



### 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.

*Цель освоения дисциплины «Гидравлика»* - сформировать у студентов понятия основных законов гидравлики, необходимых для освоения профессиональных дисциплин.

*Задачи освоения дисциплины «Гидравлика»:*

- изучение основных законов равновесия и движения жидкостей;
- дать знания по основам теории гидравлических машин и систем;
- овладение основными методами гидромеханических расчётов для решения инженерных задач;
- освоить основные методы экспериментальных исследований.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Гидравлика» относится к элективным дисциплинам (Б1.2.ЭД) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 22.03.02 «Металлургия».

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

- Математика;
- Физика;
- Детали машин и основы конструирования;
- Теплофизика;
- Металлургическая теплотехника.
- Основы САПР;
- Гидродинамика.

### 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	<b><u>Индикаторы достижения компетенций:</u></b> ИПК-6.1 знает назначение элементов интерфейса системы управления основных механизмов КШО; порядок работы с электронным архивом технической документации, с текстовыми

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

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

#### Очно-заочная форма обучения

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

## 5. Содержание разделов дисциплины

### 5.1 Лекции

№ темы	№ лекции	Основное содержание
1	1	Наука гидравлика и ее задачи. Краткая история развития гидравлики. Роль российских ученых в развитии гидравлики. Понятие «Жидкость» и ее модели. Понятие об «идеальной» жидкости. Физические свойства жидкости. Состояние покоя жидкости. Силы, действующие в жидкостях.
2	2	Гидростатическое давление и его свойства. Избыточное давление и вакуум. Способы и приборы для измерения давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости.
3	4-5	Задачи гидродинамики. Основные понятия. Поток жидкости и его параметры. Виды и режимы течения жидкости. Основные законы и уравнения гидродинамики. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Эйлера. Уравнение переноса количества движения (Навье-Стокса). Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для реальной, вязкой жидкости. Физическая сущность и графическое представление уравнения Бернулли.
	6	Гидравлические сопротивления. Режимы движения жидкости. Потери напора по длине в каналах некруглого сечения. Местные потери напора при турбулентном установившемся движении жидкости.
4	7	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Гидравлический расчёт трубопроводов. Гидравлический удар в трубопроводах и способы его предотвращения.
5	8	Понятие гидравлических машин. Назначение и область применения. Классификация. Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, КПД. Динамические (лопастные) насосы. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Основное уравнение центробежных насосов. Рабочая формула напора. Рабочие характеристики. Работа центробежного насоса на сеть, рабочая точка. Формулы пропорциональности. Вихревые и осевые насосы. Принцип действия, конструкции и сравнительные характеристики.
6	9	Гидравлические двигатели. Назначение и общая классификация. Объёмные гидродвигатели. Лопастные гидродвигатели. Активные и реактивные турбины.

### 5.2. Практические занятия

№ темы	№ лекции	Основное содержание
1	1	История развития гидравлики. Физические свойства жидкости.
2	2	Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Приборы для измерения давления. Сообщающиеся сосуды. Давление на плоские и цилиндрические стенки
3	3-4	Практическое применение уравнения Д. Бернулли
	5	Гидродинамическое подобие и режимы течения жидкости Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.

		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.
4	6	Истечение жидкости в атмосферу из малого отверстия в тонкой стенке при постоянном давлении. Коэффициенты скорости, сжатия, расхода. Истечение жидкости через насадки. Назначение и классификация трубопроводов. Основные формулы для расчета трубопроводов.
5	8	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.
6	9	Гидравлические двигатели. Назначение и общая классификация.

### 5.3. Лабораторные занятия

№ темы	№ л/р	Название лабораторной работы
2	1	Исследование методов измерения уровня, расхода, скорости, температуры и давления рабочей жидкости
2	2	Экспериментальное исследование и обоснование основного уравнения гидростатики
3	3	Демонстрация уравнения Бернулли. Построение пьезометрической линии и линии полного напора
3	4	Определение критической величины скорости движения воды в трубе
3	5	Определение коэффициентов местных сопротивлений
2	6	Исследование работы трубопровода
2	7	Исследование истечения из отверстия при переменном напоре
5	8	Испытание центробежного насоса
5	9	Испытание шестеренного насоса с переливным клапаном

### 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, гидромашин 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.	<a href="http://www.e.lanbook.com">www.e.lanbook.com</a> Электронно-библиотечная система «Лань»
2.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» ( <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> )
3.	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a> /Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
4.	Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <a href="http://www.mami.ru">www.mami.ru</a> в разделе «Библиотека Московского Политеха» ( <a href="http://lib.mami.ru/ebooks/">http://lib.mami.ru/ebooks/</a> ).
5.	Национальная электронная библиотека ( <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a> )
6.	ЭБС «Юрайт» ( <a href="http://www.urait.ru">www.urait.ru</a> )

## 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
44.	Гидравлика	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 «Гидравлика» и реализация компетентностного 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](http://www.fero.ru), [www.i-exam.ru](http://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 выполня-

ется 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 её характер, тему и круг вопросов, которые в её 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 материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

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 «Гидравлика» 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  
«ГИДРАВЛИКА»**

Электросталь 2025

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

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
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
<b>ПК-6 - Способность прогнозировать техническое состояние основных механизмов КШО;</b>				
<b>Знать:</b> основные законы равновесия и движения жидкостей, использующиеся при исследовании современных и перспективных гидравлических систем.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний основных законов равновесия и движения жидкостей, использующиеся при исследовании современных и перспективных гидравлических систем.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний основных законов равновесия и движения жидкостей, использующиеся 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, использующиеся 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, использующиеся при исследовании современных и перспективных гидравлических систем. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
<b>Уметь:</b> применять методы исследования гидравлических устройств и систем, проводить	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы исследования гидравлических	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений применять методы исследования гидравлических	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений применять методы исследования гидравлических	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений применять методы исследования гидравлических

эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы.	устройств и систем, проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы.	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.	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.	различных устройств и систем, проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>Владеть:</b> 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 данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успева-

емости 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.	Наука гидравлика и ее задачи.
2.	Основные свойства жидкости и газов
3.	Гидростатическое давление и его свойства
4.	Приборы для измерения давления.
5.	Основное уравнение гидростатики
6.	Давление жидкости на твердые поверхности
7.	Закон Паскаля
8.	Уравнение неразрывности
9.	Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
10.	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости
11.	Режимы течения жидкости
12.	Критическая скорость течения. Число Рейнольдса
13.	Структура ламинарного потока
14.	Структура турбулентного потока
15.	Гидравлические сопротивления

16.	Потери на трение по длине потока
17.	Местные потери напора в трубах
18.	Истечение из малого отверстия
19.	Истечение из затопленного отверстия
20.	Истечение при переменном напоре
21.	Истечение из насадок
22.	Движение жидкости по трубопроводам
23.	Гидравлический удар в трубах
24.	Классификация гидравлических машин.
25.	Классификация и основные рабочие параметры насосов.
26.	Поршневые насосы.
27.	Классификация и основные параметры гидродвигателей
28.	Гидродвигатели динамического действия
29.	Лопастные гидродвигатели.
30.	Активные и реактивные турбины.

## Вопросы и задания для проведения текущего контроля

### Контрольная работа

#### Типы контрольных задач

1. Определить удельный вес керосина, если плотность керосина составляет  $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$
2. При температуре  $0^0$  нефть занимает объем и резервуаре  $V = 117, \text{м}^3$ . Определить изменение объема при изменении температуры на  $30^0$ . Коэффициент температурного расширения нефти принять равным  $0,00072 \text{ 1/град}$ .
3. При гидравлическом испытании трубопровода заполненного водой допускается падение давления  $\Delta P = 4,9 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . Определить допустимую величину утечки, если вместимость системы  $V = 80 \text{ м}^3$ . Коэффициент объемного сжатия принять равным  $\beta_p = 1/(2 \cdot 10^9) \text{ Па}^{-1}$ .
4. Кинематическая вязкость нефти составляет  $\nu = 0,6139 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ . Вычислить динамическую вязкость нефти, если ее плотность  $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$ .
5. Определить избыточное давление в забое скважины глубиной  $h = 85 \text{ м}$ , которая заполнена глинистым раствором плотностью  $\rho = 1250 \text{ кг/м}^3$ .
6. Определить абсолютное давление в точке А, расположенной на глубине  $h = 1 \text{ м}$  под поверхностью воды в неподвижном сосуде при нормальных условиях ( $P_{\text{атм.}} = 760 \text{ мм рт.ст.} = 101325 \text{ Н/м}^2$ , плотность воды  $\rho_{t=20^0} = 1000 \text{ кг/м}^3$ .)
7. Определить вес груза установленного на круглом металлическом понтоне диаметром  $d = 4 \text{ м}$ , если после установки груза осадка понтона увеличилась на  $h = 0,6 \text{ м}$ , плотность воды  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .
8. Определить необходимую массу груза, препятствующую подъему верхней опоки при отливке чугунной плиты размером  $L \cdot B = 800 \cdot 600 \text{ мм}$  толщиной  $\delta = 30 \text{ мм}$  (см. рис.), если уровень жидкого чугуна в литнике находится на  $H = 300 \text{ мм}$  выше плоскости разъема опок, а масса верхней опоки с формовочной смесью  $60 \text{ кг}$ . Плотность чугуна составляет  $7,1 \text{ г/см}^3$ , массой чугуна в литниках пренебречь.
9. 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.
10. 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.

11. 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  $\nu=1,306\cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ .

12. 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  $10\text{ м/с}$ . 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.

13. По трубе диаметром  $d=50\text{мм}$  и длиной  $l=1\text{м}$ , имеющей плавный поворот на  $90^\circ$  и абсолютную шероховатость стенки  $\Delta=0,2\text{мм}$  движется вода ( $\nu=1,12\cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ ) в количестве  $15\text{ м}^3/\text{час}$ . Определить общие гидравлические потери в трубе. Коэффициент местного сопротивления для случая плавного поворота на  $90^\circ$  принять равным  $\xi=0,15$ . Представить графическое решение задачи.

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

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

16. Движение дымовых газов, температура которых  $t=800^\circ$  ( $\nu=0,0131\cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ ), в термической печи, происходящее со скоростью  $5\text{ м/с}$ , должно изучаться на водяной модели при температуре  $10^\circ$  ( $\nu=1,31\cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ ). В каком масштабе должна быть выполнена модель при скорости протекания воды через нее  $W_m=0,5\text{ м/с}$ ?

17. Уровень воды в водонапорном баке на  $7\text{м}$  выше водоразборной задвижки. Определить расходную характеристику труб  $K$ , если длина трубы  $l=270\text{м}$ ; расход  $V=180\text{ м}^3/\text{час}$ . Эквивалентная длина местных сопротивлений может быть ориентировочно оценена в  $15\%$  от длины трубопровода.

### 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. Исследование методов измерения уровня, расхода, скорости, температуры и давления рабочей жидкости
2. Экспериментальное исследование и обоснование основного уравнения гидростатики
3. Демонстрация уравнения Бернулли. Построение пьезометрической линии и линии полного напора
4. Определение критической величины скорости движения воды в трубе
5. Определение коэффициентов местных сопротивлений
6. Исследование работы трубопровода
7. Исследование истечения из отверстия при переменном напоре
8. Испытание центробежного насоса
9. Испытание шестеренного насоса с переливным клапаном

## 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. Структура жидкостей
2. Сжимаемость и температурное расширение жидкостей и газов
3. Вязкость жидкостей и газов. Измерение вязкости
4. Гидростатическое давление и его свойства
5. Атмосферное давление и его измерение
6. Избыточное давление и его измерение
7. Разряжение и его измерение
8. Выталкивающая сила. Закон Архимеда
9. Давление жидкости и газов на твердые поверхности
10. Сила давления жидкости на дно сосуда
11. Уравнение Л.Эйлера для покоящейся жидкости
12. Основное уравнение гидростатики
13. Закон Паскаля. Принцип действия гидравлических прессов
14. Вращение жидкости в сосуде с постоянной скоростью
15. Уравнение неразрывности
16. Полная энергия частицы текущей жидкости
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. Использование средней скорости потока в уравнении Бернулли
21. Определение скорости течения жидкости
22. Определение расхода жидкости
23. Критическая скорость течения жидкости. Число Рейнольдса
24. Скорости и напряжения в ламинарном потоке
25. Скорости и напряжения в турбулентном потоке
26. Структура турбулентного потока. Гидродинамический пограничный слой
27. Критерии гидродинамического подобия. Физический смысл
28. Моделирование потоков жидкостей и газов
29. Потери на трение в гидравлически гладких и шероховатых трубах
30. Местные потери напора в трубах, их определение
31. Классификация насосов.
32. Принцип действия лопастного насоса, его характеристики.
33. Напор, подача, высота всасывания, мощность насоса. Как определяется коэффициент полезного действия?
34. Как подобрать требуемый насос с помощью характеристик?
35. Принцип действия вихревого насоса. Как определяется высота всасывания вихревого насоса?
36. Классификация и принцип действия объемных насосов.
37. Обратимость роторных насосов.

40. Охарактеризовать гидродвигатели прямолинейного и поворотного движения (устройство, принцип действия, основные параметры).

#### **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».

#### **Примерный перечень тестовых заданий**

1. Как называются разделы, на которые делится гидравлика?
  - а) гидростатика и гидромеханика;
  - б) гидромеханика и гидродинамика;
  - в) гидростатика и гидродинамика;
  - г) гидрология и гидромеханика.
2. Г гидростатика - раздел гидравлики, изучающий законы:
  - а) движения жидкости;
  - б) равновесия жидкости;
  - в) равновесия и движения жидкости.
3. Гидродинамика - раздел гидравлики, изучающий законы:
  - а) равновесия и движения жидкости;
  - б) движения жидкости;
  - в) равновесия жидкости.
4. В гидравлике рассматриваются жидкости:
  - а) газообразные;
  - б) газообразные и капельные;
  - в) капельные.
5. Для облегчения изучения законов движения жидкости введено понятие:
  - а) идеальная жидкость;
  - б) реальная жидкость;
  - в) идеальная и реальная жидкость.
6. Коэффициентом объемного сжатия характеризуется:
  - а) температурное расширение жидкости;
  - б) сжимаемость жидкости;

в) какое-то другое свойство жидкости.

7. В общем случае на жидкость действуют силы:

- а) объемные (массовые);
- б) поверхностные;
- в) объемные (массовые) и поверхностные.

8. Под действием объемных и поверхностных сил в жидкости возникает:

- а) гидродинамическое давление;
- б) гидростатическое и гидродинамическое давления;
- в) гидростатическое давление.

9. Гидростатическое давление - это давление присутствующее

- а) в движущейся жидкости;
- б) в покоящейся жидкости;
- в) в жидкости, находящейся под избыточным давлением;
- г) в жидкости, помещенной в резервуар.

10. Давление, на величину которого полное гидростатическое давление превышает атмосферное, называется:

- а) вакуумметрическим;
- б) избыточным или манометрическим;
- в) избыточным или вакуумметрическим.

11. Алгебраическая сумма атмосферного и избыточного давления называется:

- а) полным гидростатическим (или абсолютным);
- б) манометрическим давлением;
- в) вакуумметрическим давлением.

12. Уравнение поверхности равного давления имеет вид:

- а)  $Xdx - Y dy - Z dz = 0$ ;
- б)  $Xdx + Ydy + Zdz = 0$ ;
- в)  $Xdx + Ydy + Zdz = 0$ .

13. Основное уравнение гидростатики имеет вид:

- а)  $P = P_0 - \rho g h$ ;
- б)  $P = P_0 + \rho g h$ ;
- в)  $P = P_0 / \rho g h$

14. Закон Паскаля гласит

- а) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково;
- б) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям согласно основному уравнению гидростатики;
- в) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, увеличивается по мере удаления от свободной поверхности;
- г) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных с других сторон рассматриваемого объема жидкости.

15. Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется:

- а) открытым сечением;
- б) живым сечением;
- в) полным сечением;
- г) площадь расхода.

16. Если в потоке движущейся жидкости выделить элементарную площадку, ограниченную контуром, и через все его точки провести линии тока, то полученная трубчатая поверхность называется:

- а) трубкой потока;
- б) трубкой тока;
- в) потоком жидкости.

17. Та часть периметра живого сечения потока, которая соприкасается с твердой поверхностью, называется:

- а) гидравлическим радиусом;
- б) смоченным периметром;
- в) линией тока.

18. Количество жидкости, проходящее в единицу времени через живое сечение потока, называется:

- а) расходом жидкости;
- б) элементарной струйкой;
- в) смоченным периметром.

19. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид:

а)  $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \frac{v_2^2}{2g}$

б)  $z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$ ;

в)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$  ;

г)  $z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}$ .

20. Уравнение Бернулли для реальной жидкости имеет вид:

а)  $z_1 + \alpha_1 \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \alpha_2 \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} - \sum h$ ;

б)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$ ;

в)  $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{\rho g} + \sum h$ ;

г)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$ .

21. Для измерения скорости потока используется:

- а) трубка Пито;
- б) пьезометр;
- в) вискозиметр;
- г) трубка Вентури.

22. Гидравлическое сопротивление это

- а) сопротивление жидкости к изменению формы своего русла;

- б) сопротивление, препятствующее свободному прохождению жидкости;
- в) сопротивление трубопровода, которое сопровождается потерями энергии жидкости;
- г) сопротивление, при котором падает скорость движения жидкости по трубопроводу.

23. На какие виды делятся гидравлические сопротивления?

- а) линейные и квадратичные;
- б) местные и нелинейные;
- в) нелинейные и линейные;
- г) местные и линейные.

24. Местные потери энергии вызваны:

- а) наличием линейных сопротивлений;
- б) наличием местных сопротивлений;
- в) массой движущейся жидкости;
- г) инерцией движущейся жидкости.

25. Упорядоченное движение, когда отдельные слои жидкости скользят друг по другу, не перемешиваясь, называется:

- а) турбулентным режимом;
- б) ламинарным режимом;
- в) переходным режимом;

26. Беспорядочное движение, когда частицы жидкости движутся по сложным траекториям, и слои жидкости постоянно перемешиваются друг с другом, называется:

- а) турбулентным режимом
- б) ламинарным режимом
- в) переходным режимом

27. Число Рейнольдса определяется по формуле:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } Re = \frac{vd'}{\mu}; & \text{б) } Re = \frac{vd'}{\nu}; \\ \text{в) } Re = \frac{vd'}{\nu}; & \text{г) } Re = \frac{v\ell}{\nu}. \end{array}$$

28. Какие трубопроводы называются простыми?

- а) последовательно соединенные трубопроводы одного или различных сечений без ответвлений;
- б) параллельно соединенные трубопроводы одного сечения;
- в) трубопроводы, не содержащие местных сопротивлений;
- г) последовательно соединенные трубопроводы содержащие не более одного ответвления.

29. По степени заполнения поперечного сечения жидкостью трубопроводы бывают:

- а) безнапорные;
- б) напорные и безнапорные;
- в) напорные.

30. Длинные трубопроводы делятся на:

- а) сложные;
- б) простые и сложные;
- в) простые.

31. Сложные трубопроводы делят на:

- а) кольцевые;

- б) тупиковые;
- в) тупиковые и кольцевые.

32. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости называется:

- а) гидравлическим ударом;
- б) гидравлическим напором;
- в) гидравлическим скачком;
- г) гидравлический прыжок.

33. Гидравлическими машинами называют

- а) машины, вырабатывающие энергию и сообщаемые ее жидкости;
- б) машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам;
- в) машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода;
- г) машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию.

34. Машины, которые сообщают энергию жидкости или получают энергию от жидкости при прохождении последней через полости рабочих органов машины, называются:

- а) насосами;
- б) гидравлическими двигателями;
- в) гидравлическими машинами.

35. Последовательная работа насосов применяется для увеличения:

- а) напора;
- б) подачи;
- в) подачи и напора.

36. Объемные гидродвигатели с возвратно-поступательным движением выходного звена называются:

- а) поворотными гидродвигателями;
- б) гидроцилиндрами;
- в) гидромоторами.

**Критерии оценки:**

- отлично - от 90% до 100% правильных ответов;
- хорошо - от 75% до 90% правильных ответов;
- удовлетворительно - от 55% до 75% правильных ответов;
- неудовлетворительно - менее 55% правильных ответов.