

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Механика жидкостей и газов

Код модуля
1156179

Модуль
Основы термодинамики, гидравлики и
теплотехники

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Давыдов Вадим Борисович	канд. физ.-мат. наук,	доцент	Гидравлики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Давыдов Вадим Борисович, доцент, Гидравлики

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Механика жидкостей и газов**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Механика жидкостей и газов**

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
ПК-2 -Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в сфере ядерной энергетики и технологий (Проектирование и эксплуатация атомных станций)	3-8 - Сформулировать законы сохранения энергии и массы в дифференциальной и интегральной формах для различных моделей жидкости, основные закономерности движения вязких несжимаемых жидкостей, сжимаемых жидкостей, развития изотермических и неизотермических турбулентных струй П-6 - Осуществлять обоснованный выбор методов теоретического и экспериментального исследования процессов, протекающих в оборудовании	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>объектов использования атомной энергии</p> <p>У-10 - Выбирать методы теоретического и экспериментального исследования с учетом специфики поставленной задачи</p> <p>У-7 - Оценивать основные параметры изотермических и неизотермических ламинарных и турбулентных потоков</p> <p>У-8 - Выбирать справочные данные для решения задач, в том числе в цифровой среде</p>	
<p>ПК-3 -Способен в составе рабочей группы проводить испытания основного и вспомогательного оборудования атомных станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации, проводить физические эксперименты на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом (Проектирование и эксплуатация атомных станций)</p>	<p>У-5 - Выбирать оптимальные методы измерения давления, скорости, расхода, температуры и другие параметров в потоках жидкости</p>	<p>Зачет</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</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 – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Активность на лекциях</i>	6,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа 2</i>	6,6	40
<i>Контрольная работа 2</i>	6,8	40
<i>Активность на практических занятиях</i>	6,9	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.20		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	6,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

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

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Активность на лекциях</i>	5,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
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>Домашняя работа 1</i>	5,15	40
<i>Контрольная работа 1</i>	5,13	40
<i>Активность на практических занятиях</i>	5,17	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр,	Максимальная оценка в баллах

	учебная неделя	
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

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

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

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
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

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
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. Введение. Свойства жидкости
2. Гидростатика
3. Кинематика жидкости
4. Динамика идеальной жидкости

5. Плоские потенциальные течения идеальной жидкости
6. Одномерное течение вязкой жидкости
7. Гидравлические потери
8. Взаимодействие вязкого потока с твердыми телами
9. Одномерное движение несжимаемой жидкости
10. Установившееся движение несжимаемой жидкости в трубах
11. Расчет трубопроводов
12. Истечение жидкости из отверстий и насадков, струйные течения
13. Гидродинамические подобие и моделирование

Примерные задания

1. Резервуар объемом V наполнен водой. При увеличении давления на свободной поверхности на величину Δp объем воды уменьшился. Определить объем при увеличении давления.

2. Определить наименьший объем расширительного резервуара системы водяного отопления, чтобы он полностью опорожнялся. Допустимое колебание температуры воды во время перерывов в отоплении $\Delta t = 25^\circ\text{C}$. Объем воды V м³, коэффициент температурного расширения $\beta_t = 0,0006$ 1/град.

3. Давление воды в закрытом сосуде p . При повышении температуры давление повысилось на Δp . Изменением плотности и деформацией стенок пренебречь. Определить изменение температуры Δt , если коэффициент температурного расширения $\beta_t = 0,2 \cdot 10^{-3}$ 1/ $^\circ\text{C}$.

4. При испытании резервуара давление на начало испытаний было p_1 . Через некоторое время давление уменьшилось на величину Δp . Определить объем воздуха, вышедшего из резервуара через неплотности, если объем резервуара V_1 . Температура воздуха не изменилась за время испытаний, $t = 20^\circ\text{C}$, а коэффициент объемного сжатия $\beta_w = 0,49 \cdot 10^{-9}$ 1/Па.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=1619>

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Экспериментальная иллюстрация уравнения Бернулли
 2. Изучение режимов движения жидкости. Определение критического числа Рейнольдса. Изучение профиля скорости при турбулентном режиме
 3. Гидравлическое сопротивление по длине в напорном трубопроводе
 4. Местные гидравлические сопротивления
 5. Истечение жидкости через отверстия и насадки
 6. Тарировка сужающих расходомеров переменного перепада давления
 7. Тарировка пневмотрубок для измерения местной скорости движения воздуха
- LMS-платформа – не предусмотрена

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. 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

Примерные задания

Решить задачи

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.

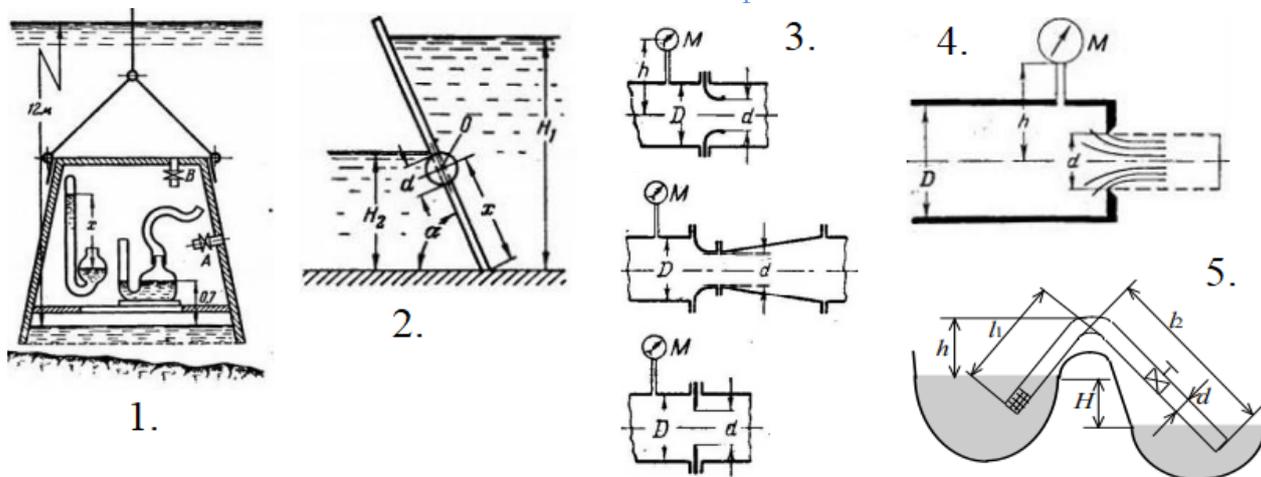
2. Щитовой затвор должен автоматически опрокидываться для пропуска воды при уровне последней $H_1 \geq 6$ м. Щит поворачивается на цапфах О диаметром $d = 0,4$ м, имеющих коэффициент трения $f = 0,2$. Ширина щита $B = 8$ м, его угол наклона $\alpha = 60^\circ$. Под щитом имеется постоянный уровень воды $H_2 = 3$ 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 0,06, коэффициент потерь в диффузоре расходомера Вентури = 0,2. Коэффициент сжатия струи в диафрагме = 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. Вода 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 КМС=0,9 и задвижку с КМС=3. Коэффициент трения трубы 0,01. Определить потери гидравлического напора в трубопроводе. Определить какой должна быть разность уровней в водоеме и канале Н, чтобы обеспечить заданный расход. Вычислить избыточное давление в наивысшей точке сифона.



LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=1619>

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

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

Примерные задания

Решить задачи.

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_0 в 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 0,04 мм, для медной трубы 0,01 мм. Схема движения газа в трубе - см. рис. а-а - сечение на выходе из трубы в пространство с давлением p_n , б-б - сечение на входе в трубу.

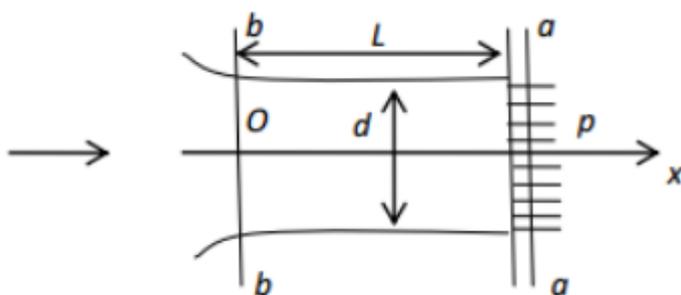
2. Газопровод диаметром $D = 250$ мм имеет длину $L = 10$ км, гидравлический коэффициент трения 0,025. Давление на входе $p_1 = 5$ МПа, на выходе $p_2 = 4,5$ МПа. Перекачивается природный газ, $R = 520$ Дж/(кгК). Найти массовый расход газа, считая течение изотермическим при $T = 280$ К. Найти также скорости 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/м³. 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 всплытия цилиндра в трубе u .



LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=1619>

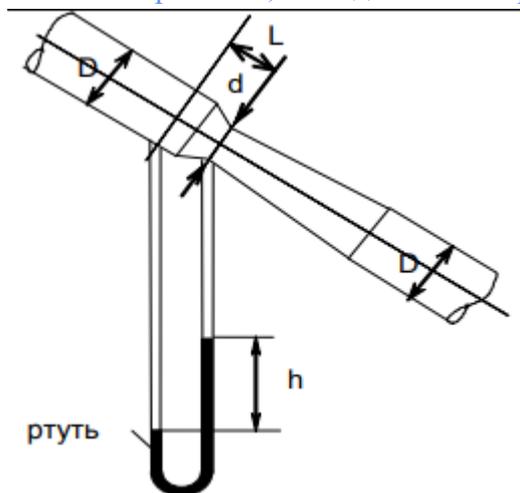
5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

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

Примерные задания

Ртутный дифференциальный манометр, присоединенный к водомеру, показывает перепад ртути $h=135$ мм. Угол наклона водовода 30 градусов, 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.



LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=1619>

5.2.4. Домашняя работа № 2

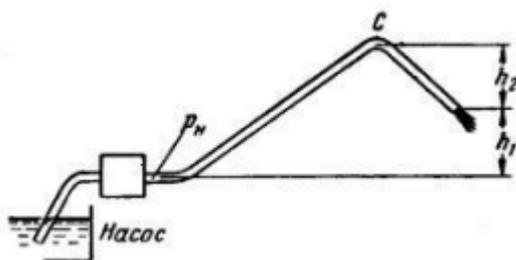
Примерный перечень тем

1. Расчет простого трубопровода
2. Истечение из отверстий и насадков
3. Расходомеры

Примерные задания

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 0,2 мм, кинематический коэффициент вязкости воды $1,3 \cdot 10^2$ Ст.

- 1) Определить потерю напора h_p в трубопроводе и давление нагнетания p_H 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.



LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=1619>

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

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 барогрального 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.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=1619>

5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

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.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=1619>

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
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2	У-7 У-8	Домашняя работа № 2 Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия