

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Котова Лариса Анатольевна
 Должность: Директор филиала
 Дата подписания: 17.03.2025 01:51:47
 Уникальный программный ключ:
 10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
 Новотроицкий филиал**

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Механика жидкости и газа

Закреплена за подразделением Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль

Квалификация **Бакалавр**
 Форма обучения **заочная**
 Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
 в том числе:
 аудиторные занятия 14
 самостоятельная работа 162
 часов на контроль 4

Формы контроля на курсах:
 зачет с оценкой 2

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	2		Итого	
	уп	рп		
Вид занятий				
Лекции	6	6	6	6
Практические	8	8	8	8
Итого ауд.	14	14	14	14
Контактная работа	14	14	14	14
Сам. работа	162	162	162	162
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

Ст. препод., Гавриш П.В.

Рабочая программа

Механика жидкости и газа

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ от 05.03.2020 г. № № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, 13.03.01_21_Теплоэнергетика и теплотехника_ПрПТЭ_заоч_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.04.2021, протокол № 30

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.04.2021, протокол № 30

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Протокол от 12.03.2025 г., №3

Руководитель подразделения к.т.н., доцент Нефедев А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель: Освоить дисциплину для получения студентами необходимых основ знаний по гидравлике, на базе которых он в дальнейшем мог бы самостоятельно решать вопросы механизации и автоматизации станочного оборудования, уметь бы произвести необходимые расчёты гидравлических и пневматических приводов.
1.2	В результате изучения дисциплины студент должен знать свойства жидкостей, применяемых в гидроприводе, законы гидростатики и гидродинамики, принцип действия гидродвигателей и насосов, основы расчёта гидравлических сетей.
1.3	Задачи дисциплины:
1.4	-изучение общих законов движения и равновесия жидких и газообразных сред;
1.5	-изучение основных моделей жидких и газообразных сред;
1.6	-формирование умения решать практические задачи механики жидкости и газа основными математическими методами;
1.7	-формирование навыков формулировки реальных задач, связанных с равновесием или движением жидкости или газа в терминах дисциплины;
1.8	-рационального выбора модели жидкости или газа, описывающей основные черты исследуемого явления; выбора метода решения поставленной задачи.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Воздухоподготовка	
2.2.2	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.3	Тепломассообмен	
2.2.4	Технология подготовки воды и топлива на объектах теплоэнергетики	
2.2.5	Котельные установки и парогенераторы	
2.2.6	Тепломассообменное оборудование предприятий	
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Преддипломная практика	
2.2.9	Технологические энергоносители предприятий	
2.2.10	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способен эксплуатировать объекты профессиональной деятельности, в том числе тепловые котлы на твердом, жидком и газообразном топливе; трубопроводы и тепловые сети, а также тепломеханическое оборудование тепловых станций	
Знать:	
ПК-3-31 Основные свойства жидких и газообразных сред, законы гидростатики и гидро-газодинамики	
Уметь:	
ПК-3-У1 Применять на практике методы расчета гидравлических сопротивлений в трубопроводах, проводить газо и гидромеханические эксперименты в лабораторных условиях.	
Владеть:	
ПК-3-В1 Методиками расчета различных видов трубопроводов по сложности, способами контроля параметров потоков жидкостей и газа для последующих расчетов и выводов.	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение. Предмет механики жидкости и газа и краткая история её развития. Основы гидростатики							

1.1	Краткая история развития гидравлики. Жидкость и силы действующие на нее. /Лек/	2	0,5	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
1.2	Механические характеристики и основные свойства жидкостей. /Ср/	2	32					
1.3	Решение задач для жидкостей находящихся в покое в прямоугольном резервуаре. В покое на плоскую наклонную стенку /Ср/	2	28					
	Раздел 2. Основы гидродинамики							
2.1	Основные понятия о движении жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Измерение скорости потока и расхода жидкости. /Лек/	2	0,5	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
2.2	Решение задач на движение жидкостей при различных режимах. /Пр/	2	6				КМ1	Р1
2.3	Основные понятия и определения, виды движения жидкости. Уравнения Эйлера и его применение. Уравнения Бернулли и его применение. /Ср/	2	26					
2.4	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	4					
	Раздел 3. Гидравлическое сопротивление							
3.1	Режимы движения жидкости. Кавитация. Потери напора при ламинарном и турбулентном течении жидкости. Местные гидравлические сопротивления. /Лек/	2	1	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
3.2	Изучение приборов и методов определения давления /Ср/	2	2					
3.3	Режимы движения жидкости, расход жидкости, потери при разных движениях жидкости. Законы и определения параметров движения жидкости (давлений, скоростей). Гидравлические сопротивления и зависимости потерь от видов насадок и геометрии трубопроводов. /Ср/	2	21					
3.4	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	4					

	Раздел 4. Истечение жидкости из отверстий, насадков и из-под затворов							
4.1	Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение при несовершенном сжатии. Истечение под уровень. Истечение через насадки при постоянном напоре. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре. Истечение из-под затвора в горизонтальном лотке. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности. /Лек/	2	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
4.2	Расчеты при истечение жидкости через насадки при постоянном и переменном напоре; из-под затвора /Пр/	2	1					
4.3	Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение при несовершенном сжатии. Истечение под уровень. Истечение через насадки при постоянном напоре. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре. Истечение из-под затвора в горизонтальном лотке. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности. /Ср/	2	21					
4.4	Выполнение раздела домашнего задания. /Ср/	2	8					
	Раздел 5. Гидравлический расчет простых трубопроводов							
5.1	Простой трубопровод постоянного сечения. Соединения простых и сложных трубопроводов. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей. Гидравлический удар. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации. /Лек/	2	2	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3		КМ4	Р4
5.2	Расчет и проектирование простых трубопроводов /Пр/	2	1				КМ3	Р4
5.3	Расчет и проектирование простых трубопроводов /Ср/	2	5				КМ4	Р4

5.4	Подготовка к контрольной работе №3. Выполнение раздела домашнего задания /Ср/	2	8				КМ3	Р3
5.5	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	3				КМ3,К М4	Р4

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Теоретические вопросы к контрольной работе №1	ПК-3-31;ПК-3-У1	1. Что такое линия тока и траектория частицы жидкости? Когда они совпадают? Что такое элементарная струйка, какими свойствами она обладает при установившемся движении жидкости? 2.Что называется потоком жидкости и живым сечением потока? Какими гидравлическими элементами характеризуется живое сечение потока? 3.Что называется расходом жидкости и газа и средней скоростью потока? 4.Чем отличается движение, установившееся от неустановившегося, равномерное от неравномерного, напорное от безнапорного? Приведите практические примеры. 5.Каково аналитическое выражение, геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости? 6.В чем отличие уравнения Бернулли для потока реальной жидкости от уравнения Бернулли для элементарной струйки? Что такое коэффициент кинетической энергии, от чего он зависит и что учитывает? 7.На чем основан принцип действия роторных насосов? 8.Что называется давлением в точке, какими двумя свойствами оно обладает? 9.Какой вид имеет основное уравнение гидростатики? Каков его энергетический и геометрический смысл? 10.Что называется полным (абсолютным) и избыточным давлением?
КМ2	Теоретические вопросы к контрольной работе №2	ПК-3-31;ПК-3-У1	1.Какие Вы знаете единицы измерения давления? 2.Какие приборы называют манометрами и вакуумметрами, что они измеряют? Каким прибором измеряют разность давлений и двух различных точках? 3.Как формулируется закон Паскаля? Какое применение находит этот закон в технике? 4.Как определяется сила гидростатического давления жидкости на плоскую фигуру? Что такое центр давления и как находится глубина его погружения? 5.Что называется напором насоса? Какие существуют способы определения напора? Когда какой способ применяется? 6.Какие существуют зоны гидравлического сопротивления? От чего зависит коэффициент гидравлического трения в каждой из этих зон? 7.Приведите примеры местных гидравлических сопротивлений. 8.Какова формула для определения местных потерь напора при турбулентном режиме течения? 9.По какой формуле определяется коэффициент местного сопротивления при внезапном расширении потока?

КМЗ	Практические задания к зачету	ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	1. Плотность дизельного мазута $\rho = 878 \text{ кг/м}^3$. Определить его удельный вес. 2. Медный шар $d = 100 \text{ мм}$ весит в воздухе $45,7 \text{ Н}$, а при погружении жидкость $40,6 \text{ Н}$. Определить плотность жидкости. 3. Расход идеальной жидкости относительной плотности $\delta = 0,860$ в расширяющемся трубопроводе с диаметрами $d_1 = 480 \text{ мм}$ и $d_2 = 945 \text{ мм}$ равен $Q = 0,18 \text{ м}^3/\text{с}$ (рис. 5.1). Разница в позициях центра сечений равна 2 м. Показание манометра в сечении 1-1 равно $p_1 = 3 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$. Определить скорость жидкости в сечениях 1-1 и 2-2; давление p_2. 4. Трубопровод диаметром $d = 500 \text{ мм}$ и длиной $L = 1000 \text{ м}$ наполнен водой при давлении 400 кПа, и температуре воды $5 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить, пренебрегая деформациями и расширением стенок труб, давление в трубопроводе при нагревании воды в нем до $15 \text{ }^\circ\text{C}$, если коэффициент объемного сжатия $\beta_w = 5,18 \times 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$, а коэффициент температурного расширения $\beta_t = 150 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. 5. Вязкость нефти, определенная по вискозиметру Энглера, составляет $8,5 \text{ ОЕ}$. Определить динамическую вязкость нефти, если ее плотность $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$. 6. Определить коэффициент динамической и кинематической вязкости воды, если шарик $d = 2 \text{ мм}$ из эбонита с $\rho = 1,2 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ падает в воде с постоянной скоростью $u = 0,33 \text{ м/с}$. Плотность воды $\rho = 103 \text{ кг/м}^3$. 7. Определить число Рейнольдса и режим движения воды в водопроводной трубе диаметром $d = 300 \text{ мм}$ при расходе $Q = 0,136 \text{ м}^3/\text{с}$ и температуре воды $10 \text{ }^\circ\text{C}$. 8. При гидравлическом испытании системы объединенного внутреннего противопожарного водоснабжения допускается падение давления в течение 10 мин. на $\Delta p = 4,97 \times 10^4 \text{ Па}$. Определить допустимую утечку ΔW при испытании системы вместимостью $W = 80 \text{ м}^3$. Коэффициент объемного сжатия $\beta_w = 5 \times 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$. 9. Определить абсолютное и избыточное гидростатическое давление в точке А (рис.2.8), расположенной в воде на глубине $h_A = 2,5$, и пьезометрическую высоту для точки А, если абсолютное гидростатическое давление на поверхности $p_0 = 147,2 \text{ кПа}$. 10. Определить манометрическое давление в трубопроводе А, если высота столба ртути по пьезометру $h_2 = 25 \text{ см}$. Центр трубопровода расположен на $h_1 = 40 \text{ см}$ ниже линии раздела между водой и ртутью. 11. Определить все виды гидростатического давления в баке с нефтью на глубине $H = 3 \text{ м}$, если давление на свободной поверхности нефти 200 кПа. Плотность нефти $\rho = 0,9 \text{ т/м}^3$. 12. Сосуд с прямоугольным основанием $L \times b$ наполнен водой до высоты h и движется по горизонтальной поверхности с ускорением a. Определить избыточное давление воды на дно сосуда у передней и задней стенок в точках 1 и 2. 13. Цилиндрический сосуд радиусом R_1 наполнен жидкостью плотностью ρ до уровня a в открытой трубке малого диаметра, установленной на крышке сосуда на расстоянии R_2 от центра, и равномерно вращается относительно центральной вертикальной оси. Определить угловую скорость вращения сосуда, при которой избыточное давление под крышкой в центре сосуда будет равно 0. 14. Определить плотность жидкости $\rho_{ж}$, полученной смешиванием объема жидкости $V_1 = 0,018 \text{ м}^3$ (18 л) плотностью $\rho_1 = 850 \text{ кг/м}^3$ и объема жидкости $V_2 = 0,025 \text{ м}^3$ (25 л) плотностью $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$. 15. Канистра (сосуд), наполненная бензином и не содержащая воздуха, нагрелась на солнце до температуры $t_1 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить приращение давления внутри канистры при условии, что она абсолютно жесткая. Начальная температура бензина $t_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Модуль объемной упругости бензина $E_b = 1300 \text{ МПа}$, коэффициент температурного расширения $\beta_t = 8 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.
-----	-------------------------------	-------------------------	---

КМ4	Тестовые вопросы к зачету	1. Единицей измерения площади живого сечения является...? 2. 10 пуаз равно _____ Па с. 3. Механика жидкостей и газа называется часть ...раздела механики твердого тела, изучающая законы равновесия и движения жидкостей (газов)...? 4. В жидкостях и газах могут действовать две категории сил, которые называют силами...? 5. Если длина трубы 100 м, средняя скорость 1,5 м/с, диаметр трубы 0,4 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,03, то потери по длине для потока жидкости равны...? 6. Коэффициент гидравлического трения для потока жидкости при расходе жидкости равном 10 см³/с, диаметре трубы 2 см и коэффициентом вязкости 10–6 м²/с составляет...? 7. Если два закрытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 150 мм (модуль расхода K=160,62 л/с), длина трубы составляет 90 м, перепад уровней в баках равен 8 м, избыточное давление над уровнем жидкости в первом баке составляет 0,45 атм, во втором баке 0,4 атм, то скорость воды в трубопроводе равна ? 8. При параллельном соединении 4 участков расход определяется ... 9. Коэффициент местных потерь на выходе потока из трубы в бассейн большого размера равен...? 10. Трубопровод можно считать коротким...? 11. Укажите на рисунке между сечениями 1–1 и 3–3 плоскость сравнения....? 12. Для геометрически подобных систем обязательным является выполнение постоянного соотношения между? 13. В энергетической интерпретации уравнения Бернулли для установившегося движения невязкой жидкости при действии сил тяжести и сил давления кинетическая энергия, отнесенная к единице веса (удельная кинетическая энергия), обозначается как ...? 14. Критерий Эйлера имеет вид _____, где – плотность, p – давление, l – геометрический параметр, V – скорость, P – сила 15. Имеется цилиндрическая поверхность АВ с радиусом 1 м, шириной 1 м и глубиной воды 10 м. На поверхность жидкости действует избыточное давление, равное примерно 20 кПа. Тогда вертикальная составляющая силы весового гидростатического давления приблизительно равна _____ кН? 16. Пьезометрическая высота подъема воды в закрытом пьезометре, если точка его присоединения заглублена на 8 м под уровень воды, а избыточное давление над свободной поверхностью составляет 1,6 атм, равна _____ м? 17. Средняя скорость жидкости в трубе круглого сечения с радиусом, равным 1 м, при расходе 5 м³/с, равна _____ м/с? 18. Поверхности равного давления в покоящейся жидкости, находящейся под действием только силы тяжести...? 19. Высота подъема воды в закрытом пьезометре, если точка его присоединения заглублена на 5 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 0,6 атм, равна _____ м? 20. Расход воды в трубе круглого сечения с гидравлическим радиусом, равным 0,4 м, и средней скоростью 1 м/с, составляет _____ м³/с? 21. Поверхности равного давления в покоящейся жидкости, находящейся под действием только силы тяжести...? 22. Турбинное уравнение впервые получено ученым? 23. К массовым силам относят? 24. Если диаметр круглой трубы уменьшается в 2 раза, а коэффициент отнесен к скоростному напору после сужения, то коэффициент сопротивления при резком сужении потока равен? 25. Если коэффициент гидравлического трения составляет 0,08, а режим движения ламинарный, то число Рейнольдса для потока жидкости равно...? 26. При расчете длинных трубопроводов пренебрегают скоростным напором и диаметром труб потерями по длине и скоростным напором местными потерями и потерями по длине местными потерями и скоростным напором? 27. Если два открытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 150 мм (модуль расхода K=160,62 л/с), длина трубы составляет 100 м, перепад уровней в баках равен 6 м, то расход воды в трубопроводе равен _____ л/с? 28. Если длина трубы 200 м, средняя скорость 1,2 м/с, диаметр трубы 0,125 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,025, то потери по длине для потока жидкости равны? 29. Две гидравлические системы будут геометрически подобными если выполняется соотношение _____, где l – линейный размер, V – скорость, t – время, F –
-----	---------------------------	--

			сила? 30. Коэффициент кинематической вязкости измеряется в ...?
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практические задания к контрольной работе №1	ПК-3-31; ПК-3-У1	1. Плотность дизельного мазута $\rho = 878 \text{ кг/м}^3$. Определить его удельный вес. 2. Медный шар $d = 100 \text{ мм}$ весит в воздухе $45,7 \text{ Н}$, а при погружении жидкость $40,6 \text{ Н}$. Определить плотность жидкости. 3. Расход идеальной жидкости относительной плотности $\delta = 0,860$ в расширяющемся трубопроводе с диаметрами $d_1 = 480 \text{ мм}$ и $d_2 = 945 \text{ мм}$ равен $Q = 0,18 \text{ м}^3/\text{с}$ (рис. 5.1). Разница в позициях центра сечений равна 2 м . Показание манометра в сечении 1-1 равно $p_1 = 3 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$. Определить скорость жидкости в сечениях 1-1 и 2-2; давление p_2 . 4. Трубопровод диаметром $d = 500 \text{ мм}$ и длиной $L = 1000 \text{ м}$ наполнен водой при давлении 400 кПа , и температуре воды $5 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить, пренебрегая деформациями и расширением стенок труб, давление в трубопроводе при нагревании воды в нем до $15 \text{ }^\circ\text{C}$, если коэффициент объемного сжатия $\beta_w = 5,18 \times 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$, а коэффициент температурного расширения $\alpha_t = 150 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. 5. Вязкость нефти, определенная по вискозиметру Энглера, составляет $8,5 \text{ }^\circ\text{E}$. Определить динамическую вязкость нефти, если ее плотность $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$.
P2	Практические задания к контрольной работе №2	ПК-3-31; ПК-3-У1	1. Определить коэффициент динамической и кинематической вязкости воды, если шарик $d = 2 \text{ мм}$ из эбонита с $\rho = 1,2 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ падает в воде с постоянной скоростью $u = 0,33 \text{ м/с}$. Плотность воды $\rho = 103 \text{ кг/м}^3$. 2. Определить число Рейнольдса и режим движения воды в водопроводной трубе диаметром $d = 300 \text{ мм}$ при расходе $Q = 0,136 \text{ м}^3/\text{с}$ и температуре воды $10 \text{ }^\circ\text{C}$. 3. При гидравлическом испытании системы объединенного внутреннего противопожарного водоснабжения допускается падение давления в течение 10 мин. на $\Delta p = 4,97 \times 10^4 \text{ Па}$. Определить допустимую утечку ΔW при испытании системы вместимостью $W = 80 \text{ м}^3$. Коэффициент объемного сжатия $\beta_w = 5 \times 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$. 4. Определить абсолютное и избыточное гидростатическое давление в точке А (рис. 2.8), расположенной в воде на глубине $h_A = 2,5$, и пьезометрическую высоту для точки А, если абсолютное гидростатическое давление на поверхности $p_0 = 147,2 \text{ кПа}$. 5. Определить манометрическое давление в трубопроводе А, если высота столба ртути по пьезометру $h_2 = 25 \text{ см}$. Центр трубопровода расположен на $h_1 = 40 \text{ см}$ ниже линии раздела между водой и ртутью.
P3	Условия сдачи домашнего задания	ПК-3-31; ПК-3-У1; ПК-3-В1	Домашнее задание – это особый вид самостоятельной работы студентов, предполагающий детальную проработку одной из тем рабочей программы УД. Форма отчетности домашнего задания – печатная и электронная. Определение варианта задания, порядок выполнения заданий, а также контроль за выполнением данного вида работы осуществляет преподаватель, ведущий практические занятия. Сроки выполнения домашнего задания/контрольной работы соответствуют графику учебного процесса и утверждаются заведующим кафедрой. Оформленное домашнее задание/контрольная работа считается зачтенными, если проверено преподавателем, ведущим занятия, и имеет соответствующую запись о правильном его выполнении.

Р4	Теоретические вопросы для самоподготовки к зачету	ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	1. Что такое линия тока и траектория частицы жидкости? Когда они совпадают? Что такое элементарная струйка, какими свойствами она обладает при установившемся движении жидкости? 2. Что называется потоком жидкости и живым сечением потока? Какими гидравлическими элементами характеризуется живое сечение потока? 3. Что называется расходом жидкости и газа и средней скоростью потока? 4. Чем отличается движение установившееся от неустановившегося, равномерное от неравномерного, напорное от безнапорного? Приведите практические примеры. 5. Каково аналитическое выражение, геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости? 6. В чем отличие уравнения Бернулли для потока реальной жидкости от уравнения Бернулли для элементарной струйки? Что такое коэффициент кинетической энергии, от чего он зависит и что учитывает? 7. На чем основан принцип действия роторных насосов? 8. Что называется давлением в точке, какими двумя свойствами оно обладает? 9. Какой вид имеет основное уравнение гидростатики? Каков его энергетический и геометрический смысл? 10. Что называется полным (абсолютным) и избыточным давлением? 11. Какие Вы знаете единицы измерения давления? 12. Какие приборы называют манометрами и вакуумметрами, что они измеряют? Каким прибором измеряют разность давлений и двух различных точках? 13. Как формулируется закон Паскаля? Какое применение находит этот закон в технике? 14. Как определяется сила гидростатического давления жидкости на плоскую фигуру? Что такое центр давления и как находится глубина его погружения? 15. Что называется напором насоса? Какие существуют способы определения напора? Когда какой способ применяется? 16. Какие существуют зоны гидравлического сопротивления? От чего зависит коэффициент гидравлического трения в каждой из этих зон? 17. Приведите примеры местных гидравлических сопротивлений. 18. Какова формула для определения местных потерь напора при турбулентном режиме течения? 19. По какой формуле определяется коэффициент местного сопротивления при внезапном расширении потока? 20. В чем заключается гидравлический расчет отверстий? 21. Что такое малое отверстие и тонкая стенка? 22. Какие коэффициенты характеризуют истечение жидкости и газа через малые отверстия в тонкой стенке? Каковы их численные значения? Какие аналитические зависимости существуют между этими коэффициентами? Объясните физический смысл этих коэффициентов. 23. Что такое сжатое сечение струи? Где это сечение расположено? Как физически можно объяснить сжатие струи, вытекающей из отверстия? 24. Какое сжатие называется полным и неполным, совершенным и несовершенным? Как влияет тип сжатия струи на величину расхода жидкости, вытекающей из отверстия? 25. Выведите формулы скорости и расхода для малого отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре для случая незатопленной струи. 26. Что такое насадки? Какие типы насадков существуют и где они применяются? 27. Давление потока на преграду. 28. Сопротивление тел в жидкости. 29. Сопротивление трения при обтекании тела. 30. Понятие жидкости. Сила, действующая на жидкость. Физические свойства жидкости. 31. Понятие газа. Сила, действующая на газ. Физические свойства газа.
----	---	-------------------------	---

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По данной дисциплине экзамен не предусмотрен.

Дистанционно дифференцированный зачет проводится в LMS Moodle.

Образец заданий для зачета, проводимого дистанционно в LMS Moodle (...).

1. Единицей измерения площади живого сечения является...

- 1) м²;
- 2) Па;
- 3) м³;
- 4) м³.

Если длина трубы 100 м, средняя скорость 1,5 м/с, диаметр трубы 0,4 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,03, то потери по длине для потока жидкости равны...

- 1) 0,86 м;
- 2) 1,72 см;
- 3) 8,6 м;
- 4) 17,2 см

Коэффициент местных потерь на выходе потока из трубы в бассейн большого размера равен...

- 1) 0;
- 2) 2,0;
- 3) 12,5;
- 4) 1,0.

Механика жидкостей и газа называется часть ... раздела механики твердого тела, изучающая законы равновесия и движения жидкостей (газов)...

- 1) механики, изучающая законы движения тел;
- 2) механики, изучающая законы равновесия и движения жидкостей (газов);
- 3) гидротехники, изучающая законы поведения жидкостей (газов).

В жидкостях и газах могут действовать две категории сил, которые называют силами...

- 1) инерции и тяжести;
- 2) массовыми и поверхностными;
- 3) давления и трения;
- 4) трения и напряжения.

-2: В1 Коэффициент гидравлического трения для потока жидкости при расходе жидкости равном 10 см³/с, диаметре трубы 2 см и коэффициентом вязкости 10–6 м²/с составляет...

- 1) 0,01;
- 2) 0,5;
- 3) 0,25;
- 4) 0,1.

Для геометрически подобных систем обязательным является выполнение постоянного со-отношения между:

- 1) кинематическими характеристиками;
- 2) линейными размерами;
- 3) динамическими параметрами;
- 4) плотностями

Критерий Эйлера имеет вид _____, где ρ – плотность, p – давление, l – геометрический параметр, V – скорость, P – сила

- 1) $Ne = p/\rho V^2$, где $E_{un} = E_{um}$;
- 2) $Ne = p/\rho l P V^2$, где $E_{un} = E_{um}$;
- 3) $Ne = p/\rho P$, где $E_{un} > E_{um}$;
- 4) $Ne = p/l V^2$, где $E_{un} \neq E_{um}$.

Если коэффициент гидравлического трения составляет 0,08, а режим движения ламинарный, то число Рейнольдса для потока жидкости равно...

- 1) 400;
- 2) 800;
- 3) 1600;
- 4) 6400.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся во время проведения контрольных мероприятий.

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	А.Д.Гиргидов	Механика жидкости и газа (гидравлика): Учебник		М.: Инфра-М, 2015,
Л1.2	Кудинов А.А.	Гидрогазодинамика: учебное пособие		ИНФРА-М, 2013,
Л1.3	Гусев А.А.	Механика жидкости и газа: учебник		Юрайт, 2019,

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	В.Н. Метревели	Сборник задач по курсу гидравлики с решениями: Практикум		, 2008,

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1		Паспорт стенда учебного ОГД-10-13 ЛР-01: "Основы газовой динамики"		, ,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс]	http://edu.ru
Э2	Открытое образование [Электронный ресурс]	Открытое образование [Электронный ресурс]
Э3	LMS Canvas	https://lms.misis.ru/enroll/MJGAYJ

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office 2007 Russian Academic OpenLicensePack NoLevel Acdmc
-----	--

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Курс механика жидкости и газа в системе Canvas
-----	--

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
211	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
212	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.

212	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
-----	--	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСИС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Moodle.

Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Успешному освоению курса также поможет ведение терминологического словаря, что позволит быстрее усваивать теоретический материал, грамотно строить свою речь при устных и письменных ответах.

Программа дисциплины включает практические и лабораторные занятия, выполнение контрольной работы.

Контрольная работа отличается значительными затратами времени и требует от студента знаний лекционного материала и большого внимания. В связи с этим, при планировании своей самостоятельной работы вам следует учитывать, что пропуск лекционных занятий и невнимательное отношение к изучению материала существенно осложнит выполнение контрольной работы.

Оформленная в соответствии со стандартами контрольная работа сдается на кафедру Металлургических технологий и оборудования. Контрольная работа считается зачетной, если она проверена преподавателем, ведущим занятия, и имеет соответствующую запись о правильном ее выполнении.

Лабораторные работы связаны со значительными затратами времени, кроме того, для их полноценного выполнения требуется участие в ней нескольких студентов под руководством учебного мастера. В связи с этим, при планировании своей учебной работы вам следует учитывать, что пропуск лабораторного занятия связан со сложностями их выполнения.

Подготовка к выполнению лабораторной работы заключается в составлении теоретического введения к лабораторной работе. После выполнения лабораторной работы оформляется отчет. Работа считается полностью зачетной после ее защиты. Защита лабораторных работ проводится на лабораторных занятиях.

Участие в практических занятиях требует от студентов высокой степени самостоятельности и способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования. По индивидуальным исходным данным, выдаваемым в начале практических занятий, необходимо провести самостоятельные расчеты и сделать выводы по полученным результатам: о характере полученных данных и об их соответствии реальным производственным величинам.

Подготовка к зачету по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения.

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме.

LMS Moodle позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Moodle используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Moodle, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСИС;
- 2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;
- 3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСИС»;
- 5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Например, Металлургические технологии_Иванов_И.И._БТМО-18_19.03.2020. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

- 6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе. Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams. Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;
- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;
- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»). При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой. Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото. При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть. Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСИС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Moodle. Он доступен по URL адресу <https://lms.misis.ru/enroll/YCXXDH> и позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Moodle используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет». Чтобы эффективно использовать возможности LMS Moodle, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке ... Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСИС;

2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;

3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;

4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСИС»;

5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Например, Детали машин_Иванов_И.И._БТМО-17_20.04.2020. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams. Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;
- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;
- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»).

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой. Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.