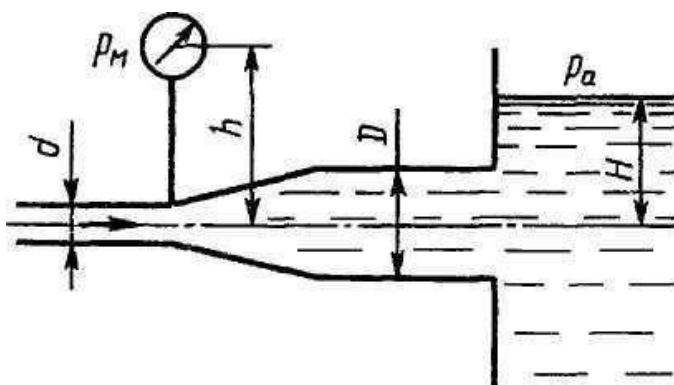


Определить избыточное давление воды в трубе по показаниям батарейного ртутного манометра. Отметки уровней ртути от оси трубы:  $z_1, z_2, z_3, z_4$ . Плотность воды –  $1000 \text{ кг/м}^3$ , ртути –  $13600 \text{ кг/м}^3$ .

№ вар.	$z_1, \text{ м}$	$z_2, \text{ м}$	$z_3, \text{ м}$	$z_4, \text{ м}$
1	5,3	4,2	2,3	1
...				
30	1,8	3	1,5	2,8

**Пример задачи по контрольной работе №2 (всего 6 задач):**

Задача 4



Определить расход жидкости, вытекающей из трубы диаметром  $d$  через плавное расширение (диффузор) и далее по трубе диаметром  $D$  в бак. Коэффициент сопротивления диффузора  $\xi=0,2$  (отнесен к скорости в трубе), показание манометра  $p_m$ ; высота  $h$ ;  $H$ ; плотность жидкости  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Учесть потери на внезапное



расширение, потерями на трение пренебречь, режим течения считать турбулентным.

№ вар.	$d$ , мм	$D$ , мм	$p_m$ , кПа	$h$ , м	$H_2$ , м
1	0,15	20	4,5	0,6	1
...					
30	50	70	43	0,5	7

**Критерии оценки:**

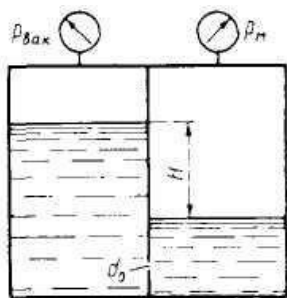
Приведены в разделе 2

**Наименование:** практические работы

**Представление в ФОС:** набор вариантов заданий для решения задач на занятии

**Варианты заданий:**

**БИЛЕТ №2**

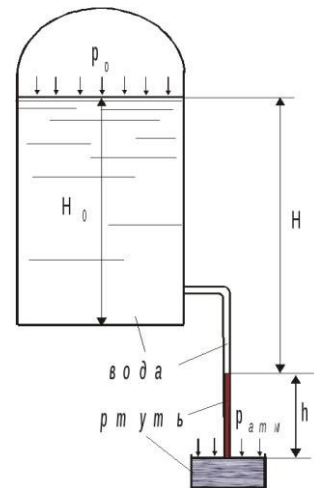


1. Определить направление истечения жидкости ( $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ) через отверстие  $d_o = 5 \text{ мм}$  и расход, если разность уровней  $H = 2 \text{ м}$ , показание вакуумметра  $p_{\text{вак}}$  соответствует 147 мм рт.ст. показание манометра  $p_m = 0,25 \text{ МПа}$ , коэффициент расхода  $\mu = 0,62$ .

2. Определить величину абсолютного и вакуумметрического давления на поверхности воды в закрытом резервуаре при  $H = 1,2 \text{ м}$ , если высота подъема ртути в трубке  $h = 20 \text{ см}$ ., плотность ртути  $\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/см}^3$ . Давление на поверхности ртути в чашке атмосферное

( $p_{\text{атм}} = 100 \text{ кПа}$ ., Плотность воды  $\rho_w = 1000 \text{ кг/м}^3$ ).

3. Определить диаметр  $d$  отверстия в дне открытого бака, чтобы при глубине воды в баке  $h_1 = 87 \text{ см}$  расход через отверстие был бы равен  $Q = 5 \text{ л/с}$ . Определить также, при какой глубине  $h_2$  из бака будет такой же расход воды, если к отверстию в дне присоединить снаружи вертикальный цилиндрический насадок.  $\mu = 0,82$ . Коэффициент расхода отверстия  $\mu = 0,62$ .



**Вопросы для защиты практических работ:**

**Уравнение Бернулли:**

1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, его физический смысл.
2. Что такое трубка Пито и для чего она служит?
3. Как перевести уравнение Бернулли из размерности длин в размерность давлений?
4. Какие существуют режимы течения и как определяются границы существования этих режимов?
5. Как вычисляется число Рейнольдса?
6. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости, его физический смысл.
7. Уравнение Бернулли для установившегося движения вязкой жидкости.
8. Коэффициенты Кориолиса. Величина коэффициентов для ламинарного и турбулентного режимов течения.

9. Рациональный выбор сечений для решения уравнения Бернулли.
10. Практическое применение уравнения Бернулли: трубка Пито.
11. Энергетическое толкование уравнения Бернулли.
12. Геометрическое толкование уравнения Бернулли.
13. Линия полного напора и ее построение.
14. Физический смысл уравнения Бернулли.
15. Влияние эпюры скоростей в канале на удельную кинетическую энергию потока. Ее учет в уравнении Бернулли.
16. Кавитация, причины, условия возникновения, меры борьбы с кавитацией. Определение возможности кавитации с помощью уравнения Бернулли.

**Критерии оценки:**

Приведены в разделе 2

**2. Критерии и шкалы оценивания**

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Разделы дисциплины	Форма контроля	Количество баллов	
		min	max
1,2	Контрольная работа №1	2	5
3-5	Контрольная работа №2	2	5
1-5	Выполнение тестов 1-4 (2-5 баллов за тест, 0,25 балла за правильный ответ)	8	20
	<b>Итого</b>	<b>12</b>	<b>30</b>

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

Наименование, обозначение	Показатели выставления минимального количества баллов
Контрольная работа	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом при выполнении контрольной работы, даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных задач
Тесты	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом по теме работы, даны правильные ответы не менее чем на 70% заданных вопросов

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

Оценка	Набрано баллов
«зачтено»	18-30
«не зачтено»	12-17

Если сумма набранных баллов менее 12 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Если сумма баллов составляет от 12 до 30 баллов, обучающийся допускается до зачета.

Билет к зачету включает 10 теоретических вопроса (тесты).

Время на подготовку: 45 минут.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкала оценки

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
«зачтено»	Обучающийся демонстрирует знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, умеет применять его при выполнении конкретных заданий, предусмотренных программой дисциплины
«не зачтено»	Обучающийся демонстрирует значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение