

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
 «__» _____ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
 ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Основы механики жидкостей и газов	Код модуля 1134173 Учебный план № 6437
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления и уровня подготовки 14.05.02
Уровень подготовки Специалист	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 17.08.2015, № 849

Екатеринбург, 2017

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Гапонцев Виталий Леонидович	д.ф.-м.н., профессор	профессор	гидравлики	
2	Давыдов Вадим Борисович	к.ф.-м.н.	доцент	гидравлики	
3	Пастухова Лилия Германовна	к.т.н.	доцент	гидравлики	

Руководитель модуля

Л.Г. Пастухова

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

Е.В. Черепанова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль

С.Е. Щеклеин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

1.1. Объем модуля, 6 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Основы механики жидкостей и газов» относится к вариативной части ОП (по выбору вуза). Модуль составляет теоретический фундамент профильного образования по направлению «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг». Изучение дисциплин модуля опирается на большой объем ранее изученного материала в курсах физики и математики, который применяется к изучаемым в данном модуле явлениям. Теоретический материал излагается в традиционной форме. Это материал закрепляется на практических занятиях. Наглядное представление об основных законах и процессах студенты получают при выполнении лабораторных работ.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Механика жидкостей и газов	5-6	51	34	17	102	114	22 (3, Э)	216	6
Всего на освоение модуля			51	34	17	102	114	22	216	6

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	-
3.2.	Корреквизиты	-

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения (РО), которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
14.05.02/01.01	РО-О1: Способность проводить и участвовать в испытаниях основного технологического оборудования, систем контроля, диагностики, защиты и промышленной автоматизации, автоматизированных систем управления технологическими	ПК-3 – готовность к проведению исследования и участия в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации; ПСК-1.2 – готовность к проведению

	процессами атомных станций в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации.	физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом.
14.05.02/01.01	РО-Об: Способность проводить в рамках производственно-технологической деятельности нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты реакторных установок в стационарных и нестационарных режимах работы.	ПК-17 – способность проводить нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы. ПСК-1.4 – способность выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств.

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля	ПК-3	ПК-17	ПСК-1.2	ПСК-1.4
(ВВ) Механика жидкостей и газов	+	+	+	+

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

не предусмотрена

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ

АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю

Не предусмотрено

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю

Не предусмотрено

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕХАНИКА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины МЕХАНИКА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ	Учетные данные
Модуль ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ	Код модуля 1134173 <i>Учебный план в ЕИСУ № 6437</i>
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	14.05.02/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и ин- жиниринг	Код направления и уровня подго- товки. 14.05.02
Уровень подготовки Специалист	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 17.08.2015, № 849

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Гапонцев Виталий Леонидович	д.ф.-м.н., профес- сор	профессор	гидравлики	
2	Давыдов Вадим Бори- сович	к.ф.-м.н.	доцент	гидравлики	
3	Пастухова Лилия Гер- мановна	к.т.н.	доцент	гидравлики	

Руководитель модуля

Л.Г. Пастухова

Рекомендовано:

учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № _____ от _____ г.

Председатель УМС УралЭНИИ

Е.В. Черепанова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель ОП

С.Е. Щеклеин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ **Механика жидкостей и газов**

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Механика жидкостей и газов» входит в модуль вариативной части ОП (по выбору ВУЗА) «Основы механики жидкостей и газов».

Дисциплина направлена на формирование знания и понимания законов равновесия жидкости и газа, законов движения и сохранения энергии и массы потоков жидкости и газа, овладение навыками расчетов параметров деформируемой и движущейся сплошной среды, овладение методами и навыками измерения параметров движущихся сплошных сред, знания и понимания методов математического и физического моделирования задач гидроаэромеханики, навыков решения сложных трубопроводных систем, навыков расчета параметров струйных течений, овладения способностью проводить лабораторные испытания по заданному алгоритму в коллективе из 3 – 5 человек

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- ПК-3 – готовность к проведению исследования и участия в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации;
- ПК-17 – способность проводить нейтронно-физические и тепло-гидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы.
- ПСК-1.2 – готовность к проведению физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом.
- ПСК-1.4 – способность выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия механики жидкостей и газов;
- законы сохранения энергии и массы в дифференциальной и интегральной формах для различных моделей жидкости;
- методы расчета основных параметров потоков;
- основные принципы работы приборов и методы измерения давления, скорости и расхода в потоках жидкости;
- основы расчета систем уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости,
- понятие граничных условий;
- основные закономерности движения сжимаемых жидкостей,
- основы расчета пристенного пограничного слоя;
- основные закономерности развития изотермических и неизотермических турбулентных струй.

Уметь:

- определять силу воздействия жидкости и газа на твердые поверхности;

- рассчитывать основные параметры одномерных потоков;
- производить расчет основных параметров потоков в разветвленных трубопроводных сетях;
- пользоваться приборами для измерения параметров потоков жидкости;
- решать системы уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости;
- определять основные параметры потоков сжимаемой жидкости;
- определять осевые параметры струйных течений;
- определять мощность источника и стока,
- определять профильное сопротивление обтекаемых тел.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- владеть навыками расчета силы воздействия жидкости и газа на твердые поверхности;
- демонстрировать способность производить расчет параметров одномерных потоков жидкости и газа;
- демонстрировать способность проводить экспериментальные исследования по заранее определенному алгоритму в коллективе специалистов;
- владеть навыками использования основных приемов обработки экспериментальных данных;
- однопараметрическим интегральным методом расчета ламинарного пограничного слоя,
- методами расчета параметров изотермических и неизотермических турбулентных струй;
- методом конформных отображений расчета спектров всасывания.

1.4.Объем дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5	6	
1.	Аудиторные занятия	102	102	51	51	
2.	Лекции	51	51	34	17	
3.	Практические занятия	34	34	17	17	
4.	Лабораторные работы	17	17	0	17	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	114	15,3	57	57	
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	Зачет, 4	Экзамен, 18	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	216	119,88	108	108	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		3	3	

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение, свойства жидкости	Предмет и объект изучения в механике жидкости и газа. Сплошная среда как модель жидкости. Границы применения этой модели. Капельная жидкость и газ. Физические свойства жидкости. Принцип текучести. Силы, действующие в жидкости. Закон Ньютона для силы трения. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости. Тензор напряжений, его инварианты, давление. Формула Коши для напряжений.
2	Гидростатика	Уравнения движения в напряжениях. Покоящаяся жидкость. Уравнение Эйлера покоящейся жидкости. Вид тензора напряжений покоящейся жидкости. Закон Паскаля. Абсолютное и относительное равновесие жидкости. Абсолютное равновесие несжимаемой жидкости под воздействием силы тяжести. Основное уравнение гидростатики;

		его геометрическая и энергетическая интерпретация Абсолютное, избыточное давление и вакуум. Приборы для измерения давления. Парадокс Паскаля. Силовое воздействие покоящейся жидкости на твердые плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда.
3	Кинематика жидкости	Методы Эйлера и Лагранжа описания движения жидкости. Связь скоростей изменения величин в методе Лагранжа и методе Эйлера. Основные понятия: линия тока, трубка тока, живое сечение, расход. Уравнение неразрывности. Первая теорема Гельмгольца. Вихревые линии и трубки. Вторая теорема Гельмгольца и ее следствие: невозможность обрыва вихревой трубки в объеме жидкости. Вихревые и потенциальные течения. Ускорение жидкой частицы. Кинематическая теорема Кельвина.
4	Динамика идеальной жидкости	Понятие идеальной жидкости. Вид тензора напряжений идеальной жидкости. Уравнение Эйлера. Уравнение Громека-Ламба. Понятие баротропной жидкости. Трехчлен Бернулли. Динамическая теорема Кельвина и теорема Лагранжа. Условия возникновения вихревого течения. Потенциал скоростей. Интеграл Лагранжа-Коши. Теорема Бернулли.
5	Плоские потенциальные течения идеальной жидкости.	Типы задач о течении идеальной жидкости. Уравнение Лапласа для потенциального течения. Граничные условия. Потенциал скорости, функция тока и характеристическая функция плоского потенциального течения несжимаемой жидкости. Их основные свойства. Плоскопараллельное течение, источник, изолированный вихрь, диполь. Суперпозиция потенциальных течений. Обтекание цилиндра. Общее представление о методе конформных отображений.
6	Течение вязкой жидкости	Обобщенный закон Ньютона, связь между тензором напряжений и тензором скоростей деформаций. Уравнение Стокса. Граничные условия для уравнения движения вязкой жидкости. Понятие о ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. Опыты Рейнольдса. Критическое число Рейнольдса. Турбулентность и ее основные свойства. Структура турбулентного потока. Модель «пути смещения» Прандтля для течения в полупространстве около плоской стенки. Логарифмический профиль скорости. Осреднение во времени параметров турбулентного потока жидкости. Пульсации скорости и других параметров в турбулентном потоке жидкости. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания. Модели турбулентности.
7	Взаимодействие вязкого потока с твердыми телами	Основы теории пограничного слоя. Примеры пограничных слоев. Обтекание тел вязкой жидкостью. Силы, действующие со стороны жидкости на обтекаемое тело. Понятие профильного сопротивления. Сопротивление трения и давления. Хорошо и плохообтекаемые тела. Отрыв пограничного слоя, возникновение силы сопротивления давления, причины отрыва ПС. Экспериментальное определение сопротивления тел (на примере цилиндра). Опытные данные об обтекании шара. Кризис сопротивле-

		ния плохообтекаемых тел.
8	Одномерное движение несжимаемой жидкости	Уравнение Бернулли для одномерного потока реальной жидкости. Энергетический смысл уравнения Бернулли. Диаграмма уравнения Бернулли. Гидравлический уклон. Примеры применения уравнения Бернулли. Виды потерь механической энергии. Общие сведения о гидравлических сопротивлениях.
9	Установившееся движение несжимаемой жидкости в трубах	Установившееся ламинарное движение жидкости в круглой трубе. Закон изменения скорости в живом сечении потока. Коэффициент Кориолиса. Потери механической энергии, коэффициент гидравлического сопротивления. Установившееся турбулентное движение жидкости в круглой трубе.
10	Гидравлические потери	Зоны гидравлического сопротивления в трубах. Графики Никурадзе и Мурина. Потери механической энергии в трубах круглого сечения. Виды местных сопротивлений. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса Особенности расчета потерь механической энергии по длине и в местных сопротивлениях.
11	Истечение жидкости из отверстий и насадков, струйные течения,	Истечение жидкости из отверстий и насадков. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода. Схемы струй и следов. Классификация струй. Учет сжимаемости, сверхзвуковые потоки. Скачки уплотнения. Сопло Лавала.
12	Расчет трубопроводов	Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов. Трубопроводы с последовательным и параллельным соединением труб. Гидравлический удар в простом трубопроводе: формула Жуковского; прямой ГУ и методы его предотвращения.
13	Гидродинамические подобие и моделирование	Подобие гидромеханических процессов. Анализ размерностей (Пи-теорема). Числа подобия. Понятие автомодельности.
14	Экспериментальные методы в механике жидкости и газа	Моделирование процессов и течений жидкости и газа. Метод аналогий. Физические основы измерений параметров течения: скорости, температуры, давления, расхода. Измерение мгновенных и осредненных значений параметров. Датчики, первичные и вторичные приборы. Оптические методы исследования.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1.1. и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P8	1	Экспериментальная иллюстрация уравнения Бернулли	3
P6,9	2	Изучение режимов движения жидкости: - определение критического числа Рейнольдса, - изучение профиля скорости при турбулентном режиме	4
P10	3	Гидравлическое сопротивление по длине в напорном трубопроводе.	2
P11	4	Местные гидравлические сопротивления	2
P11	5	Истечение жидкости через отверстия и насадки.	2
P8,14	6	Тарировка сужающих расходомеров переменного перепада давления	2
P8,14	7	Тарировка пневмотрубок для измерения местной скорости движения воздуха	2
Всего:			17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Наименование работы	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Введение, свойства жидкости	2
P2	2	Гидростатика	2
P3	3	Кинематика жидкости	2
P4	4	Динамика идеальной жидкости	2
P5	5-6	Плоские потенциальные течения идеальной жидкости	4
P6	7	Течение вязкой жидкости	2
P7	8	Взаимодействие вязкого потока с твердыми телами	2
P8	9	Одномерное движение несжимаемой жидкости	2
P9	10	Установившееся движение несжимаемой жидкости в трубах	2
P10	11-12	Гидравлические потери	4
P11	13-14	Истечение жидкости из отверстий и насадков, струйные течения	4
P12	15-16	Расчет трубопроводов	4
P13	17	Гидродинамические подобие и моделирование	2
Всего:			34

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа №1

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

Домашняя работа №2

3. Расходомеры
4. Истечение из отверстий и насадков
5. Расчет простого трубопровода

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.4.1. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа №1

1. Свойства жидкости
2. Свойства гидростатического давления
3. Основное уравнение гидростатики
4. Жидкостные приборы для измерения давления
5. Сила давления на плоские поверхности
6. Закон Архимеда

Контрольная работа №2

1. Тензор напряжений, тензор скоростей деформаций
2. Ускорение жидкой частицы
3. Плоские потенциальные течения
4. Расчет сложного трубопровода
5. Определение скорости равномерного осаждения (всплывания), скорости витания.
6. Расчет аэродинамических параметров изотермической струи.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
1												
2												
3					*							
4					*							
5					*							
6					*							
7					*							
8		*										
9		*										
10		*										
11		*										
12		*										
13		*										
14		*										

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): Учебник. М.: Изд-во Инфа-М, 2014. 704 с.
2. Чёрный Г.Г. Избранные труды. М.: Наука, 2009. 759 с.

3. Газовая динамика. Избранное. Издание второе, исправленное / Редакторы-составители А.Н. Крайко (отв.), А.Б. Ватажин, А.Н. Секундов. М.: Физматлит, 2005. Т. 2. 752 с.
4. Сборник задач по машиностроительной гидравлике: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломир. специалистов в обл. техники и технологии / Д.А. Бутаев, З.А. Калмыкова, Л.Г. Подвидз и др. ; Под ред. И.И. Куколевского, Л.Г. Подвидза. - 6-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 486 с., ил.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Лойцянский Г.Л. Механика жидкости и газа / Г.Л. Лойцянский. - 5-е изд., перераб. - М.: Главная редакция физико-математической литературы «Наука», 1978. - 736 с.: ил.
2. Газовая динамика. Механика жидкости и газа : Учебник для вузов / В.С. Бекнев, В.М. Епифанов, А.И. Леонтьев и др. ; Под общ. ред. А.И. Леонтьева .— 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997 .- 671 с. - рекомендовано в качестве учебника .- ISBN 5-7038-1063-9 : 56.00.
3. Самойлович, Георгий Семенович. Гидрогазодинамика: Учеб. по спец. "Турбостроение". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 382 с.: ил.
4. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. Том 1 Учеб. руководство: Для втузов. 5-е изд., порераб. и доп. — М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит, 1991 г. —600 с.
5. Дейч М. Е. Зарянкин А. Е. Гидрогазодинамика: Учебное пособие. - М: Энергоатомиздат, 1984.-384с.
6. Самойлович Г.С. , Нитусов Б.В. Сборник задач по гидроаэромеханике. - Учебное пособие.- М.: Машиностроение, 1986. –152 с.
7. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломир. специалистов в обл. техники и технологии, сельского и рыб. хоз-ва / Д. В. Штеренлихт. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: КолосС, 2008. - 656 с.: ил.

9.2.Методические разработки

1. Лаптева Н.Е. РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ. Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Гидравлика», «Механика жидкости и газа» для студентов всех форм обучения машиностроительных специальностей.
http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=225
2. Лаптева Н.Е., Пастухова Л.Г. ЛАМИНАРНЫЙ И ТУРБУЛЕНТНЫЙ РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ. Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Гидравлика», «Механика жидкости и газа» для студентов всех форм обучения машиностроительных специальностей.
http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=10722
3. Адиабатическое движение сжимаемого газа: методические указания / сост. А.С. Носков , Н.В. Служеникина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 16 с.
4. Некрасов А. В. Компьютерное моделирование гидродинамических процессов систем водоснабжения: учебное пособие / А. В. Некрасов ; [науч. ред. Ю. В. Аникин]. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 312 с. <http://hdl.handle.net/10995/28781>
5. Дорошенко В.А. Прикладная гидрогазодинамика. Курс лекций, практикум Ч.1 / В.А. Дорошенко. – Екатеринбург: Ризография НИЧ УГТУ, 2002. – 120 с.
6. Дорошенко В.А. Прикладная гидрогазодинамика. Курс лекций, практикум Ч.2 / В.А. Дорошенко. – Екатеринбург: Ризография НИЧ УГТУ, 2002. – 68 с.

9.3. Программное обеспечение

MS Excel, MS Word, MathCAD

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

ЗНБ УрФУ <http://lib.urfu.ru/>

Электронный научный архив УрФУ <http://elar.urfu.ru/>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для проведения лекционных и практических занятий необходимо аудиторное помещение, оснащённое документ-камерой, проектором, экраном, доской с фломастером или мелом.

Для проведения лабораторных работ используется специализированная лаборатория (аудитория И-235), оснащённая необходимым лабораторным оборудованием и приборами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

5 семестр

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение занятий</i>	5 сем.; 1-16 нед.	10
<i>Контрольная работа 1</i>	5 сем.; 5 нед.	50
<i>Домашняя работа 1</i>	5 сем.; 13 нед.	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Практическое занятие №1</i>	5 сем.; 8 нед.	10
<i>Практическое занятие №2</i>	5 сем.; 9 нед.	10
<i>Практическое занятие №3</i>	5 сем.; 10 нед.	10
<i>Практическое занятие №4</i>	5 сем.; 11 нед.	10
<i>Практическое занятие №5</i>	5 сем.; 12 нед.	10
<i>Практическое занятие №6</i>	5 сем.; 13 нед.	10
<i>Практическое занятие №7</i>	5 сем.; 14 нед.	10
<i>Практическое занятие №8</i>	5 сем.; 15 нед.	15
<i>Практическое занятие №9</i>	5 сем.; 16 нед.	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – нет		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – нет		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

<i>Не предусмотрены</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – нет		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– нет		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Не предусмотрено</i>		
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – нет		

6 семестр

1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение занятий</i>	6 сем.; 1-16 нед.	8
<i>Контрольная работа 1</i>	6 сем.; 5 нед.	37
<i>Домашняя работа 1</i>	6 сем.; 8 нед.	55
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,45		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,55		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Практическое занятие №1</i>	6 сем.; 8 нед.	10
<i>Практическое занятие №2</i>	6 сем.; 9 нед.	10
<i>Практическое занятие №3</i>	6 сем.; 10 нед.	10
<i>Практическое занятие №4</i>	6 сем.; 11 нед.	10
<i>Практическое занятие №5</i>	6 сем.; 12 нед.	10
<i>Практическое занятие №6</i>	6 сем.; 13 нед.	10
<i>Практическое занятие №7</i>	6 сем.; 14 нед.	10
<i>Практическое занятие №8</i>	6 сем.; 15 нед.	15
<i>Практическое занятие №9</i>	6 сем.; 16 нед.	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – нет		

ским/семинарским занятиям– нет		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Лабораторная работа №1</i>	5 сем.; 8 нед.	20
<i>Лабораторная работа №2</i>	5 сем.; 9 нед.	20
<i>Лабораторная работа №3</i>	5 сем.; 10 нед.	15
<i>Лабораторная работа №4</i>	5 сем.; 11 нед.	15
<i>Лабораторная работа №5</i>	5 сем.; 12 нед.	10
<i>Лабораторная работа №6</i>	5 сем.; 13 нед.	10
<i>Лабораторная работа №7</i>	5 сем.; 14 нед.	10
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– нет		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Не предусмотрено</i>		
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – нет		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	0,5
Семестр 6	0,5

*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО (www.фэпо.рф); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Для проведения промежуточной аттестации используется

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование на портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

Структура тестовых материалов при использовании ФЭПО

№ п/п	Код структурной единицы	Наименование структурной единицы	Число заданий в тесте	Число баллов
Блок 1. Темы				
1.	Тема 1	Краткая история развития науки	1	1
2.	Тема 2	Жидкость. Гипотеза сплошности среды. Основные физические величины	1	1
3.	Тема 3	Основные физические свойства жидкостей	1	1
4.	Тема 4	Обозначения и единицы измерения основных физических величин	1	1
5.	Тема 5	Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия. Поверхности равного давления жидкости. Основное уравнение гидростатики	1	1
6.	Тема 6	Абсолютный и относительный покой жидкости	1	1
7.	Тема 7	Закон Паскаля, эпюры давления, силы давления на плоские и криволинейные поверхности	1	1
8.	Тема 8	Способы описания движения жидкости, потоки жидкости	1	1
9.	Тема 9	Динамика невязкой жидкости: дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (уравнение Эйлера), уравнение Бернулли для установившегося движения несжимаемой жидкости, энергетическая интерпретация уравнения Бернулли	1	1
10.	Тема 10	Напряжения в движущейся вязкой жидкости, уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости, режимы движения жидкости	1	1
11.	Тема 11	Моделирование гидродинамических явлений. Теория подобия	1	1
12.	Тема 12	Критерии гидродинамического подобия	1	1
13.	Тема 13	Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение. Потери напора при равномерном движении жидкости. Ламинарный	1	1

		режим движения жидкости		
14.	Тема 14	Потери напора при равномерном движении жидкости. Турбулентный режим движения жидкости	1	1
15.	Тема 15	Потери напора при неравномерном движении жидкости	1	1
16.	Тема 16	Расчет простых трубопроводов	1	1
17.	Тема 17	Гидравлический расчет длинного трубопровода постоянного диаметра	1	1
18.	Тема 18	Расчет трубопровода с последовательным, параллельным соединением участков, разветвленного трубопровода, трубопровода с непрерывной раздачей жидкости	1	1
19.	Тема 19	Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи, скорости и расхода	1	1
20.	Тема 20	Истечение через насадки	1	1
21.	Тема 21	Истечение под уровень	1	1
22.	Тема 22	Истечение при переменном напоре	1	1
23.	Тема 23	Установившееся движение жидкости в открытых руслах		1
24.	Тема 24	Удельная энергия потока и сечения. Критическая глубина, уклон		1
25.	Тема 25	Равномерное движение в открытых руслах		1
26.	Тема 26	Основные типы задач при расчете открытых каналов, гидравлический прыжок		1
27.	Тема 27	Водосливы (общие сведения, водосливы с тонкой стенкой, с широким порогом)		1
28.	Тема 28	Водосливы-водомеры		1
29.	Тема 29	Основы фильтрации, фильтрационные свойства грунтов		1
30.	Тема 30	Скорость фильтрации и коэффициент фильтрации		1
31.	Тема 31	Основные сведения о гидравлических машинах и гидроприводе		1
32.	Тема 32	Насосы и гидропередачи (лопастные, вихревые и струйчатые, гидродинамические)		1
33.	Тема 33	Поршневые насосы, роторные гидромашины, роторно-поршневые, пластинчатые, шестеренчатые и винтовые, гидроцилиндры и гидродвигатели		1
34.	Тема 34	Гидроаппаратура. Гидропривод, регулирование		1
	Блок 2. Модули			
35.	Модуль 35	Введение в гидравлику. Краткая история развития науки	1	2
36.	Модуль 36	Основные физические свойства жидкостей и газов	1	2
37.	Модуль 37	Гидростатика: гидростатическое давление, основное уравнение гидростатики, закон Паскаля	1	2
38.	Модуль 38	Гидростатика: силы давления жидкостей на плоские и криволинейные поверхности	1	2

39.	Модуль 39	Динамика невязкой и вязкой жидкости	1	2
40.	Модуль 40	Истечение жидкостей из отверстий и насадков	1	2
41.	Модуль 41	Русловая гидравлика		2
42.	Модуль 42	Водосливы		2
43.	Модуль 43	Основы фильтрации		2
44.	Модуль 44	Гидравлические машины и гидропривод		2
Блок 3. Кейс-задания				
45.	45. Кейс 1		1	
	○	45.1 Подзадача 1		○ 1
	○	45.2 Подзадача 2		○ 1
	○	45.3 Подзадача 3		○ 1
46.	46. Кейс 2			
	○	46.4 Подзадача 1		○ 1
	○	46.5 Подзадача 2		○ 1
	○	46.6 Подзадача 3		○ 1
47.	47. Кейс 3			
	○	47.7 Подзадача 1		○ 1
	○	47.8 Подзадача 2		○ 1
	○	47.9 Подзадача 3		○ 1
Всего заданий в тесте, баллов за тест			28	37

Время тестирования 60 мин.

Число заданий в тесте 28 шт.

Структура тестовых материалов при использовании Интернет-тренажеров

Содержание Интернет-тренажера по дисциплине		Перечень учебных элементов <i>Студент должен:</i>	Число заданий в тесте
<i>Код элемента содержания: код раздела – раздел дисциплины – код темы</i>	<i>Наименование элемента содержания (темы)</i>		
1. Введение в гидравлику. Основные физические свойства жидкостей и газов			
2-01-01	Основные определения, краткая история развития науки	знать: основные определения гидравлики как науки, краткую историю развития науки уметь: ориентироваться в вопросах связанных с краткой историей развития гидравлики	1
2-01-02	Жидкость. Гипотеза сплошности среды. Основные физические вели-	знать: отличие жидкостей от твердых и газообразных тел, строение, гипотезу сплошности, плотность, категории сил уметь: применять основные физические вели-	1

	чины	ны в гидравлике и ориентироваться в условиях их применения	
2-01-03	Основные физические свойства жидкостей	знать: текучесть, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, растворение, кипение, сопротивление растяжению, поверхностное натяжение, особые свойства жидкостей уметь: применять основные свойства жидкостей	<i>1</i>
2-01-04	Обозначение и единицы измерения	знать: основные гидравлические единицы и их обозначение уметь: определять единицы измерения для технических расчетов	<i>1</i>
2. Гидростатика и кинематика			
2-02-01	Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики	знать: свойства гидростатического давления и их доказательство, поверхности равного давления, основной закон гидростатики, его вывод уметь: определять поверхности равного давления исходя из основного закона гидростатики	<i>1</i>
2-02-02	Абсолютный и относительный покой жидкости	знать: определение абсолютного, манометрического давления, вакуума, методы построения эпюр давления, сил давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности; гидростатический парадокс уметь: определять абсолютное, манометрическое давление и вакуум	<i>1</i>
2-02-03	Закон Паскаля, эпюры давления, силы давления жидкостей на плоские и криволинейные поверхности	знать: закон Паскаля и его практическое применение уметь: применять практически закон Паскаля, определять силы давления жидкостей на плоские и криволинейные поверхности, строить эпюры давления	<i>1</i>
2-02-04	Способы описания движения жидкости, потоки жидкости	знать: определения кинематики, жидкая частица, способы описания движения жидкости, мгновенную скорость, поле скоростей, линию тока, трубку тока, струйка элементарная и конечная, живое сечение и расход и уравнение неразрывности уметь: определять установившееся и неустановившееся движение жидкости и расход потока	<i>1</i>
3. Динамика невязкой и вязкой жидкости. Режимы движения жидкости. Теория подобия гидродинамических процессов			
2-03-01	Динамика невязкой жидкости: дифференциальные уравнения движения невяз-	знать: определение невязкой жидкости, уравнение Эйлера, уравнение Бернулли и его физический смысл	<i>1</i>

	кой жидкости (уравнение Эйлера), уравнение Бернулли для установившегося движения несжимаемой жидкости, энергетическая интерпретация уравнения Бернулли		
2-03-02	Напряжения в движущейся вязкой жидкости, уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости, режимы движения жидкости	знать: напряженное в элементарном параллелепипеде при движении вязкой жидкости, уравнение Бернулли и его физический смысл, ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости и их критерияльные числа	1
2-03-03	Моделирование гидродинамических явлений. Теория подобия	знать: виды моделирования, общие условия механического подобия, общие обозначения масштабных множителей	1
2-03-04	Критерии гидродинамического подобия	знать: критерии подобия для общих и частных случаев	1
4. Потери напора. Гидравлический расчет трубопроводов			
2-04-01	Классификация потерь напора, равномерное и неравномерное движение. Потери напора при равномерном движении жидкости. Ламинарный режим движения жидкости	знать: общие сведения о потере удельной энергии, типы полей скоростей при различных видах движения жидкости, распределение местных скоростей, определение расхода, средней скорости, коэффициента Дарси	1
2-04-02	Потери напора при равномерном движении жидкости. Турбулентный режим движения жидкости	знать: логарифмический закон распределения скоростей, связь между местными, средними и максимальными скоростями, понятия о гидравлически гладких и гидравлически шероховатых трубах (руслах), коэффициент Дарси (опыты Никурадзе), коэффициент Дарси для труб с естественной шероховатостью (формулы и их области применения)	1
2-04-03	Потери напора при неравномерном движении жидкости	знать: местные потери напора при внезапном расширении и сужении, постепенном расширении и сужении, диафрагме, повороте и задвижке и т.д.	1

2-04-04	Расчет простых трубопроводов	знать: основы гидравлического расчета простых трубопроводов	<i>1</i>
2-04-05	Гидравлический расчет длинного трубопровода постоянного диаметра	знать: основы гидравлического расчета длинного трубопровода	<i>1</i>
2-04-06	Расчет трубопровода с последовательным соединением, параллельным, разветвленным, с непрерывной раздачей жидкости	знать: основы гидравлического расчета трубопроводов с различными видами соединения уметь: выполнять расчеты трубопроводов с различными видами соединения	<i>1</i>
5. Истечение жидкостей из отверстий и насадков. Постоянный и переменный напор			
2-05-01	Истечение через малое незатопленное отверстие, коэффициент сжатия струи, скорости и расхода	знать: теорию истечения через малое незатопленное отверстие уметь: определять скоростные и расходные характеристики потока при истечении через малое незатопленное отверстие	<i>1</i>
2-05-02	Истечение через насадки	знать: коэффициенты сжатия, скорости и расхода при истечении через насадки уметь: определять скоростные и расходные характеристики потока при истечении через насадки	<i>1</i>
2-05-03	Истечение под уровень	знать: теорию истечения через отверстие при истечении под уровень уметь: определять скоростные и расходные характеристики потока при истечении под уровень	<i>1</i>
2-05-04	Истечение при переменном напоре	знать: теорию истечения через отверстие при переменном напоре постоянном и притоке и его отсутствии уметь: определять скоростные и расходные характеристики потока	<i>1</i>
6. Русловая гидравлика			
2-06-01	Установившееся движение жидкости в открытых руслах	знать: дифференциальное уравнение установившегося, плавно изменяющегося движения жидкости, параметр кинетичности потока, основные виды установившегося движения в призматическом открытом русле, формы свободной поверхности уметь: пользоваться расчетными зависимостями	
2-06-02	Удельная энергия потока и сечения. Критическая глубина, уклон	знать: основные формулы для определения критической глубины и уклона уметь: пользоваться расчетными зависимостями	
2-06-03	Равномерное	знать: основные признаки русла	

	движение в открытых руслах		
2-06-04	Основные типы задач при расчете открытых каналов, гидравлический прыжок	знать: основные расчетные зависимости и обозначения, общие сведения, виды гидравлического прыжка, прыжковую функцию уметь: использовать расчетные зависимости и обозначения	
7. Водосливы. Основы фильтрации			
2-07-01	Водосливы (общие сведения, водосливы с тонкой стенкой, с широким порогом)	знать: классификацию водосливов, расчетные формулы для определения расходов уметь: применять расчетные формулы для определения расходов	
2-07-02	Водосливы-водомеры	знать: определение расходов с высокой точностью уметь: определять расходы с высокой точностью	
2-07-03	Основы фильтрации, фильтрационные свойства грунтов	знать: фильтрационные свойства грунтов, основные определения, обозначения, расчетные формулы уметь: применять обозначения и расчетные формулы	
2-07-04	Скорость фильтрации и коэффициент фильтрации	знать: скорость фильтрации и коэффициент фильтрации уметь: применять обозначения и расчетные формулы	
8. Гидравлические машины и гидропривод			
2-08-01	Основные сведения о гидравлических машинах и гидроприводе	знать: основные понятия, общие свойства, величины, характеризующие рабочий процесс, принципиальные схемы гидроприводов	
2-08-02	Насосы и гидропередачи (лопастные, вихревые и струйчатые, гидродинамические передачи)	знать: основные уравнения, характеристики и принципы работы	
2-08-03	Поршневые насосы, роторные гидромашины, роторно-поршневые, пластинчатые, шестеренчатые и винтовые, гидроцилиндры и гидродвигатели	знать: основные понятия, общие свойства, методы расчета уметь: пользоваться расчетными зависимостями	
2-08-04	Гидроаппаратура. Гидропривод, регулирование	знать: основные понятия и определения, принципиальные схемы и методы расчета	

9. Пневматические системы		
2-09-01	Общие сведения о пневматических системах	знать: уравнения состояния и закономерности движения газа, принципы расчета течения газа в трубопроводах
2-09-02	Пневматические машины	знать: характеристики и принципы работы компрессоров и пневматических исполнительных устройств – пневмодвигателей
2-09-03	Пневматические элементы управления и контроля	знать: характеристики и принципы работы пневмоаппаратов
2-09-04	Пневмопривод	знать: основные понятия и определения, принципиальные схемы и методы расчета пневмопривода

Время тестирования 60 мин.

Число заданий в тесте 22 шт.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

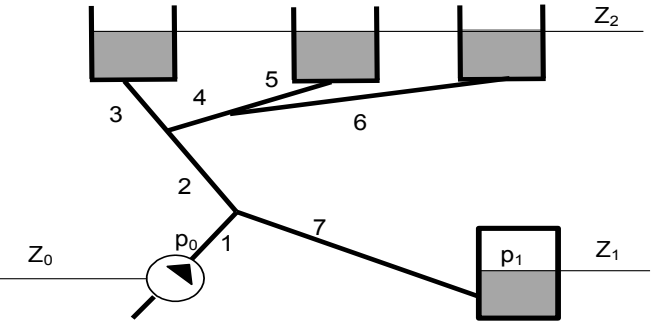
1	Какая скорость используется в уравнении Бернулли для потока реальной жидкости?	1) Средняя по количеству движения. 2) Максимальная скорость. 3) Средняя по сечению. 4) Осреднённая скорость. 5) Мгновенная скорость в точке.
2	Укажите уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости?	1) $z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + h_{\omega_{1-2}}$ 2) $z + \frac{P}{\gamma} = const$ 3) $z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{\omega_{1-2}}$ 4) $z + \frac{P}{\gamma} + \frac{U^2}{2g} = const$
3	Выберите наибольшее значение давления	1) $1 \text{ кг} \cdot \text{с} / \text{см}^2$ 2) 10^5 Па 3) 10 м вод.ст. 4) 800 мм рт. ст.
4	Как изменяется удельная потенциальная энергия по длине трубопровода переменного сечения?	1) Периодически увеличивается или уменьшается. 2) Остаётся постоянной. 3) Возрастает. 4) Убывает. 5) Уменьшается в местах расширения трубопровода.
5	Чему равна величина скорости потока на внутренней стенке трубы $U_{ст}$? Обозначения: V – средняя скорость V^* – динамическая скорость H – напор жидкости	1. $U_{ст} = \sqrt{2gH}$ 2. $U_{ст} = 0.1V$ 3. $U_{ст} = V^*$ 4. $U_{ст} = V$ 5. $U_{ст} = 0$

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

5 семестр

1	<p>Вода с расходом $Q=16$ л/с под давлением $p=1,1$ атм. (избыточное) движется по трубопроводу $d_1=100$ мм. Трубопровод внезапно сужается до диаметра $d_2=50$ мм. Определить давление в сечении с диаметром d_2, пренебрегая гидравлическими потерями.</p>	
2	<p>Ртутный дифференциальный манометр, присоединенный к водомеру, показывает перепад ртути $h=135$ мм. Угол наклона водовода 30°, а расстояние между сечениями присоединения манометра $l=1,5$ м. Плотность ртути 13600 кг/м³. Определить давление в горловине, если давление перед расходомером 60 кПа.</p>	
3	<p>Пространство между поршнями заполнено жидкостью. Поршни имеют диаметры $d_1=6$ см, $d_2=4$ см. Левый поршень движется со скоростью $V_1=44$ см/с. Определить скорость V_2 движения правого поршня.</p>	
4	<p>Определить коэффициент местного сопротивления задвижки, установленной на трубе диаметром $d=100$ мм, если при расходе воды 3 кг/с (плотностью 950 кг/м³) показания манометров соответственно $P_1=0,33$ атм $P_2=0,28$ атм</p>	
5	<p>Определить уровень жидкости H в сосуде, если она подается в него с расходом 2 л/с, а вытекает через цилиндрический насадок диаметром 2 см. Коэффициент сопротивления насадка – $0,5$.</p>	

6 семестр

1	<p>Определить ускорение жидкой частицы в точке $A(4,5,2)$ в момент времени $t=1$ с, если вектор скорости задан своими компонентами $u=2x+4y-t$, $v=3z$, $w=34y-z-t^3$.</p>	
2	<p>Запишите систему уравнений, описывающую работу гидравлической сети.</p>	
3	<p>Определить скорость свободного равномерного всплывания сферической капли парафина диаметром $0,5$ см (плотность 780 кг/м³) в воде. Коэффициент сопротивления сферы $0,5$.</p>	

	Как изменится скорость всплывания, если диаметр капли увеличить вдвое?
4	Записать матрицу, описывающую тензор скоростей деформаций, если $u = 2x^4 + 4y - 5z^2$, $v = 6x^5 - 3z$, $w = 34y^3 - z^2 - x^3$
5	Плоское потенциальное течение образовано наложением равномерного потока вдоль оси Oy при $V=2$ м/с и источника мощностью $Q=20$ м ² /с, расположенного в начале координат. Определить вид функции, описывающей семейство линий тока и линий равного потенциала скорости.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрены

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Физические свойства жидкости. Принципы сплошности и текучести. Гипотеза трения Ньютона.
2. Силы, действующие в жидкости. Тензор напряжений. Связь вектора напряжений с тензором напряжений, равенства Коши. Уравнение движения жидкости в напряжениях.
3. Виды равновесия жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Единицы измерения давления. Понятие об абсолютном, избыточном давлении и вакууме. Приборы для измерения давления.
4. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
5. Сила давления на плоские и криволинейные стенки. Закон Архимеда.
6. Основные понятия кинематики. Линия тока. Установившееся течение. Трубка тока. Струйка. Живое сечение. Элементарная струйка. Объемный расход. Массовый расход. Среднерасходная скорость. Уравнение расхода для трубки тока.
7. Методы описания движения жидкости - Лагранжа и Эйлера.
8. Уравнения неразрывности и несжимаемости в дифференциальной форме
9. Первая и вторая теоремы Гельмгольца. Вихревые линии и трубки. Вихревые и потенциальные течения. Ускорение жидкой частицы, теорема Кельвина.
10. Понятие идеальной жидкости. Уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера и Громека – Ламба в случае баротропного движения в поле потенциальных сил. Трехчлен Бернулли. Теорема Кельвина (динамическая) и теорема Лагранжа. Причины возникновения вихрей. Интеграл Лагранжа-Коши и теорема Бернулли.
11. Потенциал скоростей. Уравнение Лапласа для потенциала скорости.
12. Плоские стационарные потенциальные течения идеальной несжимаемой жидкости. Комплексный потенциал. Функция тока. Комплексный потенциал однородного потока. Поле течения источника (стока), расположенного в начале координат. Поле течения изолированного вихря.
13. Принцип суперпозиции потоков. Поле течения диполя, расположенного в начале координат. Безциркуляционное обтекание круглого цилиндра. Поле скоростей и поле давления. Критические точки. Величина подъемной силы. Парадокс Даламбера.
14. Циркуляционное обтекание круглого цилиндра. Положение критических точек в случаях большой и малой циркуляции. Сила, действующая на цилиндр в потоке идеальной жидкости.
15. Ньютоновская несжимаемая вязкая жидкость. Вид тензора напряжений. Уравнения Стокса изотермического движения ньютоновской вязкой несжимаемой жидкости.
16. Режимы течения вязкой жидкости. опыты Рейнольдса. Установившийся ламинарный режим течения по трубам различного сечения. Максимальная и среднерасходная скорости. Закон Пуазейля для трубы круглого сечения.
17. Уравнение баланса примеси в потоке идеальной несжимаемой жидкости. Уравнение баланса завихренности. Модель «пути смешения» Прандтля для течения в полупространстве около плоской стенки. Логарифмический профиль скорости.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания. Модели турбулентности.
2. Основы теории пограничного слоя. Примеры пограничных слоев. Обтекание тел вязкой жидкостью. Силы, действующие со стороны жидкости на обтекаемое тело.
3. Виды потерь механической энергии. Общие сведения о гидравлических сопротивлениях.
4. Установившееся ламинарное движение жидкости в круглой трубе. Закон изменения скорости в живом сечении потока. Коэффициент Кориолиса. Потери механической энергии, коэффициент гидравлического сопротивления.
5. Установившееся турбулентное движение жидкости в круглой трубе. Коэффициент Кориолиса. Потери механической энергии, коэффициент гидравлического сопротивления.
6. Уравнение Д. Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
7. Энергетическая и геометрическая интерпретация уравнения Д. Бернулли.
8. Практическое применение уравнения Д. Бернулли.
9. Работа трубки Пито - Прандтля. Расходомер Вентури.
10. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.
11. Гидравлические сопротивления при турбулентном режиме движения.
12. Зоны сопротивления при турбулентном режиме движения.
13. Формула Дарси. Графики Никурадзе и Мурина.
14. Местные гидравлические сопротивления.
15. Истечение жидкости через отверстия и насадки.
16. Гидравлический расчет простого трубопровода.
17. Гидравлический удар в простом трубопроводе: формула Жуковского.
18. Подобие гидромеханических процессов. Анализ размерностей (Пи-теорема). Числа подобия.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

http://fepo.i-exam.ru/fgos_pim_struct

Гидравлика

8.3.8. Интернет-тренажеры

<http://training.i-exam.ru/>

Гидравлика

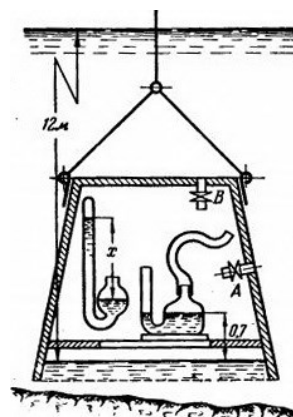
8.3.9. Контрольные работы

Контрольная работа №1.

1.

Толстостенный водолазный колокол погружен под уровень так, что поверхность воды в колоколе на 12 м ниже поверхности моря. Показания барометра на поверхности моря 750 мм рт. ст. В колоколе размещены ртутный барометр и манометр с условно постоянным нулем. Уровень ртути манометра на 0,7 м выше уровня воды в колоколе. В оболочке колокола имеется два крана А и Б, расположенные на разных уровнях.

- А) Каково показание x ртутного барометра?
- Б) Какая разность уровней ртути установится в манометре, если его подсоединить к крану А?
- В) Какая разность уровней ртути установится в манометре, если

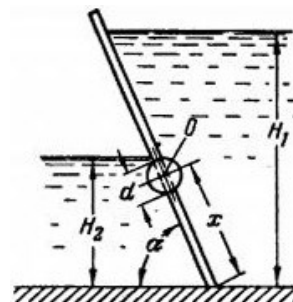


его подсоединить к крану Б?
 Считать, что при измерениях воздух в соединительной трубке, ведущей к чаше манометра, отсутствует.

2.

Щитовой затвор должен автоматически опрокидываться для пропуска воды при уровне последней $H_1 \geq 6$ м. Щит поворачивается на цапфах О диаметром $d = 0,4$ м, имеющих коэффициент трения $f = 0,2$. Ширина щита $B = 8$ м, его угол наклона $\alpha = 60^\circ$. Под щитом имеется постоянный уровень воды $H_2 = 3$ м.

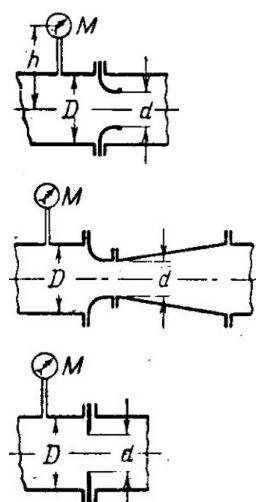
- А) На каком расстоянии x должна быть расположена ось поворота щита?
- Б) Определить силу P , воспринимаемую его опорами в момент опрокидывания.
- В) Определить момент силы P в момент опрокидывания.
- Г) Построить эпюру давления, воспринимаемого щитом.



3.

Мерное сопло, расходомер Вентури и диафрагма, установленные в трубе $D = 100$ мм, имеют одинаковый диаметр в свету $d = 60$ мм. Коэффициент сопротивления участка до сжатого сечения во всех приборах одинаков и равен $\zeta_l = 0,06$, коэффициент потерь в диффузоре расходомера Вентури $\varphi_d = 0,2$. Коэффициент сжатия струи в диафрагме $\varepsilon = 0,66$.

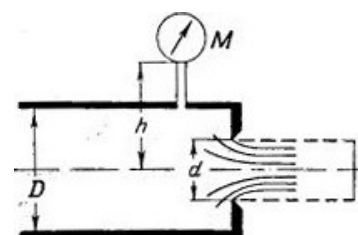
- А) Сравнить потери напора во всех трех приборах при одинаковом расходе воды $Q = 16$ л/сек.
- Б) Построить линии полного напора и пьезометрические линии при одинаковых показаниях манометров на входе в каждый прибор $M = 1$ ати и высоте $h = 0,5$ м.
- В) Определить наибольший расход, который при указанном M можно пропускать через каждый прибор, чтобы вакуум в сжатом сечении не превосходил 7 м вод. ст.



4.

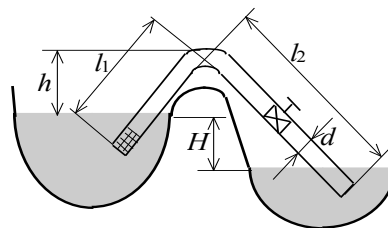
Воды истекает через отверстие с острой кромкой диаметром $d = 120$ мм, выполненное в торце трубы диаметром $D = 200$ мм. Показание манометра перед отверстием $M = 1$ ати, высота расположения манометра над осью трубы $h = 1,5$ м.

- А) Определить расход воды через отверстие.
- Б) Как изменится расход, если к отверстию присоединить цилиндрический насадок (пунктир)?
- В) Для насадка найти показание манометра, при котором произойдет срыв режима работы, принимая, что срыву соответствует абсолютное давление в сжатом сечении струи, равное нулю (атмосферное давление 0,1 МПа).



5.

Вода из водоема при помощи сифонного трубопровода диаметром $d=350$ мм длиной $l_1=25$ м и $l_2=145$ м сбрасывается в отводящий канал с расходом $Q=0,24$ м³/с. Высота расположения наивысшей точки сечения сифона над уровнем в водоеме $h=3,4$ м. На входе в трубопровод установлена сетка с коэффициентом местного сопротивления $K_{МС}=0,3$, сифон имеет колено с $K_{МС}=0,9$ и задвижку с $K_{МС}=3$. Коэффициент трения трубы $0,01$.



1. Определить потери гидравлического напора в трубопроводе.
2. Определить какой должна быть разность уровней в водоеме и канале H , чтобы обеспечить заданный расход.
3. Вычислить избыточное давление в наивысшей точке сифона.

Контрольная работа №2.

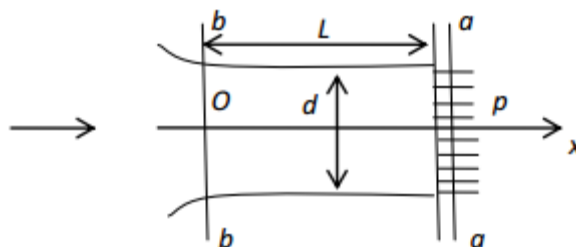
1.

Газ через цилиндрическую трубу истекает в пространство с давлением p_n . Движение газа в трубе адиабатическое с трением. Заданы: длина L и диаметр трубы d ; материал, из которого изготовлена труба (для определения величины шероховатости); температура торможения газа T_0 .

Требуется определить давление торможения $p_{0в}$ на входе в трубу для подачи заданного массового расхода газа G и изменения параметров газового потока по длине трубы (скорости V , температуры T , давления p , плотности ρ).

Для новой стальной трубы величину абсолютной шероховатости принять $\Delta = 0,04$ мм, для медной трубы $\Delta = 0,01$ мм.

Схема движения газа в трубе:



$a-a$ - сечение на выходе из трубы в пространство с давлением p_n , $b-b$ - сечение на входе в трубу.

2.

Газопровод диаметром $D = 250$ мм имеет длину $L = 10$ км, гидравлический коэффициент трения $\lambda_{тр} = 0,025$. Давление на входе $p_1 = 5$ МПа, на выходе $p_2 = 4,5$ МПа. Перекачивается природный газ, $R = 520$ Дж/(кг · К). Найти массовый расход газа, считая течение изотермическим при $T = 280$ К. Найти также скорости газа и числа Маха на входе и выходе.

3.

Рассчитать пограничный слой на пластине приближенно. Аппроксимировать распределение скорости в пограничном слое выражением $u = A \sin(By+C)$.

4.

Струя воздуха истекает в атмосферу вертикально вверх из отверстия размерами 2000×100 ммхмм. На уровне 1 м от конца начального участка струи и на расстоянии $y=0,3$ м от оси струи

витает частичка возгонов свинца сферической формы диаметром $d_0=0.01$ мм. Плотность свинца 14500 кг/м^3 . Коэффициент профильного сопротивления сферы $c_x=0,5$. Температура воздуха 27°C . Показание барометра $0,1$ МПа.

- А) На какой высоте x от среза сопла заканчивается начальный участок струи?
 - Б) Определить расход воздуха на истечении, обеспечивающий неподвижное положение частицы.
 - В) Какова сила профильного сопротивления, действующая на частицу?
 - Г) Какова скорость витания частицы?
 - Д) Как изменится скорость витания, если давление воздуха увеличить в 2 раза?
- Построить масштабную схему струи, указать положение частицы.

5.

В вертикальную трубу с внутренним радиусом R , заполненную вязкой жидкостью, вставлен невесомый цилиндр длиной L , радиусом меньшим R на величину h . При этом выполняются следующие неравенства: $L \gg R$ и $h \ll R$. Найти стационарную скорость всплывания цилиндра в трубе u .

8.3.10. Домашние работы

Домашняя работа №1

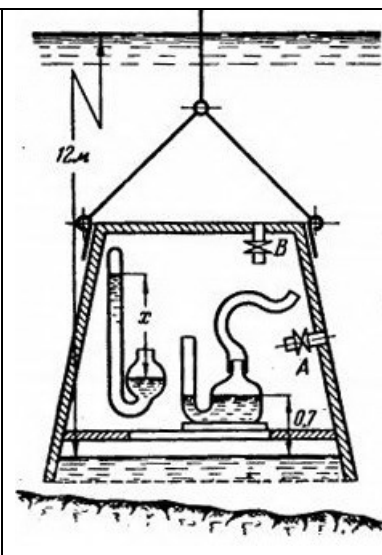
1. Жидкостные приборы для измерения давления

Пример кейса:

Толстостенный водолазный колокол погружен под уровень так, что поверхность воды в колоколе на 12 м ниже поверхности моря. Показания барометра на поверхности моря 750 мм рт. ст. В колоколе размещены ртутный барометр и манометр с условно постоянным нулем. Уровень ртути манометра на $0,7$ м выше уровня воды в колоколе. В оболочке колокола имеется два крана А и Б, расположенные на разных уровнях.

- А) Каково показание x ртутного барометра?
- Б) Какая разность уровней ртути установится в манометре, если его подсоединить к крану А?
- В) Какая разность уровней ртути установится в манометре, если его подсоединить к крану Б?

Считать, что при измерениях воздух в соединительной трубке, ведущей к чаше манометра, отсутствует.

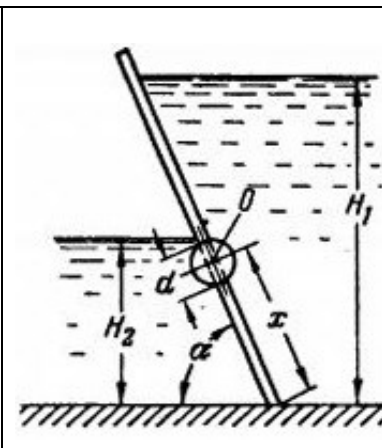


2. Сила давления на плоские поверхности

Пример кейса:

Щитовой затвор должен автоматически опрокидываться для пропуска воды при уровне последней $H_1 \geq 6$ м. Щит поворачивается на цапфах О диаметром $d=0,4$ м, имеющих коэффициент трения $f=0,2$. Ширина щита $B=8$ м, его угол наклона $\alpha=60^\circ$. Под щитом имеется постоянный уровень воды $H_2=3$ м.

- А) На каком расстоянии x должна быть расположена ось поворота щита?
- Б) Определить силу P , воспринимаемую его опорами в момент опрокидывания.
- В) Определить момент силы P в момент опрокидывания.
- Г) Построить эпюру давления, воспринимаемого щитом.



3. Расходомеры

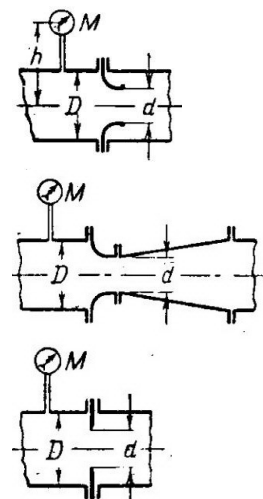
Пример кейса:

Мерное сопло, расходомер Вентури и диафрагма, установленные в трубе $D = 100$ мм, имеют одинаковый диаметр в свету $d = 60$ мм. Коэффициент сопротивления участка до сжатого сечения во всех приборах одинаков и равен $\zeta_l = 0,06$, коэффициент потерь в диффузоре расходомера Вентури $\varphi_d = 0,2$. Коэффициент сжатия струи в диафрагме $\varepsilon = 0,66$.

А) Сравнить потери напора во всех трех приборах при одинаковом расходе воды $Q = 16$ л/сек.

Б) Построить линии полного напора и пьезометрические линии при одинаковых показаниях манометров на входе в каждый прибор $M = 1$ ати и высоте $h = 0,5$ м.

В) Определить наибольший расход, который при указанном M можно пропускать через каждый прибор, чтобы вакуум в сжатом сечении не превосходил 7 м вод. ст.



4. Истечение из отверстий и насадков

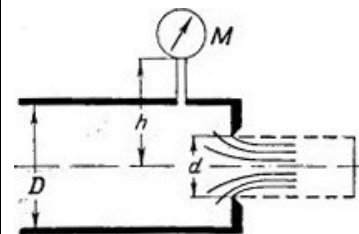
Пример кейса:

Воды истекает через отверстие с острой кромкой диаметром $d = 120$ мм, выполненное в торце трубы диаметром $D = 200$ мм. Показание манометра перед отверстием $M = 1$ ати, высота расположения манометра над осью трубы $h = 1,5$ м.

А) Определить расход воды через отверстие.

Б) Как изменится расход, если к отверстию присоединить цилиндрический насадок (пунктир)?

В) Для насадка найти показание манометра, при котором произойдет срыв режима работы, принимая, что срыву соответствует абсолютное давление в сжатом сечении струи, равное нулю (атмосферное давление 0,1 МПа).



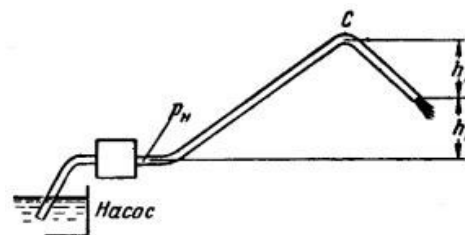
5. Расчет простого трубопровода

Пример кейса:

По напорному стальному трубопроводу диаметром $d = 0,3$ м и общей длиной $L = 50$ км вода подается насосом на высоту $h_1 = 150$ м в количестве $Q = 6\,000$ м³ за сутки. Шероховатость стенок трубопровода $\Delta = 0,2$ мм, кинематический коэффициент вязкости воды $\nu = 1,3 \cdot 10^2$ Ст.

1) Определить потерю напора h_n в трубопроводе и давление нагнетания p_n насоса, учитывая только сопротивление трения.

2) Найти величину вакуума в сечении С, расположенном выше выходного сечения трубопровода на $h_2 = 35$ м, длина участка трубопровода между этими сечениями $l = 10$ км.



Домашняя работа №2

1. Расчет сложного трубопровода

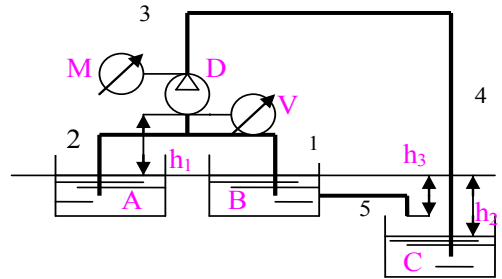
Пример кейса:

Вода по системе труб поступает из баков А и В (при помощи насоса D) и из бака В самотеком по трубе 5 в бак С. Геометрические характеристики трубопровода: приведенные длины труб $l_1=l_2=20$ м, $l_3=15$ м, $l_4=60$ м, $l_5=30$ м, их диаметры $d_1=d_2=d_4=d_5=60$ мм, $d_3=80$ мм. Высоты расположения баков и насоса $h_1=1.5$ м, $h_2=10$ м, $h_3=8$ м. Показания вакуумметра на входе в насос $P_v=60$ кПа. Считать, что манометр М и вакуумметр V расположены на одной высоте h_1 . Принять для воды: плотность – 1000 кг/м³, коэффициент кинематической вязкости – 10^{-6} м²/с, абсолютная шероховатость труб – 0.5 мм.

А) Определить общий расход воды, поступающий в бак С.

Б) Какова величина показаний манометра М?

Задачу решить аналитическим и графическим методом



2. Расчет струйных течений

Пример кейса:

Струя воздуха истекает в атмосферу вертикально вверх из отверстия размерами 2000×100 ммхмм. На уровне 1 м от конца начального участка струи и на расстоянии $y=0,3$ м от оси струи витает частичка возгонов свинца сферической формы диаметром $d_0=0.01$ мм. Плотность свинца 14500 кг/м³. Коэффициент профильного сопротивления сферы $s_x=0,5$. Температура воздуха 27°C . Показание барометра $0,1$ МПа.

А) На какой высоте x от среза сопла заканчивается начальный участок струи?

Б) Определить расход воздуха на истечении, обеспечивающий неподвижное положение частицы.

В) Какова сила профильного сопротивления, действующая на частицу?

Г) Какова скорость витания частицы?

Д) Как изменится скорость витания, если давление воздуха увеличить в 2 раза?

Построить масштабную схему струи, указать положение частицы.