

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Гидрогазодинамика**

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

Формы контроля на курсах:  
зачет с оценкой 2

в том числе:

аудиторные занятия 20

самостоятельная работа 156

часов на контроль 4

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	2		Итого	
	уп	рп		
Вид занятий				
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	8	8	8	8
Итого ауд.	20	20	20	20
Контактная работа	20	20	20	20
Сам. работа	156	156	156	156
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Харченко М.В.*

Рабочая программа

**Гидрогазодинамика**

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\_20\_Теплоэнергетика и теплотехника\_ПрПТЭ\_заоч\_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 18.06.2020 г., №11

Руководитель подразделения к.т.н., доцент Шаповалов А.Н.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины является получение студентами необходимых основ знаний по гидрогазодинамике, на базе которых он в дальнейшем мог бы самостоятельно решать вопросы механизации и автоматизации станочного оборудования, умел бы произвести необходимые расчёты гидравлических и пневматических приводов.
1.2	В результате изучения дисциплины студент должен знать свойства жидкостей, применяемых в гидронепмоприводе, законы гидрогазостатики и гидрогазодинамики, принцип действия гидродвигателей и насосов, основы расчёта гидравлических сетей.
1.3	Задачи:
1.4	- овладение студентами теоретическими знаниями и практическими навыками (умениями);
1.5	- изучение основных физических свойств жидкостей и газов, законов равновесия и движения жидкостей и газов и границы их применения;
1.6	- принцип действия и назначение различных видов гидравлических машин, методик расчета насосных установок.

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.08
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Физика	
2.1.2	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Материаловедение и технология конструкционных материалов	
2.2.2	Метрология, сертификация и технические измерения	
2.2.3	Тепломассообмен	
2.2.4	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	
2.2.5	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	
2.2.6	Научно-исследовательская работа	
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

<b>УК-4: исследования</b>
<b>Знать:</b>
УК-4-31 Принцип работы, возможные схемы исследований лабораторных установок, их комплектующих и диапазон возможных исследований
<b>ПК-2: научно-исследовательская (в области теплоэнергетики и теплотехники)</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 Основные свойства жидких и газообразных сред, законы гидростатики и гидрогазодинамики
<b>ОПК-3: теоретическая профессиональная подготовка (способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах)</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-3-31 Основные свойства жидких и газообразных сред, законы гидростатики и гидрогазодинамики
<b>УК-4: исследования</b>
<b>Уметь:</b>
УК-4-У1 Составлять принципиальные гидрогазодинамические схемы работы для проведения
<b>ПК-2: научно-исследовательская (в области теплоэнергетики и теплотехники)</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Применять на практике методы расчета сопротивлений в трубопроводах, проводить га-зо- и гидромеханические эксперименты в лабораторных условиях
<b>ОПК-3: теоретическая профессиональная подготовка (способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах)</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-3-У1 Применять на практике методы расчета гидравлических сопротивлений в трубопроводах, проводить га-зо и

гидромеханические эксперименты в лабораторных условиях.
<b>УК-4: исследования</b>
<b>Владеть:</b>
УК-4-В1 Основными понятиями законов гидродинамики
<b>ПК-2: научно-исследовательская (в области теплоэнергетики и теплотехники)</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Методами расчета параметров жидких и газовых потоков, применительно к профессиональной деятельности
<b>ОПК-3: теоретическая профессиональная подготовка (способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах)</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-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
	<b>Раздел 1. Введение. Предмет гидродинамика и краткая история её развития. Основы гидростатики</b>							
1.1	Краткая история развития гидродинамики. Жидкость и силы действующие на нее. Механические характеристики и основные свойства жидкостей. Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность. Закон Архимеда и его приложение. Поверхности равного давления /Лек/	2	2		Л1.1 Л1.2Л3.1			
1.2	Краткая история развития гидродинамики. Жидкость и силы действующие на нее. Механические характеристики и основные свойства жидкостей. Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность. Закон Архимеда и его приложение. Поверхности равного давления /Ср/	2	30		Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.3	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	30		Л2.1			
	<b>Раздел 2. Основы гидродинамики</b>							

2.1	Основные понятия о движении жидкости и газа. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Измерение скорости потока и расхода жидкости и газа. Режимы движения жидкости. Кавитация. Потери напора при ламинарном и турбулентном течении жидкости. Местные гидравлические сопротивления. /Лек/	2	2		Л1.1 Л1.2			
2.2	Решение задач на движение жидкостей при различных режимах. /Пр/	2	2		Л2.1			
2.3	Основные понятия о движении жидкости и газа. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Измерение скорости потока и расхода жидкости и газа. /Ср/	2	26		Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.4	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	2		Л1.2Л2.1			
	<b>Раздел 3. Гидравлическое сопротивление</b>							
3.1	Изучение приборов и методов определения давления /Лаб/	2	2					
3.2	Решение задач на потери в трубопроводах с помощью уравнения Бернулли. /Пр/	2	4		Л1.2Л2.1			
3.3	Режимы движения жидкости и газа, расход жидкости и газа, 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	15		Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.4	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	4		Л1.1 Л1.2Л2.1			
	<b>Раздел 4. Истечение из отверстий, насадков и из-под затворов</b>							

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		Л1.1 Л1.2			
4.2	Расчеты при истечение жидкости через насадки при постоянном и переменном напоре; из-под затвора /Пр/	2	1		Л2.1			
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		Л1.1 Л1.2Л2.1			
4.4	Выполнение раздела домашнего задания. /Ср/	2	4		Л2.1			
	<b>Раздел 5. Гидравлический расчет простых трубопроводов</b>							
5.1	Изучение метода определения расхода воздуха по изменению давления в отсеченном объеме /Лаб/	2	2					
5.2	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		Л1.1 Л1.2			
5.3	Расчет и проектирование простых трубопроводов /Пр/	2	1		Л1.2Л2.1			

5.4	Простой трубопровод постоянного сечения. Соединения простых и сложных трубопроводов. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей. Гидравлический удар. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации. /Ср/	2	20		Л1.1 Л1.2Л2.1			
5.5	Выполнение раздела контрольной работы. /Ср/	2	4		Л1.2Л2.1			
5.6	Подготовка к экзамену /ЗачётСОц/	2	4					

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующей обязательной формой контроля:

Выполнение домашних работ в письменной форме по вопросам и задачам, входящим в раздел (тему) УД.

Перечень вопросов к защите лабораторных работ №1 и №2(ОПК-3:У1,В1 ; ПК-2: У1,В1 ; УК-4: У1,В1)

Перечень вопросов к защите лабораторной работе №1

1. Для чего необходимо определять абсолютную и относительную погрешности?
2. Какие, помимо пьезометров, применяются жидкостные приборы? Опишите каждый из них.
3. Какие механические приборы для измерения давления применяются в технике?
4. Какие приборы и способы применяются для измерения расхода жидкости?

Перечень вопросов к защите лабораторной работе №2

1. На каком принципе основано действие датчика давления?
2. Почему показания датчика давления №1 показывает такие значения?
3. С чем связана разница показаний датчиков №1 и №2?
4. Что называют трубкой Пито?
5. За счёт чего создаётся давление?
6. Что называют адиабатным процессом?
7. Объясните зависимость изменения расхода воздуха от регулятора потоком?

Теоретические вопросы и практические задания билетов для проведения зачета с оценкой в устной форме (ОПК-3: У1,31,В1; ПК-2: У1,31,В1; УК-4: У1,31,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 точек?
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.



Практические задания к зачету с оценкой:

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 в 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  $Q = 0,18 \text{ м}^3/\text{с}$ . Разница в позициях центра сечений равна  $2 \text{ м}$ . 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  $400 \text{ кПа}$ , и температуре воды  $50^\circ\text{C}$ . Определить, пренебрегая деформациями и расширением стенок труб, давление в трубопроводе при нагревании воды в нем до  $15^\circ\text{C}$ , 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  $\rho = 1,2 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$  падает в воде с постоянной скоростью  $v = 0,33 \text{ м/с}$ . Плотность воды  $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ .
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  $10^\circ\text{C}$ .
8. При гидравлическом испытании системы объединенного внутреннего противопожарного водоснабжения допускается падение давления в течение  $10 \text{ мин}$ . на  $\Delta p = 4,97 \times 10^4 \text{ Па}$ . Определить допустимую утечку  $\Delta W$  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  $h_A = 2,5 \text{ м}$ , 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  $200 \text{ кПа}$ . 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  $\rho$  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  $\rho_j$ , 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  $\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3$ .
15. Канистра (сосуд), наполненная бензином и не содержащая воздуха, нагрелась на солнце до температуры  $t_1 = 55^\circ\text{C}$ . Определить приращение давления внутри канистры при условии, что она абсолютно жесткая. Начальная температура бензина  $t_0 = 15^\circ\text{C}$ . Модуль объемной упругости бензина  $E_b = 1300 \text{ МПа}$ , коэффициент температурного расширения  $\beta_t = 8 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

Темы для контрольной работы (ОПК-3.7: У1,31,В1; ПК-2: У1,31,В1; УК-4: У1,31,В1)

Предоставлены в сборнике задач В.Н.Метрели.

Варианты заданий приведены в методических указаниях по выполнению контрольной работы.

Оформленная контрольная работа сдается на кафедру Металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа считается зачтенной. Контрольная работа, выполненная неверно или имеющая замечания, возвращается на доработку.

### 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 Canvas.

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

ОПК-3:З1

1.Единицей измерения площади живого сечения является...

- 1) м<sup>2</sup>;
- 2) Па;
- 3) м<sup>3</sup>;
- 4) м<sup>3</sup>.

ОПК-3:У1

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

ОПК-3:В1

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

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

ПК-2: З1

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).

ПК-2: У1

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.

ПК-2: В1

Коэффициент гидравлического трения для потока жидкости при расходе жидкости равном 10 см<sup>3</sup>/с, диаметре трубы 2 см и коэффициентом вязкости 10–6 м<sup>2</sup>/с составляет...

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

УК-4: З1

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

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

УК-4: У1

Критерий Эйлера имеет вид \_\_\_\_\_, где  $\rho$  – плотность,  $p$  – давление,  $l$  – геометрический параметр,  $V$  – скорость,  $P$  – сила

- 1)  $Ne = \rho / \rho V^2$ , где  $Eu_n = Eu_m$  ;
- 2)  $Ne = \rho / \rho P V^2$ , где  $Eu_n = Eu_m$ ;
- 3)  $Ne = p / \rho P$ , где  $Eu_n > Eu_m$ ;
- 4)  $Ne = p / l V^2$ , где  $Eu_n \neq Eu_m$ .

УК-4: В1

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)

При оценке результатов защиты отчетов по лабораторным работам используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

«зачтено» - Выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы  
«не зачтено» - Студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

При оценке контрольной работы используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

«зачтено» - Контрольная работа соответствует всем предъявляемым требованиям, правильно выполнен расчет всех параметров.  
«не зачтено» - Контрольная работа не соответствует большинству предъявляемых критериев, расчеты параметров проведены с ошибками.

При проведении дифференцированного зачета в устной форме критериями оценки являются:

«Отлично» - Ответы на все вопросы билета изложены полно (в рамках программы курса или лекционного курса) и точно. Обучающийся по-казал способность самостоятельно мыслить, ясно и последовательно излагать содержание ответа, умение обобщать материал, делать выводы, решать практические задачи.

«Хорошо» - Вопросы в целом раскрыты, но изложены недостаточно полно (не менее, чем на 80 – 90 %), либо в ответе содержатся неточности (в значениях теплотехнических показателей, названии термина при понимании его сути и т.д.).

«Удовлетворительно» - Изложение каждого вопроса не менее, чем на 60 %, грубые ошибки в классификациях, трактовке основных понятий, значениях теплотехнических показателей и т.д. Незнание одного из вопросов может быть компенсировано полным изложением ответа на другой вопрос. Непоследовательное изложение материала, неумение делать выводы.

«Неудовлетворительно» - Ответы на вопросы отсутствуют или раскрыты менее, чем на 60 %, подмена одного вопроса другим, наличие шпаргалки. Незнание основных понятий и положений темы.

При проведении дифференцированного зачета в форме компьютерного тестирования критериями оценки являются:

«Отлично» 27-30  
«Хорошо» 24-26  
«Удовлетворительно» 19-23  
«Неудовлетворительно» Менее 18

Оценка «хорошо» ставится, если оба теоретических вопроса в целом раскрыты, но изложены недостаточно полно. Задача решена. Либо на теоретические вопросы даны развернутые ответы, но допущены ошибки при решении задачи.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если на теоретические вопросы даны общие неполные ответы. Обучающийся слабо ориентируется в материале, не может привести пример, не может привести анализировать и обосновывать.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если не решена задача и правильный ответ не дан ни на один вопрос.

Обучающийся практически не ориентируется в материале дисциплины, то есть не может дать даже общих сведений по вопросу.

Критерии оценки ответов на диф.зачете, проводимом в дистанционной форме LMS Canvas:

90 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 – отлично  
75 ≤ Процент верных ответов < 90 – хорошо  
60 ≤ Процент верных ответов < 75 – удовлетворительно

## 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	Кудинов В.А., Карташов Э.М.	Гидравлика: Учебное пособие		М.: Высшая школа, 2007,
Л1.2	Кудинов А.А.	Гидрогазодинамика: учебное пособие		ИНФРА-М, 2013,

#### 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
ЛЗ.1		Паспорт стенда учебного ОГД-10-13 ЛР-01: "Основы газовой динамики"		, ,
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс]		http://edu.ru	
Э2	Открытое образование [Электронный ресурс]		http://openedu.ru	
Э3	LMS Canvas		https://lms.misis.ru/enroll/MJGAYJ	
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И.1	Курс Гидрогазодинамики в системе Canvas			

## 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 Canvas. Он доступен по URL адресу и позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, 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, ОТМ\_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 и 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.