

Директор
Электростальского
Московского поли

Директор

Московского политехнического университета

/О.Д. Филиппова/

Рабочая программа дисциплины

«Гидродинамика»

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Направленность образовательной программы
«Обработка металлов и сплавов давлением»
(набор 2025 года)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь 2025

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям обучающегося и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 22.03.02 Металлургия.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 28.06.2020 №702;
- Образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия;
- учебным планом по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, профиль Обработка металлов и сплавов давлением.

К **основным целям** освоения дисциплины «Гидродинамика» следует отнести:

- формирование знаний о законах и современных математических зависимостях, описывающих физические процессы, происходящие в потоках жидкостей газов, и использование этих законов и зависимостей для решения технических задач.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Гидродинамика» следует отнести:

- изучение законов равновесия и движения жидкостей и газов, а также расчетных зависимостей практической гидравлики и пневматики;
- применение полученных знаний для анализа физических процессов, происходящих в потоках жидкостей и решения практических задач
- изучение основ теории гидравлических машин и систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Гидродинамика» относится к элективным дисциплинам (Б.1.2.ЭД) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Дисциплина «Гидродинамика» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами:

- Математика;
- Физика;
- Химия;
- Детали машин и основы конструирования;
- Теплофизика;
- Металлургическая теплотехника.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-6	Способность прогнозировать техническое состояние основных механизмов КШО;	<u>Индикаторы достижения компетенций:</u> ИПК-6.1 интерфейса системы управления основных механизмов КШО; порядок работы с электронным архивом технической документации, с тек-

		стовыми редакторами, электронными таблицами; ИПК-6.2 выполняет вычисления и обработку данных по прогнозированию технического состояния основных механизмов КШО; ИПК-6.3 умеет применять методы исследования гидравлических устройств и систем, проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы; ИПК-6.4 знает процедуру построения прогнозных трендов технического состояния основных механизмов КШО; <u>В том числе:</u> Знать: основные законы равновесия и движения жидкостей, используемые при исследовании современных и перспективных гидравлических систем. Уметь: применять методы исследования гидравлических устройств и систем, проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы. Владеть: методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в потоках жидкостей.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма обучения	курс	семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Форма итогового контроля
			Всего час./ зач. ед	Аудиторных часов	Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
Очная	2	4	108/3	54	18	18	18	54	Экзамен
Очно-заочная	4	7	108/3	12	4	4	4	96	Экзамен

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4	
Аудиторные занятия (всего)	54	54	
В том числе:			
Лекции	18	18	-

Практические занятия	18	18	-
Лабораторные занятия	18	18	
Самостоятельная работа (всего)	54	54	-
В том числе:			
Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций)	24	24	-
Подготовка к контрольной работе, тестированию	24	24	-
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	6	6	-
Общая трудоемкость час / зач. ед.	108/3	108/3	-

Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	
Аудиторные занятия (всего)	12	12	
В том числе:			
Лекции	4	4	-
Практические занятия	4	4	-
Лабораторные занятия	4	4	
Самостоятельная работа (всего)	96	96	-
В том числе:			
Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций)	44	44	-
Подготовка к контрольной работе, тестированию	44	44	-
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	6	6	-
Общая трудоемкость час / зач. ед.	108/3	108/3	-

5. Содержание разделов дисциплины

5.1 Лекции

№ темы	№ лекции	Основное содержание
1	1	Жидкость и газ. Свойства жидкостей и газов. Гидродинамика – составная часть механики жидкости и газа. Силы, действующие в жидкости и газе. Гидростатическое давление.
2	2	Гидростатика. Свойства давления. Основной закон гидростатики. Уравнение Эйлера. Способы измерения давления. Сила, действующая на стенки.
3	3-4	Основные законы кинематики и динамики жидкости. Основные понятия и определения. Уравнение расходов (уравнение неразрывности). Уравнения движения идеальной и реальной жидкости. Уравнения неразрывности для установившегося и неустановившегося режимов течения. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Способы измерения напоров. Трубка Пито для замера скоростных напоров в потоках жидкости и газа. Уравнения Эйлера для движения невязкой жидкости. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости. Уравнения Навье-Стокса. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Учет потерь энергии. Гидродинамическое подобие потоков жидкости и газа. Режимы течения. Кавитационное течение в жидкости.
4	5	Гидродинамическое подобие и режимы течения жидкости Основы гидродинамического подобия. Число Рейнольдса. Режимы течения жидкости. Ламинарное течение. Ламинарное течение в круглых трубах. Ламинарное течение в некруглых трубах. Особые случаи ламинарного течения. Турбулентное течение. Турбулентное течение в гладких и шероховатых трубах. Турбулентное течение в некруглых трубах.
5	6	Гидравлические сопротивления. Виды гидравлических сопротивлений. Потери напора на трение по длине потока. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от различных факторов. Местные сопротивления и потери напора на их преодоление. Влияние вязкости на движение жидкости в трубе.
6	7	Истечение жидкости. Виды истечения жидкости. Коэффициенты скорости, сжатия, расхода. Истечение через насадки.
7	8	Расчет трубопроводов. Расчет простых трубопроводов. Соединение простых трубопроводов. Сложный трубопровод. Трубопровод с насосной подачей. Гидравлический удар в трубопроводах.
8	9	Динамические гидромашины. Основные понятия и определения. Динамические насосы. Центробежный насос: устройство и принцип работы, Треугольник скоростей. Основное уравнение центробежного насоса (Уравнение Эйлера). Характеристика центробежного насоса. Характеристики других лопастных насосов. Теория подобия лопастных насосов. Лопастные гидродвигатели – гидравлические турбины. Насосы трения: вихревые, дисковые, шнековые, вихревые струйные. Принципы действия, особенности, области применения.

5.2. Практические занятия

№ темы	№ лекции	Основное содержание
1	1	Основные понятия механики жидкостей и газов. Физические свойства жидкостей: плотность, давление, вязкость, сжимаемость, температурное расширение.
2	2	Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Приборы для измерения давления. Сообщающиеся сосуды. Давление на плоские и цилиндрические стенки
3	3	Измерение расходов, скоростей движения жидкости. Уравнение расхода.
	4	Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальной (вязкой) жидкости. Физическая сущность и графическое представление уравнения Бернулли. Практическое применение уравнения Д. Бернулли
4	5	Гидродинамическое подобие и режимы течения жидкости Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.
5	6	Гидравлические сопротивления и потери напора Общие уравнения для потерь напора при равномерном движении. Потери на трение при ламинарном режиме. Потери при турбулентном течении в трубах. Потери в местных гидравлических сопротивлениях.
6	7	Истечение жидкости. Истечение жидкости в атмосферу из малого отверстия в тонкой стенке при постоянном давлении. Коэффициенты скорости, сжатия, расхода. Истечение жидкости через насадки.
7	8	Назначение и классификация трубопроводов. Основные формулы для расчета трубопроводов. Основные задачи при расчете и проектировании трубопроводов. Расчет простого трубопровода Сложные трубопроводы. Расчет последовательного и параллельного соединения труб.
8	9	Конструкция и принцип действия гидромашин. Основные параметры работы насосов. Классификация и основные конструкции поршневых насосов. Классификация роторных насосов и их особенности. Классификация лопастных насосов. Расчет основных параметров насосов.

5.3. Лабораторные работы

№ темы	№ л/р	Название лабораторной работы
3	1.	Демонстрация уравнения Бернулли. Построение пьезометрической линии и линии полного напора
4	2.	Режимы течения жидкости
5	3.	Определение потерь напора на трение по длине и в местных гидравлических сопротивлениях
5	4.	Определение коэффициента потерь в местном гидравлическом сопротивлении при нормальном и кавитационном течении

6	5.	Определение коэффициента расхода при истечении через отверстие и насадки
7	6.	Гидравлический удар в трубопроводе
8	7.	Испытание центробежного насоса
8	8.	Испытание шестеренного насоса с переливным клапаном
8	9.	Испытание радиально-поршневого насоса с автоматическим регулятором подачи

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине представлен в Приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Литература
1	Гидравлика, гидромашины и гидроприводы/ под ред. Башты Т.М.. 2-е изд. -М.: МИСиС, наука, 2013. – 432с.
2.	Кудинов А.А. Гидрогазодинамика: Учебное пособие. – М.: Инфра-М,2012.- 336с

б) дополнительная литература:

№ п/п	Литература
1	Кудинов В.А., Карташов Э.М.Гидравлика. Уч.пособие. – М.: Высшая школа. 2007. – 199с.
2	Зальцман Э.С., Кочетова И.В. Теплотехника. Раздел «Механика жидкостей и газов». Лабораторный практикум. ЭПИ МИСиС, 2006. – 66 с.

в) программное обеспечение и электронные ресурсы:

Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616
 Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License.
 Лицензия № 61984042
 Microsoft Project 2013 Standart 32- bit/x64 Russian.
 Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

1.	www.e.lanbook.com Электронно-библиотечная система «Лань»
2.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»(https://biblioclub.ru)

3.	http://cyberleninka.ru/Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
4.	Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте www.mami.ru в разделе «Библиотека Московского Политеха» (http://lib.mami.ru/ebooks/).
5.	Национальная электронная библиотека (http://нэб.рф)
6.	www.garant.ru – Электронный правовой справочник «Гарант»

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п\п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
43.	Гидродинамика	Учебная аудитория лекционного типа № 1501, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
		Учебная аудитория для занятий семинарского типа № 1504, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
		Лаборатория «Гидравлика» № 2202, лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, типовой комплект учебного оборудования «Механика жидкости»

9. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Гидродинамика» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка, представление и обсуждение индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: www.fero.ru, www.i-exam.ru;
- дискуссия – дискуссионная подача материала и обсуждений;
- командная работа – постановка конкретных заданий и организация групповых обсуждений их решений;
- проведение и защита лабораторных работ.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

10.1. Методические указания для обучающихся при работе на семинаре

Методические указания по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Методические указания к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Методические указания по выполнению контрольной работы

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применения теоретических знаний к решению задач.

Методические рекомендации для самостоятельной работы

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

10.2 Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив ее характер, тему и круг тех вопросов, которые в ее ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного ма-

териала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категориальный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

11. Особенности реализации дисциплины «Гидродинамика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 «Металлургия».

Программа обсуждена на заседании кафедры «ММТ»
от 23.06.2025, протокол № 11.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Направленность образовательной программы
«Обработка металлов и сплавов давлением»

Форма обучения: очная, очно-заочная

Виды профессиональной деятельности:
технологический;
организационно-управленческий;
проектный.

Кафедра: «ММТ»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ГИДРОДИНАМИКА»

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-6	Способность прогнозировать техническое состояние основных механизмов КШО

2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

2.1. Критерии оценки ответа на экзамене

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ПК-6 - Способность прогнозировать техническое состояние основных механизмов КШО				
Знать: основные законы равновесия и движения жидкостей, используемые при исследовании современных и перспективных гидравлических систем.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний основных законов равновесия и движения жидкостей, используемые при исследовании современных и перспективных гидравлических систем.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний основных законов равновесия и движения жидкостей, используемые при исследовании современных и перспективных гидравлических систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основных законов равновесия и движения жидкостей, используемые при исследовании современных и перспективных гидравлических систем. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие необходимых знаний основных законов равновесия и движения жидкостей, используемые при исследовании современных и перспективных гидравлических систем. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
Уметь: применять методы исследования гидравлических устройств и си-	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы исследования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений применять методы исследования	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений применять методы исследования	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений применять методы исследе-

стем, проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы.	гидравлических устройств и систем, проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы.	гидравлических устройств и систем, проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	гидравлических устройств и систем, проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	дования гидравлических устройств и систем, проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в потоках жидкостей.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в потоках жидкостей.	Обучающийся владеет методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в потоках жидкостей. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в потоках жидкостей. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами математического моделирования, используя их для проведения анализа процессов, происходящих в потоках жидкостей. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дан-

ной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

3.Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки всего набора заявленных по данной дисциплине индикаторов сформированности компетенций.

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации Зачёт

1.	Гидродинамика: определение, основные понятия
2.	Основные свойства жидкости и газов
3.	Определение жидкости и её основные свойства - вязкость, плотность, сжимаемость, растворимость
4.	Жидкости однородные и неоднородные.
5.	Силы, действующие в жидкости.
6.	Условия равновесия жидкого объема.
7.	Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера
8.	Гидростатическое давление и его свойства
9.	Способы измерения давления.
10.	Основное уравнение гидростатики
11.	Давление жидкости на твердые поверхности
12.	Закон Паскаля
13.	Виды движения жидкости

14.	Гидравлические характеристики потоков жидкости
15.	Методы Эйлера и Лагранжа описания движения жидкости.
16.	Уравнение неразрывности
17.	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости
18.	Понятие о циркуляции. Потенциальное течение жидкостей и газов.
19.	Режимы течения жидкости
20.	Критическая скорость течения. Число Рейнольдса
21.	Структура ламинарного потока
22.	Структура турбулентного потока
23.	Гидравлические сопротивления
24.	Потери на трение по длине потока
25.	Местные потери напора в трубах
26.	Движение жидкости по трубопроводам
27.	Простые трубопроводы.
28.	Сложный трубопровод
29.	Трубопровод с насосной подачей.
30.	Гидравлический удар в трубах
31.	Гидравлические машины. Основные понятия и определения.
32.	Динамические насосы: назначение, устройство, принцип действия.
33.	Рабочие характеристики центробежного насоса.
34.	Динамические насосы.
35.	Лопастные гидродвигатели – гидравлические турбины.

Вопросы и задания для проведения текущего контроля

Контрольная работа

Типы контрольных задач

1. При гидравлическом испытании трубопровода заполненного водой допускается падение давления $\Delta P = 4,9 \cdot 10^4$ Па. Определить допустимую величину утечки, если вместимость системы $V = 80 \text{ м}^3$. Коэффициент объемного сжатия принять равным $\beta_p = 1/(2 \cdot 10^9) \text{ Па}^{-1}$.
2. Кинематическая вязкость нефти составляет $\nu = 0,6139 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$. Вычислить динамическую вязкость нефти, если ее плотность $\rho = 850 \text{ кг}/\text{м}^3$.
3. Определить абсолютное давление в точке А, расположенной на глубине $h = 1 \text{ м}$ под поверхностью воды в неподвижном сосуде при нормальных условиях ($P_{\text{атм.}} = 760 \text{ мм рт.ст.} = 101325 \text{ Н}/\text{м}^2$, плотность воды $\rho_{t=20^\circ} = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$.)
4. На оси водопроводной трубы по ходу движения жидкости установлены пьезометр и трубка Пито (см. рис.). Пренебрегая гидравлическими сопротивлениями определить максимальную скорость движения потока в трубе, если разность уровней воды в пьезометрах $h = 0,227 \text{ м}$, $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$. Построить пьезометрическую линию.
5. Определить расход воды в трубе диаметром $d_1 = 250 \text{ мм}$, имеющей плавное сужение до диаметра $d_2 = 125 \text{ мм}$ (см. рис.), если показания пьезометров: до сужения $h_1 = 50 \text{ см}$; в сужении $h_2 = 30 \text{ см}$; $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$. Гидравлическими сопротивлениями пренебречь. Построить пьезометрическую линию.
6. Определить режим движения воды в трубе диаметром $d = 300 \text{ мм}$, если расход по ней $V = 0,136 \text{ м}^3/\text{с}$; коэффициент кинематической вязкости воды $\nu = 1,306 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.
7. По трубе диаметром $d = 150 \text{ мм}$ длиной $l = 100 \text{ м}$, имеющей абсолютную шероховатость стенки $\Delta = 0,1 \text{ мм}$, пропускают воздух со скоростью $10 \text{ м}/\text{с}$. Определить потерю напора по длине трубы. Коэффициент кинематической вязкости воздуха $\nu = 15,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Представить графическое решение задачи.
8. По трубе диаметром $d = 50 \text{ мм}$ и длиной $l = 1 \text{ м}$, имеющей плавный поворот на 90° и абсолютную шероховатость стенки $\Delta = 0,2 \text{ мм}$ движется вода ($\nu = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) в количестве

15м³/час. Определить общие гидравлические потери в трубе. Коэффициент местного сопротивления для случая плавного поворота на 90° принять равным $\xi=0,15$. Представить графическое решение задачи.

9. При исследовании истечения из круглого отверстия в тонкой стенке диаметром $d_0=10$ мм под напором $H=2$ м замерен диаметр струи $d_c=8$ мм и время наполнения десятилитрового мерного цилиндра $\tau=32,8$. Определить численные значения параметров истечения.

10. Определить действительную скорость истечения воды из бака через отверстие с острыми краями диаметром $d=10$ см, если напор в баке поддерживается постоянным и равным $H=4$ м; коэффициент местного сопротивления $\xi=0,06$; $\alpha_1=\alpha_2=1$.

Критерии оценки контрольной работы

Оценка	Критерий оценки
Отлично	полное, правильное выполнение заданий с отдельными недочётами; выполнение от 90% и более.
Хорошо	правильное выполнение заданий с незначительным количеством ошибок; выполнение более 75% менее 95 %.
Удовлетворительно	выполнение основной части заданий с ошибками; выполнение более 50% менее 75 %.
Неудовлетворительно	частичное выполнение заданий (менее половины); допущение значительного количества ошибок; выполнение менее 50%.

Тематика лабораторных работ

1. Демонстрация уравнения Бернулли. Построение пьезометрической линии и линии полного напора
2. Режимы течения жидкости
3. Определение потерь напора на трение по длине и в местных гидравлических сопротивлениях
4. Определение коэффициента потерь в местном гидравлическом сопротивлении при нормальном и кавитационном течении
5. Определение коэффициента расхода при истечении через отверстие и насадки
6. Гидравлический удар в трубопроводе
7. Испытание центробежного насоса
8. Испытание шестеренного насоса с переливным клапаном
9. Испытание радиально-поршневого насоса с автоматическим регулятором подачи

Критерии оценки лабораторной работы

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Устный опрос

1. Назовите основные свойства жидкостей и газов.
2. Вязкость жидкостей и газов. Измерение вязкости
3. Дайте классификацию и определение сил, действующих в жидкости.
4. Напишите уравнение Эйлера равновесия жидкости и дайте его объяснение.

5. Чем создается и от чего зависит давление в жидкости?
6. Гидростатическое давление и его свойства
7. Закон Паскаля. Принцип работы гидропресса.
8. Как определяется сила давления жидкости на стенки?
9. Что такое центр давления жидкости на стенку и где он расположен?
10. Дайте определение местной, осредненной, средней скорости, пульсации скорости, массовой скорости потока.
11. Что такое установившееся и неустойчивое движение?
12. Дайте определение ламинарного и турбулентного движения.
13. Что такое линия тока, трубка тока? Напишите уравнение линии тока. Перечислите основные свойства трубки тока
14. Каковы основные характеристики вихревого движения? Что такое вихрь, компонент вихря?
15. Вращение жидкости в сосуде с постоянной скоростью
16. Уравнение неразрывности
17. Уравнение Бернулли для струи невязкой жидкости
18. Принцип Вентури и его практическое использование
19. Внутреннее трение при движении вязкой жидкости. Закон Ньютона Стокса
20. Что такое циркуляция скорости и как она определяется?
21. Использование средней скорости потока в уравнении Бернулли
22. Определение скорости течения жидкости
23. Определение расхода жидкости
24. Критическая скорость течения жидкости. Число Рейнольдса
25. Скорости и напряжения в ламинарном потоке
26. Скорости и напряжения в турбулентном потоке
27. Структура турбулентного потока. Гидродинамический пограничный слой
28. Моделирование потоков жидкостей и газов
29. Потери на трение в гидравлически гладких и шероховатых трубах
30. Местные потери напора в трубах, их определение

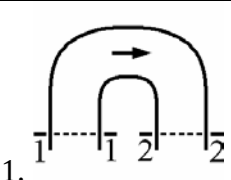
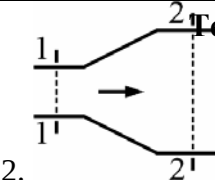
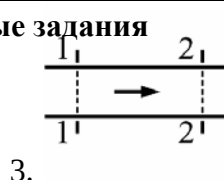
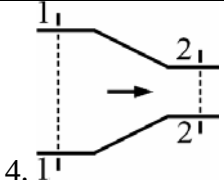
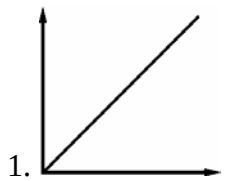
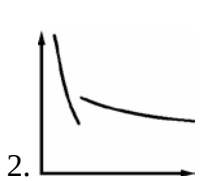
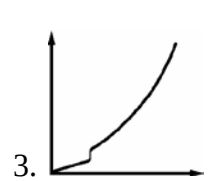
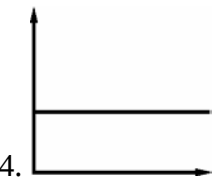
Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу, но затрудняется в ответах на некоторые вопросы; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, но не в полной мере отражает суть рассматриваемой проблемы, в основном умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если показаны недостаточные знания теоретического материала, основных понятий излагаемой темы, не всегда с правильным и необходимым применением специальных терминов, понятий и категорий; анализ практического материала был нечёткий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно».

	 1.  2.  3.  4.
Д	Тестовые задания При каком условии в трубе круглого сечения имеет место устойчивое ламинарное течение? 1. $Re > 2300$. 2. $Re > 4000$. 3. $Re < 2300$. 4. $Re < 4000$.
Е	По какой формуле следует вычислять коэффициент потерь λ при турбулентном режиме течения во второй области сопротивления? 1. $\lambda = 0,11 \sqrt[4]{\frac{68}{Re} + \frac{1}{d}}$. 2. $\lambda = \frac{64}{Re}$. 3. $\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$. 4. $\lambda = 0,11 \sqrt[4]{\frac{1}{d}}$.
Ж	Как зависят потери напора от расхода при ламинарном течении? 1. Потери пропорциональны расходу. 2. Потери пропорциональны расходу в степени 1,75. 3. Потери пропорциональны квадрату расхода. 4. Потери пропорциональны расходу в степени 1,75 2.
З	Какая формула используется для расчета потерь на трение по длине при турбулентном режиме течения? 1. $h = \frac{128 \lambda l}{\pi g d^4} Q$. 2. $h = \lambda \frac{l}{d} \frac{V^2}{2g}$. 3. $h = H_2 - H_1$. 4. $h = \lambda \frac{V^2}{2g}$.
И	Какой из приведенных графиков соответствует зависимости $Re = f(V)$?  1.  2.  3.  4.
К	Что характеризует число Рейнольдса Re? 1. Гидравлические потери энергии на трение по длине трубы. 2. Отношение сил инерции к силам вязкого трения, действующим в сечении потока. 3. Неравномерность распределения скоростей по сечению. 4. Гидравлические потери энергии в местных сопротивлениях.

А	Какой прибор служит для измерения величины расхода? 1. Секундомер. 2. Манометр. 3. Вакуумметр. 4. Барометр.
Б	Какой энергетический смысл имеет величина z в уравнении Бернулли z? 1. Удельная потенциальная энергия. 2. Удельная кинетическая энергия. 3. Удельная энергия давления. 4. Удельная энергия положения.

В	Как экспериментально определяется величина полного напора? 1. По разности показаний трубки Пито и пьезометра в данном сечении. 2. По разности показаний трубок Пито в начальном и текущем сечениях. 3. По показанию пьезометра. 4. По показанию трубки Пито.
Г	Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство $p_1 < p_2$?