

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ОД.9 Механика жидкости и газа

(шифр дисциплины и название в строгом соответствии
с федеральным государственным образовательным стандартом и учебным планом)

**образовательной программы
по направлению подготовки бакалавриата**

**14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика
Профиль Теплофизика
Академический бакалавриат**

(код и наименование направления подготовки
с указанием профиля (наименования магистерской программы))

очная форма обучения

форма обучения

Составитель:

Бирюков В.В., ст. преподаватель
кафедры физики, биологии и
инженерных технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,
биологии и инженерных технологий
(протокол № 1 от «24» января 2017 г.)

Зав. кафедрой



подпись

Николаев В.Г.

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ). Б1.В.ОД.9 Механика жидкости и газа

2. АННОТАЦИЯ К ДИСЦИПЛИНЕ

Цель преподавания дисциплины – ознакомление студентов с основными понятиями механики жидкости и газа.

Знать:

- основные понятия механики жидкости и газа
- общие виды систем уравнений механики сплошной среды и схему вывода указанной системы, наиболее простую и часто используемый вариант этой системы уравнений, применение указанных вариантов системы уравнений движения в простейших случаях.

Уметь:

- проводить гидравлический расчет трубопроводов различной конструкции;
- выводить систему уравнений механики сплошной среды;
- применять на практике наиболее простые и часто используемые варианты этой системы уравнений;
- правильно применять при расчетах основные законы гидростатики;
- проводить расчеты, предупреждающие возникновение опасных для гидросистем гидравлических ударов.

Владеть:

- теоретическими основами механики жидкости и газа

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- готовность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов (ПК-2)

4. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Курс “Механика жидкости и газа” является обязательной дисциплиной вариативной части блока Б1, которую изучают студенты технических направлений. Дисциплина “Механика жидкости и газа” тесно связана с такими дисциплинами как “Физика”, “Математика”, “Тепломассообмен”.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 часа.

(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивных формах	Кол-во часов на СРС	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ				
2	4	4	144	34	16	-	50	-	94 <small>(из них 36ч для подготовки к экзамену)</small>	экзамен

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1	Основные физические свойства жидкости и газа	2	4	-	6	-	4
2	Гидростатика	4	-	-	4	-	6
3	Гидродинамика	4	-	-	4	-	8
4	Уравнение Бернулли.	4	2	-	6	-	6
5	Гидравлические сопротивления	4	2	-	6	-	8
6	Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки	4	-	-	4	-	6
7	Расчет трубопроводов	4	4	-	8	-	6
8	Гидравлический удар в трубах.	4	4	-	8	-	6
9	Гидравлические машины и основы гидропривода	4	-	-	4	-	8
Итого:		34	16	-	50	-	58
Экзамен							36

Содержание разделов дисциплины

Основные физические свойства жидкости и газа. Определение жидкости. Плотность. Удельный вес. Удельный объем. Сжимаемость. Температурное расширение. Давление насыщенных паров. Поверхностное натяжение (капиллярность). Вязкость. Идеальная жидкость. Ньютоновские жидкости.

Гидростатика. Силы действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения движения жидкости (уравнения Л.Эйлера). Поверхность равного давления жидкости и ее свойства. Относительный и абсолютный покой жидкости. Свободная поверхность жидкости. Основной закон гидростатики (основные виды записи). Закон Паскаля. Пьезометрическая высота. Вакуумметрическая высота. Приборы для измерения давления. Классификация приборов: - жидкостные: ртутный барометр, пьезометр, U-образный манометр, U-образный вакуумметр, дифференциальный манометр, микроманометр (краткое описание, преимущества и недостатки; - механический манометр, мембранный манометр; - электрические приборы. Сила давления жидкости на поверхности. Сила давления на плоскую стенку. Центр давления. Эпюры гидростатического давления гидростатический парадокс. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность. Горизонтальная и вертикальная составляющая силы давления (силы избыточного давления). Объем тела давления. Определение объема тела давления: положительный и отрицательный объем тела давления. Основы теории плавания тел в жидкости. Закон Архимеда. Плавание тел. Остойчивость тел. Плаучесть.

Гидродинамика. Основные понятия и определения гидродинамики. Виды движения жидкости и газа. Линия тока жидкости. Элементарная струйка и поток жидкости. Гидравлические элементы потока. Равномерное и неравномерное движение. Напорный и безнапорный поток. Понятие о подобии гидравлических явлений (гидродинамическое подобие). Критерии подобия. Уравнения движения потока жидкости и газа. Уравнение неразрывности (неразрывность или постоянства расхода) потока. Уравнение равномерного движения жидкости. Приборы для измерения расхода и скорости: трубка Пито, Прандтля, водомер Вентури, гидрометрическая вертушка, ротаметр, турбинный расходомер, индукционный расходомер.

Уравнение Бернулли. Для струйки идеальной жидкости; - для струйки реальной жидкости; для потока жидкости. Геометрическое и энергетическое истолкование уравнения Бернулли. Практическое приложение уравнения Бернулли.

Гидравлические сопротивления. Виды сопротивлений (потерь напора). Режимы движения жидкости и газа. Распределение скоростей и потери напора при ламинарном движении жидкости в трубах. Распределение скоростей и потери напора при турбулентном движении жидкости в трубах. Потери напора по длине (формула Вейсбаха-Дарси), местные потери напора (формула Вейсбаха). Общие потери напора.

Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки. Разновидности истечения: - истечение из малого отверстия в тонкой стенке при постоянном и переменном напоре; - истечение из затопленного отверстия; - внешний цилиндрический насадок; - внутренний цилиндрический насадок.

Расчет трубопроводов. Виды задач расчета трубопроводов. Классификация трубопроводов. Расчет коротких трубопроводов. Расчет сифонов. Расчет длинных трубопроводов. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Теоретические основы расчет безнапорных трубопроводов. Формула Шези. Характеристики двухфазных потоков. Системы жидкость-газ.

Гидравлический удар в трубах. Стадии гидравлического удара, ударная волна, ударное и инерционное давление. Формула Жуковского. Способы гашения гидравлического удара и примеры использования.

Гидравлические машины и основы гидропривода. Общие сведения: гидравлическая машина, гидропривод (магистральный и аккумуляторный), гидropередача. Объемные гидравлические машины, динамические гидравлические машины. Виды. Основные положения и определения. Действительная подача, высота всасывания, полный напор насоса, мощность насоса, КПД, допустимая высота всасывания. Способы регулирования подачи насоса. Элементы гидропривода. Работа насоса на сеть и соединения для них. Распределительные и регулирующие устройства. Совместная работа насоса и сети. Характеристика сети. Характеристика насоса. Совместная работа насосов: последовательное и параллельное соединение. Маркировка насосов. Подбор насоса по каталогу.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Степанов И.Р. Парогазовые установки. Основы теории, применение и перспективы: монография. – Апатиты: КНЦ РАН, 2000. – 169 с.
2. Метревели В.Н. Сборник задач по курсу гидравлики с решениями: учебное пособие / В.Н. Метревели. – М.: Высшая школа, 2008. – 192 с.
3. Кудинов В.А. Гидравлика / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. - М.: Высшая школа, 2008. – 199с

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).

Общие сведения

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика профиль Теплофизика
3.	Дисциплина (модуль)	Б1.В.ОД.9 Механика жидкости и газа

Перечень компетенций

– готовность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов (ПК-2)

Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Основные физические свойства жидкости и газа	ПК-2	- основные понятия механики жидкости и газа - общие виды систем уравнений механики сплошной среды и схему вывода указанной системы, наиболее простую и часто используемый вариант этой системы уравнений, применение указанных вариантов системы уравнений движения в простейших случаях.	- проводить гидравлический расчет трубопроводов различной конструкции; - выводить систему уравнений механики сплошной среды; - применять на практике наиболее простые и часто используемые варианты этой системы уравнений; - правильно применять при расчетах	- теоретическим и основами механики жидкости и газа	
Гидростатика	ПК-2				Решение задач,
Гидродинамика	ПК-2				Решение задач, реферат, тест
Уравнение Бернулли.	ПК-2				Решение задач, тест
Гидравлические сопротивления	ПК-2				Решение задач, реферат, тест
Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки	ПК-2				Решение задач, тест
Расчет трубопроводов	ПК-2				Решение задач, реферат, тест

Гидравлический удар в трубах.	ПК-2		основные законы гидростатики; - проводить расчеты, предупреждающие возникновение опасных для гидросистем гидравлических ударов.	Решение задач, тест
Гидравлические машины и основы гидропривода	ПК-2			Решение задач, реферат

Критерии и шкалы оценивания Тест

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов за решенный тест	1	2	4

Решение задач

2 балла выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

1 балла выставляется, если студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0,5 балла выставляется, если студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

Критерии оценки реферата

Баллы	Характеристики ответа студента
5	<ul style="list-style-type: none"> - студент глубоко и всесторонне усвоил проблему; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет понятиями
3	<ul style="list-style-type: none"> - студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой основных понятий
1	<ul style="list-style-type: none"> - тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности;

	<ul style="list-style-type: none"> - испытывает затруднения в практическом применении знаний; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой понятий
0	<ul style="list-style-type: none"> - студент не усвоил значительной части проблемы; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений; - не владеет понятийным аппаратом

Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерная тематика рефератов:

1. История развития гидравлики.
2. Жидкость и силы действующие на нее.
3. Механические характеристики и основные свойства жидкостей.
4. Гидростатическое давление.
5. Основное уравнение гидростатики.
6. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку.
7. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность.
8. Закон Архимеда и его приложение.
9. Поверхности равного давления.
10. Основные понятия о движении жидкости.
11. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
12. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
13. Измерение скорости потока и расхода жидкости.
14. Режимы движения жидкости.
15. Кавитация.
16. Потери напора при ламинарном течении жидкости.
17. Потери напора при турбулентном течении жидкости.
18. Местные гидравлические сопротивления.
19. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре.
20. Истечение при несовершенном сжатии.
21. Истечение под уровень.
22. Истечение через насадки при постоянном напоре.
23. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре (опорожнение сосудов).
24. Истечение из-под затвора в горизонтальном лотке.
25. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности.
26. Простой трубопровод постоянного сечения.
27. Соединения простых трубопроводов.
28. Сложные трубопроводы.
29. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей.
30. Гидравлический удар.
31. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации.
32. Кавитационные течения.
33. Течение с облитерацией.
34. Течение с теплообменом.
35. Течение при больших перепадах давления

Примерные задачи:

Определить плотности воды и нефти при $t = 4 \text{ }^\circ\text{C}$, если известно, что 10 л воды при $4 \text{ }^\circ\text{C}$ имеют массу $m_в = 10 \text{ кг}$, а масса того же объема нефти равна $m_н = 8,2 \text{ кг}$.

Решение.

Плотность воды при заданных условиях:

$$\rho_в = \frac{m_в}{V_в} = \frac{10}{10 \cdot 10^{-3}} = 1000 \text{ кг/м}^3,$$

а плотность нефти:

$$\rho_н = \frac{m_н}{V_н} = \frac{8,2}{10 \cdot 10^{-3}} = 820 \text{ кг/м}^3.$$

При гидравлических испытаниях водопровода длиной $L = 3 \text{ км}$ и внутренним диаметром $d = 500 \text{ мм}$ необходимо повысить давление в нем до 10 МПа. Водопровод заполнен водой при атмосферном давлении. Какой объем воды необходимо дополнительно закачать в водопровод? Коэффициент объемного сжатия воды принять равным $5 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$.

Решение.

Определяем объем водопровода:

$$V_в = \frac{\pi d^2}{4} L = \frac{\pi \cdot 0,5^2}{4} \cdot 3000 = 589,5 \text{ м}^3.$$

Дополнительный объем воды, необходимый для подачи в водопровод, определим из формулы коэффициента объемного сжатия:

$$\beta_v = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p}.$$

В этой формуле ΔV - изменение объема V , соответствующее изменению давления на величину Δp .

Объем воды, подвергаемый сжатию, $V = V_в + \Delta V$. Тогда, дополнительный объем воды, который необходимо подать в водопровод для повышения в нем давления до 10 МПа, составит:

$$\Delta V = \frac{V_в \beta_v \Delta p}{1 - \beta_v \Delta p} = \frac{589,5 \cdot 5 \cdot 10^{-10} \cdot 10 \cdot 10^6}{1 - 5 \cdot 10^{-10} \cdot 10 \cdot 10^6} = 2,96 \text{ м}^3.$$

Определить кинематический коэффициент вязкости жидкости, если сила трения $T = 12 \cdot 10^{-4}$ Н на поверхности $S = 0,06$ м² создает скорость деформации $\partial u / \partial y = 1$.

Решение.

Касательное напряжение на поверхности S

$$\tau = \frac{T}{S} = \frac{12 \cdot 10^{-4}}{0,06} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м}^2.$$

Поскольку для ньютоновской жидкости $\tau = \mu(\partial u / \partial y)$, а градиент скорости $\partial u / \partial y = 1$, то $\mu = 2 \cdot 10^{-5}$ Па·с.

Кинематический коэффициент вязкости $\nu = \mu / \rho = 2 \cdot 10^{-2} / 1000 = 2 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

Примерный тест:

- В каком из пунктов перечислены названия только физические явления?
А) Жидкость, плотность, сила Архимеда;
Б) сила Архимеда, плотность, вес тела;
В) закон Паскаля, плавание пробки, давление;
Г) падение книги, сила Архимеда, плотность.
Д) Верный ответ не приведен.
- Какое научное предположение (гипотеза) точнее позволяет объяснить явление диффузии?
А) Все тела состоят из частиц;
Б) все тела состоят из молекул;
В) частицы, из которых состоят тела, хаотически движутся;
Г) частицы, из которых состоят тела, взаимодействуют между собой.
Д) Верный ответ не приведен.
- Чем отличается вещество в трех агрегатных состояниях?
А) Частицами;
Б) расположением частиц;
В) движением частиц;
Г) расположением, движением и взаимодействием частиц;
Д) только взаимодействием частиц.
- В каком из ответов перечислены лишь средства описания физических явлений?
А) Сила Архимеда, закон Паскаля;
Б) закон Архимеда, плавание судов;
В) действие воды на погруженное тело, сила давления;
Г) сила тяжести, воздух;
Д) плотность жидкости, опыт Паскаля.
- Что такое давление? (Выберите наиболее полный и верный ответ.)
А) Действие одного тела на другое;
Б) сила;
В) физическая величина, зависящая от силы и площади соприкосновения;
Г) физическая величина, зависящая от силы.
- От чего зависит давление газа? (Выберите наиболее полный ответ.)
А) От температуры и числа молекул в единице объема;
Б) от объема газа;
В) от скорости движения частиц;
Г) от температуры и скорости движения частиц.
Д) Полный ответ не приведен.

7. От чего зависит давление жидкости на дно сосуда?

А) От массы жидкости;

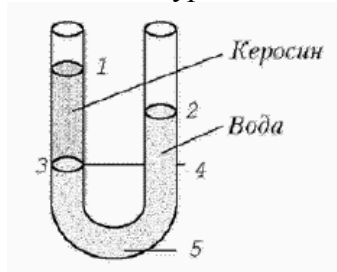
Б) от высоты столба и плотности жидкости;

В) от плотности жидкости и ее температуры;

Г) от формы сосуда и высоты столба жидкости.

Д) Верный ответ не приведен.

8. На каких уровнях давление жидкости в сообщающихся сосудах одинаково?



А) 1 и 2;

Б) 2 и 3;

В) 3 и 4;

Г) 4 и 5.

Д) Верный ответ не приведен.

9. Изменится ли равновесие весов, если тела равной массы, но разного объема опустить в воду?

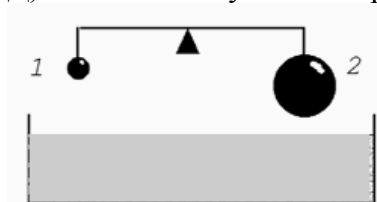
А) Нет;

Б) тело 1 перевесит тело 2;

В) тело 2 перевесит тело 1;

Г) зависит от рода жидкостей;

Д) зависит от глубины погружения тел.



11. Как экспериментально определить силу Архимеда, действующую на тело?

А) Измерить на весах;

Б) вычислить по формуле $\rho\gamma V$;

В) экспериментально определить нельзя;

Г) с помощью динамометра измерить вес тела в воздухе и жидкости, найти их разность.

Д) Верный ответ не приведен.

15. Какая из приведенных формул используется для вычисления давления жидкости на дно сосуда?

А) $p = \rho\gamma h$;

Б) $F = \rho\gamma V$;

В) $p = F/S$;

Г) $m = \rho V$.

Д) Верный ответ не приведен.

16. Гусеничный трактор весом 60 кН имеет опорную площадь одной гусеницы 1 м².

Каково давление трактора на грунт?

А) 4000 Па;

Б) 30 000 Па;

В) 60 000 Па;

Г) 40 кПа;

Д) 10 кПа.

17. Площадь меньшего поршня гидравлического пресса 10 см^2 , на него действует сила 200 Н. Площадь большего поршня 200 см^2 . Какая сила действует на этот поршень?
А) 10 Н;
Б) 40 кН;
В) 40 Н;
Г) 0,4 кН;
Д) **4 кН.**
18. Чему равна архимедова сила, если тело объемом $0,01 \text{ м}^3$ полностью находится в воде? Плотность воды 1000 кг/м^3 .
А) 20 Н;
Б) 1 Н;
В) **100 Н;**
Г) 1 кН;
Д) 10 Н.

Примерный перечень вопросов промежуточной аттестации:

1. Предмет МЖГ.
2. Основные методы МЖГ.
3. Области применения и главные задачи МЖГ.
4. Поле физической величины, скалярные и векторные поля.
5. Векторные линии и трубки.
6. Плотность жидкости.
7. Удельный вес. Относительный удельный вес.
8. Сжимаемость жидкости.
9. Температурное расширение жидкости.
10. Растворение газов. Кипение.
11. Анализ свойств вязкости.
12. Неньютоновские жидкости. Определение вязкости.
13. Эксплуатационные свойства жидкостей.
14. Изменение характеристик рабочих жидкостей.
15. Последствия загрязнения рабочих жидкостей.
16. Определение класса чистоты рабочих жидкостей.
17. Силы, действующие в жидкости.
18. Основное уравнение гидростатики.
19. Приборы для измерения давления.
20. Дифференциальные уравнения равновесия покоящейся жидкости.
21. Частные случаи интегрирования уравнений Эйлера.
22. Прямолинейное равноускоренное движение сосуда с жидкостью.
23. Покой при равномерном вращении сосуда с жидкостью.
24. Сила давления жидкости на плоскую стенку.
25. Центр давления.
26. Сила давления жидкости на криволинейную стенку.
27. Круглая труба под действием гидростатического давления.
28. Основы теории плавания тел.
29. Виды движения жидкости.
30. Гидравлические характеристики потока жидкости.
31. Уравнение неразрывности для элементарной струйки жидкости.
32. Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости.
33. Дифференциальные уравнения Эйлера для движения идеальной жидкости.
34. Исследование уравнений Эйлера.
35. Уравнения Навье-Стокса.

36. Интеграл Бернулли.
37. Уравнение Бернулли для потока жидкости.
38. Режимы течения жидкостей. Физический смысл числа Рейнольдса.
39. Возникновение ламинарного и турбулентного режимов движения.
40. Сопротивление потоку жидкости.
41. Гидравлические потери по длине.
42. Вязкое трение при турбулентном движении.
43. Турбулентное течение в трубах.
44. Местные гидравлические сопротивления.
45. Теорема Борда-Карно.
46. Виды местных сопротивлений.
47. Сжатие струи.
48. Истечение жидкости через малое отверстие.
49. Гидравлический расчет трубопроводов.
50. Последовательное соединение трубопроводов.
51. Параллельное соединение трубопроводов.
52. Разветвленные трубопроводы.
53. Основные физические свойства капельных жидкостей.
54. Понятие гидростатического давления и его свойства.
55. Потери напора по длине. Формула Пуазейля
56. Потери напора в местных сопротивлениях
57. Основное уравнение гидростатики
58. Потери напора в местных сопротивлениях. Общие потери напора.
Гидростатический парадокс. Закон Паскаля. Уравнение сплошности потока жидкости;
59. Абсолютное (полное), избыточное (манометрическое) и вакуумметрическое давление .
60. Истечение жидкости через насадки.
61. Гидравлические машины. Принцип действия гидравлических машин.
62. Принцип работы мультипликатора.
63. Принцип работы прессы.
64. Эпюры гидростатического давления.
65. Приборы для измерения давления.
66. Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности.
67. Понятие малого и большого отверстий в тонкой стенке. Характер истечения из отверстий, сжатие и инверсия струи.
68. Понятие центра давления.
69. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости.
70. Способы определения координат центра давления на плоскую и криволинейную поверхность.
71. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса
72. Понятие линии тока, элементарной струйки и потока жидкости.
73. Гидравлический удар в трубах.
74. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
75. Понятие об абсолютной, относительной и гидравлически эквивалентной шероховатости. Исследования Никурадзе.
76. Основные гидромеханические параметры потока жидкости.
77. Изотермический, адиабатический, политропический процессы.
78. движения жидкости.
79. Уравнение Бернулли для газов
80. Энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли, понятие пьезометрического и гидравлического уклонов.

81. Уравнение количества движения (импульсов) потока жидкости.
82. Истечение газа из отверстий.
83. Методы расчета коротких трубопроводов
84. Скорость и расход при жидкости из малого отверстия при постоянном напоре
85. Истечение газа из отверстий.
86. Скорость и расход при жидкости из малого отверстия при постоянном напоре.
87. Закон Архимеда. Понятие об остойчивости .

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).

Основная литература:

1. Андрижиевский, А.А. Механика жидкости и газа : учебное пособие / А.А. Андрижиевский. - Минск : Вышэйшая школа, 2014. - 208 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-06-2509-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450395](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450395)

Дополнительная литература:

2. Трофимова Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова.- М.: Высш. школа, 2002-2007. – 560 с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики: в 5-ти кн.: учеб. пос. кн.3 Молекулярная физика и термодинамика./ И.В. Савельев - М.: Астрель; АСТ, 2007. – 208 с.

Электронно-образовательные ресурсы (ЭОР):

1. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>
2. Электронно-библиотечная система Юрайт <https://biblio-online.ru/>

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).

1. Российская государственная библиотека - www.rsl.ru, www.leninka.ru

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

Планы практических занятий

1. СВОЙСТВА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

План:

- 1.1. Свойства жидкости
- 1.2. Плотность и удельный вес
- 1.3. Сжимаемость и температурное расширение
- 1.4. Вязкость
- 1.5. Поверхностное натяжение
- 1.6. Смачивание, капиллярный эффект

Литература: [1, стр. 15-37].

Вопросы для самоконтроля

1. Какие сходства и различия в свойствах жидкости и твердого тела?
2. В чем различие понятий «плотность» и «удельный вес»?
3. Что такое сжимаемость капельной жидкости и газа?
4. Дайте определение понятий «поверхностное натяжение» и «краевой угол смачивания».

2. РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТИ И ГАЗА

План:

- 2.1. Условия равновесия
- 2.2. Основное дифференциальное уравнение равновесия
- 2.3. Сила статического давления жидкости на плоскую стенку
- 2.4. Сила статического давления жидкости на криволинейные стенки. Закон Архимеда
- 2.5. Относительное равновесие жидкости

Литература: [1, стр. 39-65].

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое гидростатическое давление?
2. Назовите свойства гидростатического давления.
3. Запишите дифференциальное уравнение равновесия Эйлера.
4. Что называется телом давления?
5. Что называется относительным покоем жидкости?
6. Каким выражением определяется расстояние между центром давления и центром тяжести смоченной поверхности?
7. Каким выражением определяется положение центра давления относительно пьезометрической плоскости?

3. КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

План:

- 3.1. Основные понятия кинематики жидкости и газа
- 3.2. Уравнение неразрывности
- 3.3. Уравнение движения

- 3.4. Гидромеханическое подобие потоков вязких жидкостей
- 3.5. Вихревые и потенциальные течения
- 3.6. Природа турбулентности
- 3.7. Уравнение Бернулли
- 3.8. Относительное движение жидкости и твердого тела

Литература: [1, стр. 67-110].

Вопросы для самоконтроля

1. Какую систему уравнений называют уравнениями Эйлера?
2. Какую систему уравнений называют уравнениями Лагранжа?
3. Что такое живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, средняя скорость потока?
4. Дайте определения понятиям «линия тока», «трубка тока».
5. Что такое коэффициента Кориолиса?
6. Что называют пограничным слоем?
7. Каков механизм отрыва пограничного слоя?

4. ГАЗОВАЯ ДИНАМИКА

План:

- 4.1. Звуковые колебания
- 4.2. Относительное движение газа и твердых тел со сверхзвуковыми скоростями
- 4.3. Ударная волна

Литература: [1, стр. 112-132].

Вопросы для самоконтроля

1. Какие колебания называются звуковыми?
2. Какой канал называют соплом Лаваля?
3. Что означает понятие «скачок уплотнения»? При каких режимах течения газа он возникает?
4. Что описывает число Маха?
5. Что называется коэффициентом скорости?

5. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА В ПРИЛОЖЕНИЯХ

- 5.1. Гидравлический расчет трубопроводных систем
- 5.2. Течение жидкостей и газов в пористых средах
- 5.3. Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов
- 5.4. Движение жидкости в открытых руслах и искусственных каналах

Литература: [1, стр. 134-163].

Вопросы для самоконтроля

1. Запишите уравнение Дарси – Вейсбаха для расчета потерь напора на трение.
2. Для чего используют уравнение Никурадзе?
3. Какие местные сопротивления существуют?
4. Запишите уравнение Дарси, предназначенное для описания динамики фильтрационных процессов.
5. Как выглядит уравнение Бернулли для безнапорных потоков?

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Программное обеспечение:

1. Операционная система MS Windows
2. Офисный пакет LibreOffice

В целях обучения студентов, усвоения и контроля полученных знаний используются собственные тестовые базы.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов и объектов, номер ауд.
1	<i>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> Мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), мультимедийное оборудование (проектор, экран)	184209, Мурманская область, город Апатиты, улица Энергетическая, дом 19, здание Учебного корпуса № 3, ауд. 319
2	<i>Помещение для самостоятельной работы студентов</i> Доска аудиторная, столы компьютерные, стулья «Контакт» Мультимедийный проектор Toshiba TLP-X2000 – 1 шт., экран проекционный матовый – 1 шт. 13 ПЭВМ Монитор Acer AL 1917 19" – 13 шт., клавиатура – 13 шт., мышь – 13 шт.	184209, Мурманская область, город Апатиты, улица Энергетическая, дом 19, здание Учебного корпуса № 5, ЛИТ 3

14. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ.

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

профиль – Теплофизика

Академический бакалавриат

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП	Б1.В.ОД.9						
Дисциплина	Механика жидкости и газа						
Курс	2	семестр	4				
Кафедра	физики, биологии и инженерных технологий						
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	Бирюков В. В., ст. преподаватель						
Общ. трудоемкость _{час/ЗЕТ}	144/4	Кол-во семестров	1	Интерактивные формы _{общ./тек. сем.}	-/-		
ЛК _{общ./тек. сем.}	34/34	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	16/16	ЛБ _{общ./тек. сем.}	-/-	Форма контроля	Экзамен

Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<i>Вводный блок</i>			
Не предусмотрен			
<i>Основной блок</i>			
Тест	6	24	На практических занятиях
Реферат	4	20	По согласованию с преподавателем
Решение задач	8	16	На практических занятиях
Всего:		60	
Экзамен	Вопрос 1	20	В сроки сессии
	Вопрос 2	20	В сроки сессии
Всего:		40	
Итого:		100	
<i>Дополнительный блок</i>			
Не предусмотрено			

Шкала оценивая в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.

15. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ.

Не предусмотрено.

16. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины Б1.В.ОД.9 «Механика жидкости и газа» может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.