

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Гидравлика

**Код модуля**  
1152690(1)

**Модуль**  
Теоретические основы профессиональной  
деятельности

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Пастухова Лилия Германовна	кандидат технических наук, без ученого звания	Заведующий кафедрой	гидравлики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.А. Смирнова

Авторы:

- Пастухова Лилия Германовна, Заведующий кафедрой, гидравлики

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Гидравлика

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2
		Отчет по лабораторным работам	5

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Гидравлика

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию	Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения З-3 - Сделать обзор основных методов статистической	Лабораторные занятия Отчет по лабораторным работам № 1 Отчет по лабораторным работам № 2 Отчет по лабораторным работам № 3 Отчет по лабораторным работам № 4 Отчет по лабораторным работам № 5 Экзамен

<p>полученных результатов</p>	<p>обработки и анализа результатов измерений  З-4 - Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности  П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов  П-2 - Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями  У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания  У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности  У-3 - Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям</p>	
<p>ОПК-7 -Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов,</p>	<p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели;  Внимательность;  Аналитические умения  З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования</p>	<p>Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>

<p>включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>для принятия инженерных решений  З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей  П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов  П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)  У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований  У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p>	
<p>ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности  З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов  З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений  П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>

	<p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p>	
<p>ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.35		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	3,7	30
<i>домашняя работа 1</i>	3,13	30
<i>контрольная работа 1</i>	3,6	20
<i>контрольная работа 2</i>	3,12	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Работа на практических занятиях</i>	3,14	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.35</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Лабораторная работа 2</i>	3,9	10
<i>Лабораторная работа 3</i>	3,10	10
<i>Лабораторная работа 4</i>	3,11	10
<i>Лабораторная работа 6</i>	3,12	10
<i>Лабораторная работа 12</i>	3,13	10
<i>отчет по лабораторной работе 2</i>	3,10	10
<i>отчет по лабораторной работе 3</i>	3,11	10
<i>отчет по лабораторной работе 4</i>	3,12	10
<i>отчет по лабораторной работе 6</i>	3,13	10
<i>отчет по лабораторной работе 12</i>	3,14	10
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
--	--	-------------------------------------

<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

#### **4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

##### **Критерии оценивания учебных достижений обучающихся**

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

##### **Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>			
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное)</b>	<b>Шкала оценивания</b>	
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>	<b>Качественная характеристика уровня</b>



	<b>задание)</b>			
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## **5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

### **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

#### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### **5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Свойства жидкости
2. Приборы для измерения давления
3. Сила давления на плоские стенки
4. Сила давления на криволинейные стенки
5. Уравнение Бернулли для ИЖ
6. Определение режимов движения
7. Расходомер Вентури на идеальной жидкости
8. Расходомер Вентури на реальной жидкости

Примерные задания

## Задание №1.

Стальной водопровод диаметром  $D$  (м) и длиной  $L$  (м), проложенный открыто, находится под давлением  $p$  (МПа) при температуре воды  $t_1$  (°C). Определить давление воды в водоводе при изменении температуры воды до  $t_2$  (°C).

Числовые значения необходимо брать из таблицы 1

Таблица 1.

Вариант	$D$ , м	$L$ , м	$p$ , МПа	$t_1$ , °C	$t_2$ , °C
1	0,4	1000	2	10	15
2	0,3	800	3	15	10
3	0,2	900	0,5	18	25
4	0,1	2000	4	20	15
5	0,5	3000	0,8	25	30
6	0,6	500	4	10	20
7	0,8	100	3,5	15	10
8	1	200	4	18	15
9	1,5	300	3	20	30
10	1,2	1400	2	25	22

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Демонстрация уравнения Д.Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости
2. Режимы движения жидкости. Опыты О. Рейнольдса
3. Определение коэффициента гидравлического трения в круглой цилиндрической трубе
4. Истечение из круглого отверстия с острой кромкой и цилиндрического насадка
5. Тарировка сужающего расходомера переменного перепада давления

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Кинематика жидкости. Основные понятия
2. Тензор напряжений в жидкости
3. Ускорение жидкой частицы

Примерные задания

Вопрос 9

Пока нет ответа

Балл: 2,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Найдите соответствие между понятием и его определением

линия, проведенная в данный момент в жидкости, в каждой точке которой вектор скорости направлен по касательной	Линия тока
Масса (объем) жидкости, протекающей через данную поверхность за единицу времени (поток массы (объема))	Выберите...
поверхность, в каждой точке которой вектор скорости направлен по нормали	Выберите...
Линия, вдоль которой двигалась жидкая частица	Выберите...
поверхность, образованная в жидкости линиями тока, проведенными через каждую точку произвольного замкнутого контура	Выберите...
течение, у которого все параметры не зависят от времени	Выберите...

Навигация По Тесту

1 2 3 4 5 6 7 8

9 10

Закончить попытку...

НАЧАТЬ НОВЫЙ ПРОСМОТР

ПРЕДЫДУЩАЯ СТРАНИЦА СЛЕДУЮЩАЯ СТРАНИЦА

## LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>

### 5.2.2. Контрольная работа № 2

#### Примерный перечень тем

1. Одномерные потоки несжимаемой жидкости
2. Гидравлический расчет простого трубопровода

#### Примерные задания

Вопрос 5

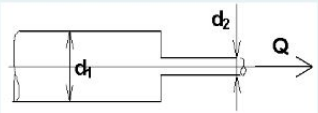
Пока нет ответа

Балл: 8,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Жидкость с расходом  $Q=0,6$  л/с движется по трубопроводу переменного сечения с участками  $d_1=200$  мм и  $d_2=50$  мм. Коэффициент кинематической вязкости жидкости 5 сСт. Определить режимы движения в сечениях  $d_1$  и  $d_2$



Выберите один ответ:

- 1. В 1-й трубе – ламинарный, во 2-й – турбулентный
- 2. Турбулентный в обеих трубах
- 3. Ламинарный в обеих трубах
- 4. В 1-й трубе – турбулентный, во 2-й – ламинарный

Навигация По Тесту

1 2 3 4 5

Закончить попытку...

НАЧАТЬ НОВЫЙ ПРОСМОТР

ПРЕДЫДУЩАЯ СТРАНИЦА ЗАКОНЧИТЬ ПОПЫТКУ...

## LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>

### 5.2.3. Домашняя работа № 1

#### Примерный перечень тем

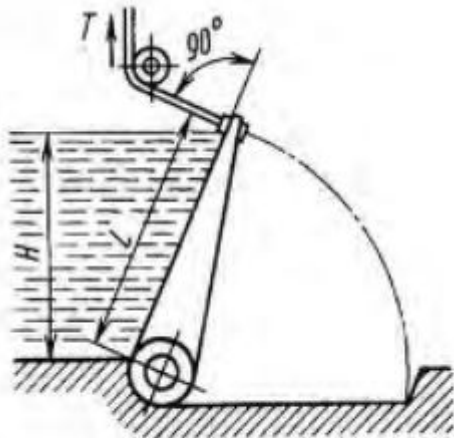
1. Гидростатика. Жидкостные приборы для измерения давления
2. Гидростатика. Сила давления на плоские поверхности

#### Примерные задания

**Задача 2.8.** Клапанный затвор, имеющий плоскую поверхность размером  $L \times B = 2,5 \times 10$  м, создает подпор воды  $H = 2,3$  м.

Определить:

- 1) суммарную силу натяжения тросов  $T$ , удерживающих затвор в заданном положении (без учета момента трения в опоре);
- 2) наибольший изгибающий момент  $M$  на затворе;
- 3) силу  $R$ , воспринимаемую цапфами опоры.



К задаче 2.8

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>

#### 5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

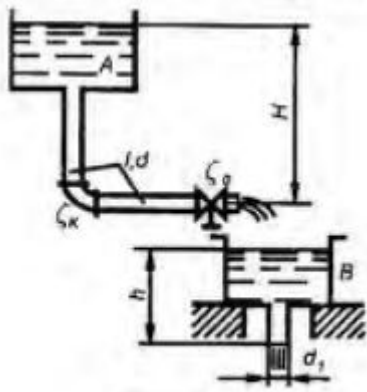
1. Гидродинамика. Гидравлический расчет простого трубопровода
2. Гидродинамика. Гидравлический расчет сложного трубопровода

Примерные задания

**Задача 9.1.** Вода сливается из бака  $A$  в бак  $B$  по трубопроводу, диаметр которого  $d = 80$  мм и полная длина  $L = 2l = 10$  м. Из бака  $B$  вода вытекает в атмосферу через цилиндрический насадок такого же диаметра  $d_1 = 80$  мм (коэффициент расхода  $\mu = 0,82$ ).

Коэффициенты сопротивления колена и вентиля в трубе  $\zeta_k = 0,3$  и  $\zeta_B = 4$ ; коэффициент сопротивления трения  $\lambda = 0,03$ .

Определить напор  $H$ , который нужно поддерживать в баке  $A$ , чтобы уровень в баке  $B$  находился на высоте  $h = 1,5$  м.



К задаче 9.1

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>

### 5.2.5. Отчет по лабораторным работам № 1

Примерный перечень тем

1. Демонстрация уравнения Д.Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости

Примерные задания

УрФУ  
Кафедра гидравлики

Цель работы: \_\_\_\_\_ по результатам опытов построить диаграмму Бернулли,  
включающую линии начального и полного напоров,  
гидравлическую линию и энтальпию потерь напора.  
Установка № 1 \_\_\_\_\_ — трубопровод переменного сечения,  
оборудованный пьезометрами и трубками Пито.

**ОТЧЁТ**  
**по лабораторной работе № 2**  
**“Демонстрация уравнения Бернулли”**

Студент(ка): \_\_\_\_\_  
Группа: \_\_\_\_\_  
Дата: \_\_\_\_\_

г. Екатеринбург 20\_\_г.

**Таблица результатов измерений и расчётов**

Номера сечений трубопроводов	Величины							Потери напора, см $h_{np} = E_1 - E_2$
	Расход воды $Q, \text{ см}^3/\text{с}$	Диаметр сечения $d, \text{ см}$	Площадь сечения $\omega, \text{ см}^2$	Скорость потока, $v, \text{ см/с}$	Гидростатический напор, см $z_1 + \frac{p_1}{\rho g}$	Скоростной (динамический) напор, см $\frac{v^2}{2g}$	Полный напор по- тока (по среднему скоростному), см $\left( z_1 + \frac{p_1}{\rho g} \right) + \frac{v^2}{2g}$	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								

**Обработка результатов измерений**

1. Объёмные расходы жидкости:

- начальный объёмный расход  $Q_{нач.} = \frac{W_2}{t_2} = \frac{\text{см}^3}{\text{с}}$  ;

- пугевой расход  $Q_{пут.} = \frac{W_1}{t_1} = \frac{\text{см}^3}{\text{с}}$  ;

• расходы жидкостей в расчётных сечениях:

- $Q_{1-16} = Q_{нач.} = \underline{\hspace{2cm}}$
- $Q_{17} = Q_{нач.} - 0,1Q_{пут.} = \underline{\hspace{2cm}}$
- $Q_{18} = Q_{нач.} - 0,3Q_{пут.} = \underline{\hspace{2cm}}$
- $Q_{19} = Q_{нач.} - 0,5Q_{пут.} = \underline{\hspace{2cm}}$
- $Q_{20} = Q_{нач.} - 0,7Q_{пут.} = \underline{\hspace{2cm}}$
- $Q_{21} = Q_{нач.} - 0,9Q_{пут.} = \underline{\hspace{2cm}}$
- $Q_{22-24} = Q_{нач.} - Q_{пут.} = \underline{\hspace{2cm}}$

2. Средняя скорость потока, скоростной напор, полный напор по средней скорости:

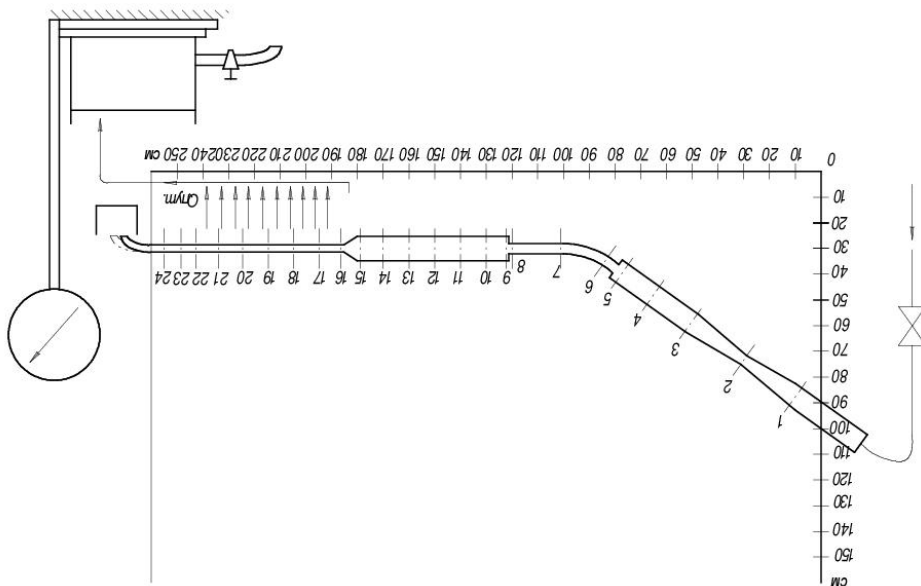
$$v_i = \frac{Q_i}{\omega_i} = \frac{v_i^2}{2g} \left( z_i + \frac{p_i}{\rho g} \right) + \frac{v_i^2}{2g}$$

3. Потери напора между первым и  $i$ -тым сечением:

$$h_{w,i} = E_1 - E_i$$

4. Максимальная относительная погрешность:

$$\delta E = \frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta \left( z + \frac{p}{\rho g} \right)}{z + \frac{p}{\rho g}} + \frac{\left| \frac{2\Delta W}{W} \right| + \left| \frac{2\Delta t}{t} \right|}{1}$$



Вывод:

---



---



---



---



---

### **5.2.6. Отчет по лабораторным работам № 2**

Примерный перечень тем

1. Режимы движения жидкости. Опыты О. Рейнольдса

Примерные задания



УрФУ  
Кафедра гидравлики

**ОТЧЁТ**  
**по лабораторной работе № 3**  
**“Режимы движения жидкости”**

Студент(ка): \_\_\_\_\_

Группа: \_\_\_\_\_

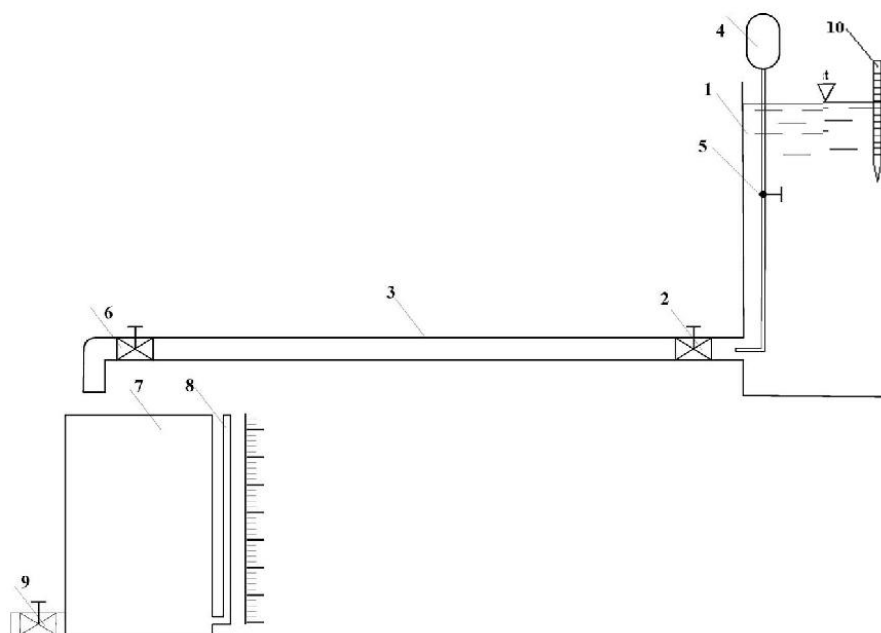
Дата: \_\_\_\_\_

г. Екатеринбург 20\_\_г.

Цель работы:

1. Определить режимы движения жидкости методом визуализации картин течения на установке Рейнольдса,
2. Определить критическое значение числа Рейнольдса

Схема установки:



- 1 – напорный бак, в котором уровень воды поддерживается на постоянной высоте;
- 2 – вентиль;
- 3 – стеклянный трубопровод с внутренним диаметром  $d=25\text{мм}$ ;
- 4 – баллон, наполненный трифенилметановым красителем (фуксином), плотность которого близка плотности воды;
- 5 – тонкая трубка с зажимом;
- 6 – вентиль;
- 7 – мерный бак;
- 8 – водомерное стекло;
- 9 – сливной кран;
- 10 – термометр.

**Таблица результатов измерений и расчётов**

№	Наименование	Номер опыта												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	Интервал времени замера $t$ , с													
2	Объём воды $W$ , м <sup>3</sup>													
3	Расход воды $Q$ , м <sup>3</sup> /с													
4	Диаметр трубы $d$ , м													
5	Площадь $\pi d^2/4$ , м <sup>2</sup>													
6	Средняя скорость течения $V$ , м/с													
7	Температура воды													
8	Вязкость $\nu$ , м <sup>2</sup> /с													
9	Число $Re$													
10	Картина движения													
11	Режим движения													

**Обработка результатов измерений**

1. Объёмный расход воды  $Q = W/t$ .
2. Средняя по сечению скорость  $V = 4Q/(\pi d^2)$ .
3. Критерий Рейнольдса  $Re = Vd/\nu$ .
4. Для каждого опыта вычислить величины  $Q$ ,  $V$ ,  $Re$ ; зарисовать картину движения подкрашенной струйки и сделать заключение о режиме движения.
5. Для одного опыта оценить инструментальную погрешность определения экспериментальных величин по формулам:

$$\Delta V = V(\Delta W/W + \Delta t/t + 2\Delta d/d) \text{ и } \Delta Re = Re(\Delta V/V + \Delta d/d + \Delta \nu/\nu),$$

где  $\Delta$  – абсолютная максимальная погрешность измеряемой величины, определяемая точностью прибора. Обычно принимают:  $\Delta d = 0.1\text{мм}$ ;  $\Delta W = 0.2$  наименьшего деления шкалы мерного стекла;  $\Delta t = 0.5$  цены наименьшего деления шкалы секундомера;  $\Delta \nu/\nu = 0.01$ .

Вывод:

---



---



---



---



---

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>

### **5.2.7. Отчет по лабораторным работам № 3**

Примерный перечень тем

1. Определение коэффициента гидравлического трения в круглой цилиндрической трубе

Примерные задания

УрФУ  
Кафедра гидравлики

**ОТЧЁТ**  
**по лабораторной работе № 4**  
**“Определение коэффициента**  
**гидравлического сопротивления**  
**по длине трубопровода круглого сечения”**

Студент(ка): \_\_\_\_\_

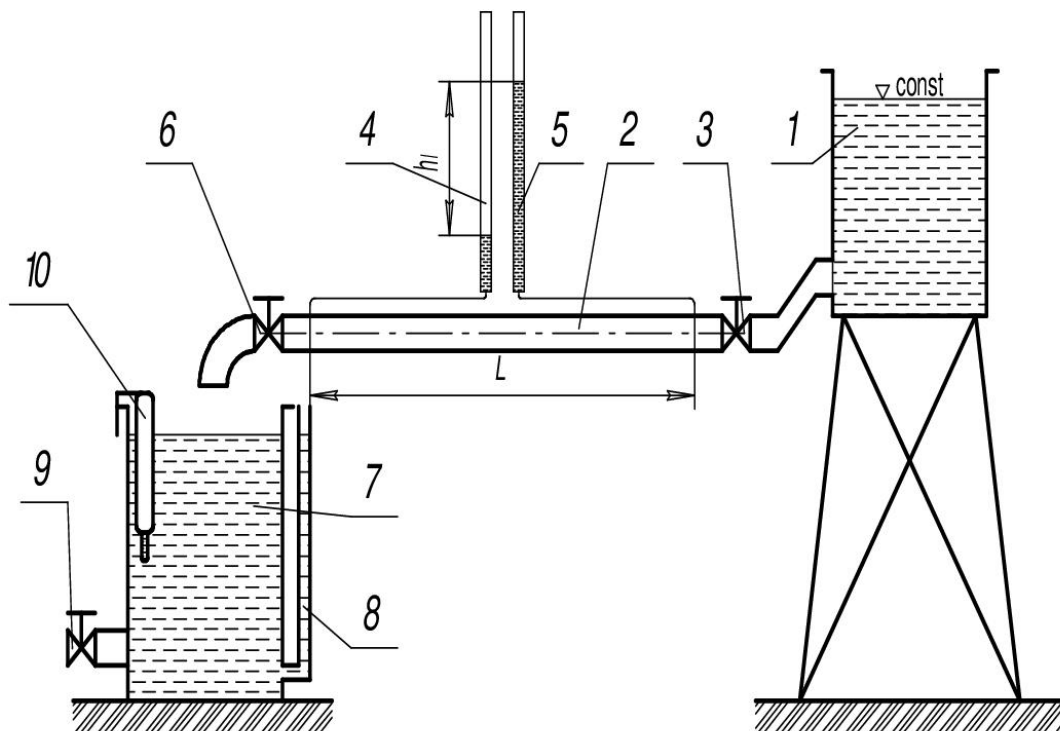
Группа: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

г. Екатеринбург 20\_\_г.

Цель работы: экспериментальное определение коэффициента  $\lambda_{оп}$   
при равномерном течении жидкости;  
определение эквивалентной шероховатости  $\Delta$  трубы;  
установление зоны шероховатости  
и соответствующей расчётной зависимости для  $\lambda_{расч}$

**Схема установки**



1 – напорный бак  
 2 – трубопровод;  
 3, 6, 9 – задвижки;

4, 5 – манометры;  
 7 – мерный бак;  
 8 – водомерное стекло;  
 10 – термометр.

### Определение $\lambda_{оп}$

Наименование величин	Опыты						Примечания
	1	2	3	4	5	6	
Продолжительность замера $t, c$							$d = \_\_\_\_ мм$ $L = 4,9 м$ $t, °C =$ $v = \_\_\_\_ см^2/c$
Объём вытекшей воды $W, м^3$							
Расход воды, $м^3/c$							
Скорость потока $v, м/c$							
Потери напора $h_l, м вод. ст.$							
Число Рейнольдса							
Коэффициент $\lambda_{оп}$							

### Определение зоны шероховатости

Наименование величин	Опыты						Выводы
	1	2	3	4	5	6	
$d/\Delta_{эке}$ по графику Мурина							Зона шероховатости по графику Мурина: _____ _____
Шероховатость $\Delta_{эке}, мм$							
Толщина ламинарной плёнки $\delta, мм$							
Соотношение $\delta$ и $\Delta_{эке}$ .							
Шероховатость из формул $\Delta_{эке}, мм$							

### Обработка результатов измерений

1. Расход воды:

$$Q = \frac{W}{t}$$

2. Средняя скорость потока:

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

3. Коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda_{оп}$  из формулы Дарси:

$$\lambda_{оп} = \frac{2dgh_l}{Lv^2}$$

4. Число Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{vd}{\nu}$$

5. Толщина пристенного слоя:

$$\delta = 32,5 \frac{d}{\text{Re} \sqrt{\lambda_{on}}}$$

6. Шероховатость  $\Delta_{\text{кв}}$  по формулам Альтшуля и Шифринсона:

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{68}{\text{Re}} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25} \qquad \lambda = 0,11 \left( \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}$$

Вывод:

---

---

---

---

---

---

---

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>



### **5.2.8. Отчет по лабораторным работам № 4**

Примерный перечень тем

1. Истечение из круглого отверстия с острой кромкой и цилиндрического насадка

Примерные задания

УГТУ  
Кафедра гидравлики

**ОТЧЁТ**  
**по лабораторной работе № 6**

**“Истечение жидкости через отверстия и насадки”**

Студент(ка): \_\_\_\_\_

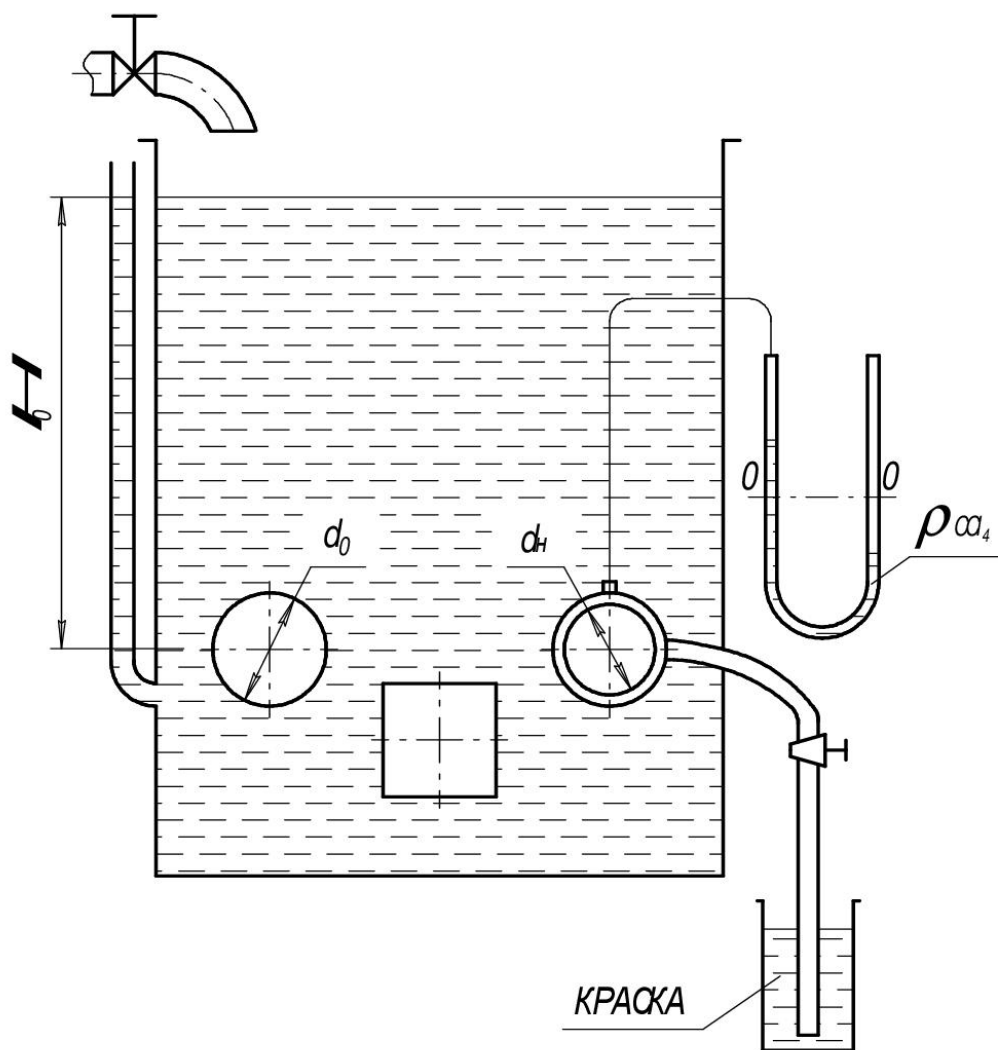
Группа: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

г. Екатеринбург 2020г.

Цель работы: Произвести визуальное наблюдение за особенностями истечения  
жидкости через круглое отверстие с острой кромкой,  
квадратное отверстие и внешний цилиндрический насадок.  
Определить опытные значения коэффициентов скорости,  
расхода и гидравлического сопротивления для отверстия и насадка.

**Схема установки.**



**Таблица результатов измерений и расчётов** (вставить из ЛР\_6.xlsm)

	Отверстие				Насадок			
Диаметр, d, мм	20				20			
Площадь, м <sup>2</sup>	0,000314				0,000314			
Напор истечения, Н, м								
Координата x, м								
Координата y, м	0,525				0,525			
Вакуум внутри насадка, м ст. ССИ4								
Коэффициент скорости								
Среднее значение коэффициента скорости								
Коэффициент сопротивления								
Среднее значение коэффициента сопротивления								
Коэффициент сжатия внутри насадка								
Среднее значение коэффициента сжатия								
Коэффициент расхода								
Среднее значение коэффициента расхода								
Скорость истечения								
Расход								
Среднее значение напора истечения, м								
Среднее значение координаты x, м								
Среднее значение вакуума, м ст. ССИ4								

Файл ЛР\_6.xlsm должен быть приложен к отчету

### Обработка результатов измерений

1. Коэффициенты скорости, расхода, сопротивления:

$$\varphi = \frac{X}{2\sqrt{yH_0}} \quad \mu = \varepsilon\varphi \quad \zeta = \frac{1}{\varphi^2} - 1$$

2. Скорости и расходы через круглое отверстие и насадок:

$$v = \varphi\sqrt{2gH_0} \quad Q = \mu\omega_0\sqrt{2gH_0}$$

3. Степень сжатие струи внутри насадка

$$\varepsilon_c = \frac{\omega_c}{\omega_0} = \frac{v_H}{\sqrt{2g(H_0 - H_V) + v_H(1 - \zeta_{BX})}}$$

$$\text{где } H_V = \frac{P_V}{\rho g} = \frac{P_{ATM} - P_C}{\rho g} = \left( \frac{\rho_{CCl_4}}{\rho} - 1 \right) h$$

4. Относительная погрешность измерения коэффициента расхода:

$$\frac{\Delta\mu}{\mu} = \frac{\Delta X}{X} + \frac{\Delta H}{H} + \frac{\Delta y}{y}$$

Вывод:

---

---

---

---

---

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>

### **5.2.9. Отчет по лабораторным работам № 5**

Примерный перечень тем

1. Тарировка сужающего расходомера переменного перепада давления

Примерные задания

УрФУ  
Кафедра гидравлики

**ОТЧЁТ**  
**по лабораторной работе № 12**  
**“Тарировка сужающих расходомеров**  
**переменного перепада давления”**

Студент(ка): \_\_\_\_\_

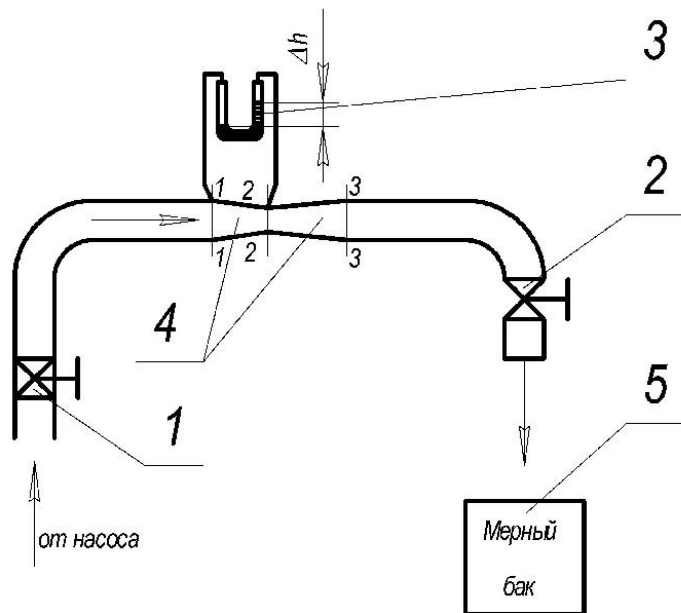
Группа: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

г. Екатеринбург 20\_\_г.

Цель работы: Провести тарировку сужающего расходомера переменного перепада  
давления: определить опытное значение коэффициента расхода  $\alpha$   
и сравнить полученное значение с табличной, стандартной величиной  $\alpha_n$ .  
По результатам измерений построить тарировочные графики:  
 $\Delta h = f(Q); A = f(Re); \alpha = f(Re).$

**Схема установки**



Установка рис.1 Ртутный дифференциальный манометр 3, труба Вентури 4,  
мерный бак 5, вентили 1 и 2.

**Таблица результатов измерений и расчётов**

Величины	Номер опыта (i)					
	1	2	3	4	5	6
Объём жидкости $W, м^3$						
Время наполнения объёма $t, с$						
Объёмный расход $Q, м^3/с$						
Скорость в горловине $v_d, м/с$						
Перепад давления $\Delta h, .$ (мм рт.-вод. ст.)						
Постоянная расходометра $A$						



Величины	Номер опыта (i)					
	1	2	3	4	5	6
Среднее значение постоянной расходомера A						
Коэффициент расхода $\alpha$						
Стандартное значение коэффициента расхода $\alpha_n$						
Отклонение $\Delta\alpha =  \alpha_n - \alpha_i $						
Температура воды $t^\circ, ^\circ\text{C}$						
Вязкость воды $\nu, \text{см}^2/\text{с}$						
Число Рейнольдса $\text{Re}_d = \frac{v_d d}{\nu}$						
Характеристики сужающего устройства (тип)	$d =$		$D =$		$m = \left(\frac{d}{D}\right)^2 =$	

### Обработка результатов измерений

1. Опытное значение коэффициента расхода  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{4Q}{\pi d^2 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}}}$$

2. Постоянная расходомера:

$$A = \frac{Q}{\sqrt{\Delta h}}$$

$\Delta h$									

$Q$



### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Предмет и объект изучения в гидравлике. Сплошная среда как модель жидкости.

Границы применения этой модели.

2. Плотность и сжимаемость жидкости. Несжимаемая жидкость.

3. Силы, действующие в жидкости. Давление. Единицы измерения давления.

4. Силы трения в жидкости. Закон Ньютона для силы трения. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости

5. Абсолютное и относительное равновесие жидкости. Абсолютное равновесие несжимаемой жидкости под воздействием силы тяжести.

6. Свойства гидростатического давления: Основное уравнение гидростатики: его геометрическая и энергетическая интерпретация

7. Абсолютное, избыточное давление и вакуум.

8. Приборы для измерения давления.

9. Силовое воздействие покоящейся жидкости на твердые плоские и криволинейные поверхности.

10. Закон Архимеда.

11. Основные понятия кинематики. Расход жидкости, живое сечение потока.

12. Уравнение Даниила Бернулли для элементарной трубки тока идеальной жидкости.

13. Уравнение Бернулли для одномерного потока реальной жидкости.

14. Энергетический смысл уравнения Бернулли.

15. Диаграмма уравнения Бернулли. Гидравлический уклон.

16. Примеры применения уравнения Бернулли.

17. Виды потерь механической энергии. Общие сведения о гидравлических сопротивлениях.

18. Понятие о ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.

19. Критическое число Рейнольдса.

20. Закон изменения скорости в живом сечении потока при ламинарном и турбулентном режиме. Коэффициент Кориолиса.

21. Установившееся ламинарное движение жидкости в круглой трубе, потери механической энергии, коэффициент гидравлического сопротивления.

22. Установившееся турбулентное движение жидкости в круглой трубе. Двухслойная модель турбулентного движения жидкости в трубе.

23. Турбулентное движение в круглой трубе: Логарифмический профиль скорости

24. Потери механической энергии в трубах круглого сечения. Зоны гидравлического сопротивления в трубах. Графики И.И. Никурадзе и Г.А. Мурина.

25. Виды местных сопротивлений. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.

26. Истечение жидкости из отверстий и насадков различного типа. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода.

27. Истечение жидкости из отверстий и насадков различного типа. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода.

28. Гидравлический расчет трубопроводов. Трубопроводы с последовательным и параллельным соединением труб.

29. Структурная схема гидропривода.

30. Классификация гидроприводов.

31. Принцип работы гидроприводов. Преимущества и недостатки гидроприводов.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=6992>

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Развитие студенческого самоуправления	профорориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ОПК-7	Д-1	Лабораторные занятия