

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

Б. М.Насибулина

«6» мая 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой физики

С.А. Тишква

«7» мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ГИДРОГАЗОДИНАМИКА**

Составитель(-и)	<b>Исмухамбетова А.С., кандидат пед. наук, доцент, доцент кафедры теоретической физики и методики преподавания физики</b>
Направление подготовки	<b>20.03.01 Техносферная безопасность</b>
Направленность (профиль) ОПОП	<b>Безопасность жизнедеятельности в техносфере</b>
Квалификация (степень)	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очное</b>
Год приема (курс)	<b>2023</b>
Курс	<b>3</b>
Семестр	<b>5</b>

Астрахань, 2025 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» является изучение законов движения и равновесия жидкости и газа и применение этих законов к решению конкретных технических задач по разработке, выбору и эксплуатации систем защиты человека и среды обитания, а также локализации и ликвидации аварий и катастроф.

1.2. Задачей освоения дисциплины является применение основных законов гидрогазодинамики к анализу гидро- и газотехнических конструкций и их элементов, определение негативных факторов и техногенного риска функционирования основных видов гидро- и газотехнических систем в рамках производства.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина относится к обязательной части учебного плана программы по направлению подготовки «20.03.01 Техносферная безопасность», осваивается в 5 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами: физика, математика.

Знания: знание математического аппарата, необходимого для решения задач гидравлики, методов математического исследования прикладных вопросов гидродинамики, понятий классической и современной физики.

Умения: умение применять математический аппарат и законы физики для решения задач гидравлики.

Навыки: навыки владения методами решения задач гидравлики.

2.3. Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- природопользование, физико-химические процессы в техносфере.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.

ПК-3. Способен проводить экспертизу проектов действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и	ОПК-1.1. Знает методы и приемы информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности,	ОПК-1.2. Умеет применять методики информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной	ОПК-1.3. Владеет навыками использования измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении

вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	измерительной и вычислительной техники	с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека с учетом современных тенденций развития техники и технологий	типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека
ПК-3. Способен проводить экспертизу проектов действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации	ПК-3.1 Знает нормативную документацию, порядок проведения и организации экспертизы проектов действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации	ПК-3.2. Умеет выявлять в технологической цепочке процессы, операции и оборудование, оказывающие основное влияние на степень негативного воздействия организации на окружающую среду и определять технологические процессы, оборудование, технические способы, методы в качестве наилучшей доступной технологии в организации	ПК-3.3. Владеет методами анализа результатов по оценке воздействия на окружающую среду при расширении, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа, из них 36 часов на аудиторную работу отводится (лекций - 18 ч., практических занятий - 18 ч.), самостоятельная работа - 72 ч.

Таблица 2.

Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование радела (темы)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1	Основные законы гидростатики	5	3	3			10	Решение задач
2	Виды движения, основные гидравлические параметры потока	5	2	2			10	Опрос
3	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Уравнения Эйлера и их интегрирование	5	3	3			10	контрольная работа 1

4	Режимы движения жидкости	5	2	2			10	Коллоквиум 1
5	Определение потерь напора (удельной энергии)	5	3	3			10	Решение задач
6	Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы	5	3	3			10	контрольная работа 2
7	Гидравлические расчеты напорных трубопроводов, гидравлический удар	5	2	2			12	Коллоквиум 2
<b>ИТОГО</b>			<b>18</b>	<b>18</b>			<b>72</b>	<b>ЭКЗАМЕН</b>

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

**Таблица 3. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции	
		1	$\Sigma$ общее количество компетенций
Основные законы гидростатики	16	ОПК-1, ПК-3	2
Виды движения, основные гидравлические параметры потока	14	ОПК-1, ПК-3	2
Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Уравнения Эйлера и их интегрирование	16	ОПК-1, ПК-3	2
Режимы движения жидкости	14	ОПК-1, ПК-3	2
Определение потерь напора (удельной энергии)	16	ОПК-1, ПК-3	2
Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы	16	ОПК-1, ПК-3	2
Гидравлические расчеты напорных трубопроводов, гидравлический удар	16	ОПК-1, ПК-3	2
<i>Итого</i>	108		2

### **Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)**

**1. Основные законы гидростатики.** Гидростатическое давление, его основные свойства. Уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера). Основное уравнение гидростатики. Гидростатическое давление в точке, избыточное и вакуумметрическое давление. Поверхности равного давления. Эпюры избыточного давления. Гидростатический

парадокс. Сила гидростатического давления на произвольно ориентированные плоские поверхности. Сила давления жидкости на цилиндрические поверхности. Центр давления.

**2. Виды движения, основные гидравлические параметры потока.** Установившееся и неустановившееся движение. Модель потока, линии тока, элементарная струйка жидкости. Понятие о вихревом и безвихревом (потенциальном) движении. Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус. Местная скорость, средняя скорость в живом сечении, эпюры скоростей. Напорное и безнапорное движение жидкости, гидравлические струи. Равномерное и неравномерное движение жидкости (плавно изменяющееся и резко изменяющееся). Уравнение неразрывности.

**3. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Уравнения Эйлера и их интегрирование.** Уравнение Бернулли для частных случаев, для невязкой и вязкой жидкости. Пьезометрический и гидравлический уклоны. Применение уравнения Бернулли для расчета напорных трубопроводов.

**4. Режимы движения жидкости.** Ламинарный и турбулентный режимы движения. Критерий Рейнольдса. Распределение касательных напряжений и скоростей в круглой трубе. Пульсация скоростей и давлений. Осредненная скорость, пульсационные составляющие (скорость пульсации).

**5. Определение потерь напора (удельной энергии).** Гидравлические сопротивления. Структура формул для определения потерь напора. Местные потери напора. Потери напора по длине. Основные данные о гидравлическом коэффициенте трения (коэффициенте Дарси)  $\lambda$ . Формулы для коэффициента  $\lambda$ . Основное уравнение равномерного движения. Формулы для определения коэффициента Шези.

**6. Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы.** Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре. Виды сжатия струи. Виды насадков. Действующий напор. Коэффициенты расхода, скорости, сжатия струи. Гидравлически короткие трубы. Коэффициент расхода системы. Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы при переменном напоре.

**7. Гидравлические расчеты напорных трубопроводов, гидравлический удар.** Основные расчетные уравнения простого гидравлически длинного трубопровода. Составной трубопровод. Последовательное и параллельное соединение. Потери напора при изменяющемся по длине расходе. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского. Различные виды гидравлического удара.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения.

Текущей формой контроля являются опросы. Текущий контроль предусматривает: учет активности студентов в ходе проведения практических занятий, участие в опросах, решение задач. Итоговый контроль проводится в форме устного экзамена по темам дисциплины.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

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

**Таблица 4.**

## Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер радела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1	Основные законы гидростатики	10	Изучение лекций, научной и учебной литературы подготовка к коллоквиуму, к контрольным работам, экзамену
Тема 2	Виды движения, основные гидравлические параметры потока	10	Изучение лекций, научной и учебной литературы подготовка к коллоквиуму, к контрольным работам, экзамену
Тема 3	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Уравнения Эйлера и их интегрирование	10	Изучение лекций, научной и учебной литературы подготовка к коллоквиуму, к контрольным работам, экзамену
Тема 4	Режимы движения жидкости	10	Изучение лекций, научной и учебной литературы подготовка к коллоквиуму, к контрольным работам, экзамену
Тема 5	Определение потерь напора (удельной энергии)	10	Изучение лекций, научной и учебной литературы подготовка к коллоквиуму, к контрольным работам, экзамену
Тема 6	Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы	10	Изучение лекций, научной и учебной литературы подготовка к коллоквиуму, к контрольным работам, экзамену
Тема 7	Гидравлические расчеты напорных трубопроводов, гидравлический удар	12	Изучение лекций, научной и учебной литературы подготовка к коллоквиуму, к контрольным работам, экзамену

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно. Не предусмотрены

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

### 6.1. Образовательные технологии

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line или off-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, выполнения лабораторных работ.

**Таблица 5**

### **Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

Раздел, тема	Форма учебного занятия
--------------	------------------------

дисциплины (модуля)	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Основные законы гидростатики	<i>Обзорная лекция</i>	<i>выполнение лабораторных работ, устный опрос, решение типовых задач</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 2. Виды движения, основные гидравлические параметры потока	<i>Лекция-диалог</i>	<i>выполнение лабораторных работ, устный опрос, решение типовых задач</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 3. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Уравнения Эйлера и их интегрирование	<i>Лекция-презентация</i>	<i>выполнение лабораторных работ, устный опрос, решение типовых задач</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 4. Режимы движения жидкости	<i>Лекция</i>	<i>выполнение лабораторных работ, устный опрос, решение типовых задач</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 5. Определение потерь напора (удельной энергии)	<i>Лекция-диалог</i>	<i>выполнение лабораторных работ, устный опрос, решение типовых задач</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 6. Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы	<i>Лекция-презентация</i>	<i>выполнение лабораторных работ, устный опрос, решение типовых задач</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 7. Гидравлические расчеты напорных трубопроводов, гидравлический удар	<i>Лекция-диалог</i>	<i>выполнение лабораторных работ, устный опрос, решение типовых задач</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 8. Установившееся движение жидкости в открытых руслах, равномерное и неравномерное движение жидкости в призматических руслах	<i>Видеолекция</i>	<i>выполнение лабораторных работ, устный опрос, решение типовых задач</i>	<i>Не предусмотрено</i>

## 6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета в учебном процессе: рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.;

- использование электронных учебников и различных сайтов как источников информации;

- использование электронной почты преподавателя;

- использование средств представления учебной информации: электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.;

- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы;

- использование виртуальной обучающей среды (или системы управления обучением LMS Moodle) или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

### 6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Blender	Средство создания трехмерной компьютерной графики
Cisco Packet Tracer	Инструмент моделирования компьютерных сетей
Google Chrome	Браузер
Far Manager	Файловый менеджер
Lazarus	Среда разработки
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
Maple 18	Система компьютерной алгебры
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО «Информ-систем».

<https://library.asu.edu.ru>

2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ».

<https://biblio.asu.edu.ru>

*Учетная запись образовательного портала АГУ  
(Регистрация в 905 аудитории. Пристрой)*

3. Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ - Российская государственная библиотека (РГБ) является уникальным хранилищем подлинников диссертаций, защищенных в стране с 1944 года по всем специальностям. В настоящее время ЭБД содержит около 898178 полных текстов диссертаций и авторефератов.

<http://dvs.rsl.ru>

*Регистрация самостоятельная на сайте [vchz.rsl.ru/register](http://vchz.rsl.ru/register) из любого места в сети Интернет  
После регистрации необходимо обратиться к администратору для подтверждения заявки  
Доступ с компьютеров АГУ*

4. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.

[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

*Регистрация с компьютеров АГУ*

5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru ООО «РУНЭБ» - крупнейший российский информационный портал. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии журналов. Доступ организован к 66 наименованиям журналов.

<http://elibrary.ru>

*Регистрация с компьютеров АГУ*

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Гидрогазодинамика» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 5. Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения и оценочных средств**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные законы гидростатики	<i>ОПК-1, ПК-3</i>	Решение задач, контрольная работа 1, экзамен, коллоквиум 1
2	Виды движения, основные гидравлические параметры потока	<i>ОПК-1, ПК-3</i>	Опрос, контрольная работа 1, экзамен, коллоквиум 1
3	Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Уравнения Эйлера и их интегрирование	<i>ОПК-1, ПК-3</i>	контрольная работа 1, экзамен, коллоквиум 1
4	Режимы движения жидкости	<i>ОПК-1, ПК-3</i>	контрольная работа 1, экзамен, коллоквиум 1
5	Определение потерь напора (удельной энергии)	<i>ОПК-1, ПК-3</i>	Решение задач, контрольная работа 2, экзамен, коллоквиум 2
6	Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы	<i>ОПК-1, ПК-3</i>	контрольная работа 2, экзамен, коллоквиум 2
7	Гидравлические расчеты напорных трубопроводов, гидравлический удар	<i>ОПК-1, ПК-3</i>	контрольная работа 2, экзамен, коллоквиум 2

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

**Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

5 «отлично»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; -неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; -выполнение заданий при подсказке преподавателя; - затруднения в формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	- неправильная оценка предложенной ситуации; -отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.

**Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

5 «отлично»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; -неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; -выполнение заданий при подсказке преподавателя; - затруднения в формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	- неправильная оценка предложенной ситуации; -отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.

## 7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### Тема1. Основные законы гидростатики.

#### Задачи:

1. Определить объем воды, который необходимо дополнительно подать в водовод диаметром  $d = 500$  мм и длиной  $l = 1$  км для повышения давления до  $\Delta p = 5 \times 10^6$  Па. Водовод подготовлен к гидравлическим испытаниям и заполнен водой при атмосферном давлении. Деформацией трубопровода можно пренебречь.

2. Определить среднюю толщину солевых отложений в герметичном водоводе внутренним диаметром  $d = 0,3$  м и длиной  $l = 2$  (рис. 1). При выпуске воды в количестве  $\Delta W = 0,05$  м<sup>3</sup> давление в водоводе падает на величину  $\Delta p = 1 \times 10^6$  Па. Отложения по диаметру и длине водовода распределены равномерно.

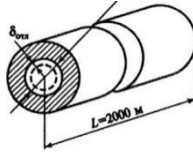


Рисунок 1

3. Определить изменение плотности воды при ее сжатии от  $p_1=1 \times 10^5$  Па до  $p_2=1 \times 10^7$  Па.
4. Несмешивающиеся жидкости с плотностями  $\rho_1, \rho_2$  и  $\rho_3$  находятся в сосуде (рис. 2). Определить избыточное давление на основании сосуда, если  $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_2 = 850 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_3 = 760 \text{ кг/м}^3$ ;  $h_1 = 1 \text{ м}$ ;  $p_{изб}$

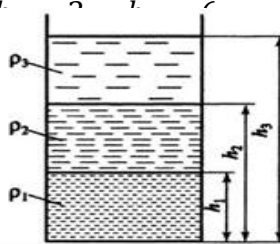


Рисунок 2

## Тема 2. Виды движения, основные гидравлические параметры потока.

Опрос:

1. Установившееся и неустановившееся движение.
2. Модель потока, линии тока, элементарная струйка жидкости.
3. Понятие о вихревом и безвихревом (потенциальном) движении.
4. Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус.
5. Местная скорость, средняя скорость в живом сечении, эпюры скоростей.
6. Напорное и безнапорное движение жидкости, гидравлические струи.
7. Равномерное и неравномерное движение жидкости (плавно изменяющееся и резко изменяющееся).
8. Уравнение неразрывности.

## Тема 3. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.

### Уравнения Эйлера и их интегрирование.

#### Контрольная работа 1

1. Определить объем воды, который необходимо дополнительно подать в водовод диаметром  $d = 500$  мм и длиной  $l = 1$  км для повышения давления до  $\Delta p = 5 \times 10^6$  Па. Водовод подготовлен к гидравлическим испытаниям и заполнен водой при атмосферном давлении. Деформацией трубопровода можно пренебречь.

2. В отопительной системе (котел, радиаторы и трубопроводы) небольшого дома содержится объем воды  $V = 0,4 \text{ м}^3$ . Сколько воды дополнительно войдет в расширительный сосуд при нагревании с  $20$  до  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

3. Два горизонтальных цилиндрических трубопровода А и В содержат соответственно минеральное масло плотностью  $900 \text{ кг/м}^3$  и воду плотностью  $1000 \text{ кг/м}^3$ . Высоты жидкостей, представленные на рис. 1, имеют следующие значения:

$h_{\text{м}} = 0,2 \text{ м}$ ;  $h_{\text{рм}} = 0,4 \text{ м}$ ;  $h_{\text{в}} = 0,9 \text{ м}$ . Зная, что гидростатическое давление на оси в трубопроводе А равно  $0,6 \cdot 10^5$  Па, определить давление на оси в трубопровода В.

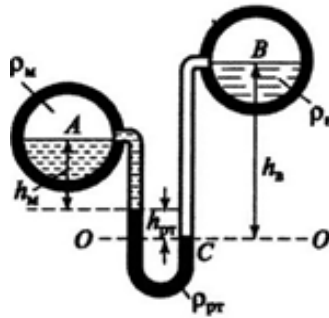


Рисунок 2

4. Для периодического аккумулярования дополнительного объема воды, получаемого при изменении температуры, к системе водяного отопления в верхней ее точке присоединяют расширительные резервуары, сообщающиеся с атмосферой. Определить наименьший объем расширительного резервуара при частичном заполнении водой. Допустимое колебание температуры воды во время перерывов в работе топки  $\Delta t = 95 - 70 = 25$  °С. Объем воды в системе  $V = 0,55$  м<sup>3</sup>.

#### Тема 4. Режимы движения жидкости.

##### Перечень вопросов к коллоквиуму 1

1. Основные физические свойства жидкостей и газов .
2. Основы кинематики.
3. Общие законы уравнения и статики и динамики жидкостей и газов.
4. Силы, действующие в жидкостях
5. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.
6. Модель идеальной (невязкой) жидкости.
7. Общая интегральная форма уравнения количества движения и момента количества движения.
8. Подобие гидромеханических процессов.

#### Тема 5. Определение потерь напора (удельной энергии).

Задачи:

1. Определить потери напора на трение в трубопроводе диаметром  $d = 250$  мм длиной  $l = 1000$  м, с абсолютной шероховатостью стен  $\Delta = 0,15$  мм, служащего для транспортирования нефти весовым расходом  $G = 2 \cdot 10^6$  кг/ч, и коэффициентом кинематической вязкости  $\nu = 0,3$  см<sup>2</sup>/с, плотностью  $\rho = 880$  кг/м<sup>3</sup>.

2. Расход воды при температуре 10 °С в горизонтальной трубе кольцевого сечения, состоящей из двух концентрических оцинкованных стальных труб (при кольцевом расстоянии между трубами  $K_s = 0,15$  мм),  $Q = 0,0075$  м<sup>3</sup>/с. Внутренняя труба имеет наружный диаметр  $d = 0,075$  м, а наружная труба имеет внутренний диаметр  $D = 0,1$  м. Определить потери напора на трение на длине трубы  $l = 300$  м.

3. Определить потери напора на трение в трубопроводе диаметром  $d = 250$  мм длиной  $l = 1000$  м, с абсолютной шероховатостью стен  $\Delta = 0,15$  мм, служащего для транспортирования нефти весовым расходом  $G = 2 \cdot 10^6$  кг/ч, и коэффициентом кинематической вязкости  $\nu = 0,3$  см<sup>2</sup>/с, плотностью  $\rho = 880$  кг/м<sup>3</sup>.

4. Вода течет по горизонтальной трубе, внезапно сужающейся с диаметра  $d_1 = 0,2$  м до диаметра  $d_2 = 0,1$  м. Расход воды  $Q = 0,02$  м<sup>3</sup>/с. Определить, какую разность уровней ртути  $h_{рт}$  покажет манометр.

дифференциальный ртутный манометр, включенный в месте изменения сечения трубы.  
Температура воды  $20^{\circ}\text{C}$ .

## Тема 6. Истечение через отверстия, насадки и короткие трубы

### Контрольная работа 2

1. Грунтовые воды, формирующие систему с нефтяным пластом, выходят на поверхность (рис. 2). Какова должна быть плотность глинистого раствора, применяемого при бурении ( $\rho_{min}$ ), чтобы не было фонтанирования нефти при вскрытии пласта? Глубина скважины  $h=2500$  м; расстояние между уровнем выхода подземных вод на поверхность и границей вода–нефть  $h_1 = 3200$  м; расстояние между уровнем выхода грунтовых вод на поверхность и устьем скважины  $h_2 = 600$  м; плотность подземных вод  $\rho_в = 1100 \text{ кг/м}^3$ ; плотность нефти  $\rho_н = 850 \text{ кг/м}^3$ .

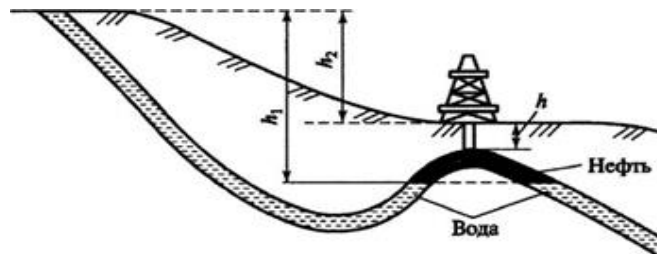


Рисунок 3

2. Как изменится число Рейнольдса при изменении диаметра трубопровода от меньшего к большему и при сохранении постоянного расхода жидкости  $Q=\text{const}$ ?

3. Расходомер Вентури расположен в наклонном трубопроводе с диаметрами  $d_1=0,25$  м,  $d_2=0,1$  м (рис.3). В двух сечениях ртутным манометром производится замер разности давлений. Зная разницу давлений  $h=0,1$  м ртутного столба, определить расход воды ( $\rho_{рт}=13600 \text{ кг/м}^3$ ).

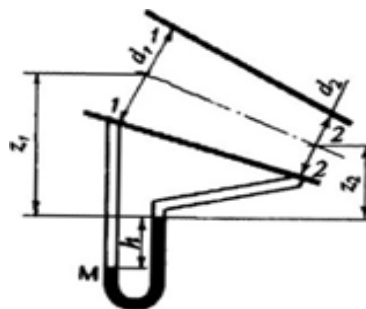


Рисунок 4

4. Распределение скорости в поперечном сечении потока жидкости с коэффициентом динамической вязкости  $\mu = 0,05 \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$  соответствует выражению  $v = 20\gamma - 0,5\gamma^2$ . Определить тангенциальное напряжение трение  $\tau_{max}$ .

## Тема 7. Гидравлические расчеты напорных трубопроводов, гидравлический удар

### Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен Перечень вопросов к коллоквиуму 2

1. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной форме

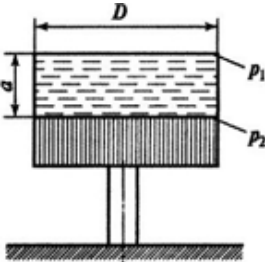
2. Турбулентность и её основные статистические характеристики
3. Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса
4. Общая схема применения численных методов и их реализация на ЭВМ
5. Одномерные потоки жидкостей и газов
6. Гидравлические машины
7. Гидропередачи и гидропневмоприводы. Гидро- и пневмотранспорт

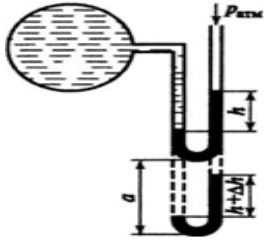
### Перечень вопросов к экзамену

1. Жидкость и силы действующие на нее.
2. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре.
3. Механические характеристики и основные свойства жидкостей.
4. Истечение при несовершенном сжатии.
5. Гидростатическое давление.
6. Истечение под уровень.
7. Основное уравнение гидростатики.
8. Истечение через насадки при постоянном напоре.
9. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку.
10. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре (опорожнение сосудов).
11. Давление жидкости на цилиндрическую поверхность.
12. Истечение из-под затвора в горизонтальной лотке.
13. Закон Архимеда и его приложение.
14. Давление струи жидкости на ограждающие поверхности
15. Поверхности равного давления.
16. Общие сведения о гидромашинах. Классификация насосов и гидродвигателей.
17. Основные понятия о движении жидкости.
18. Принцип действия динамических и объемных машин. Основные параметры: подача (расход), напор, мощность, КПД.
19. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
20. Баланс мощности в гидромашинах. Принцип действия гидропередач.
21. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
22. Назначение и области применения гидродинамических передач. Принцип действия и классификация.
23. Измерение скорости потока и расхода жидкости.
24. Принцип действия объемных гидропередач. Основные понятия и определения. Области применения гидроприводов.
25. Режимы движения жидкости.
26. Объемные гидроприводы. Назначение и область применения гидродинамических передач. Классификация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена и другим признакам.
27. Кавитация.
28. Гидравлический транспорт. Значение. Классификация. Гидротранспорт структурных и неструктурных сред.
29. Потери напора при ламинарном течении жидкости.
30. Значение сельскохозяйственного водоснабжения.
31. Потери напора при турбулентном течении жидкости.
32. Водоснабжение из поверхностных и подземных источников. Схемы. Нормы водопотребления.
33. Местные гидравлические сопротивления.
34. Насосные станции. Водопроводная сеть. Системы.
35. Примеры гидромеханических задач из различных отраслей техники.

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<p>ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.</p> <p>ПК-3. Способен проводить экспертизу проектов действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации.</p>				
1	Задание закрытого типа	<p>Благодаря _____ стало возможным получение дифференциальных уравнений равновесия и движения жидкости.</p> <p><b>Варианты ответов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. теории сплошности</li> <li>2. постоянству давления</li> <li>3. растворимости</li> <li>4. постоянству температуры</li> </ol>	1	1
2		<p>Модельные жидкости в «Гидравлике» применяют для ...</p> <p><b>Варианты ответов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. усложнения строения жидкости</li> <li>2. упрощения строения жидкости</li> <li>3. облегчения применения уравнений механики</li> <li>4. усложнения теории механики жидкости</li> </ol>	2	1
3		<p>В «Гидравлике» применяются ... виды исследования.</p> <p><b>Варианты ответов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. аналитические и экспериментальные</li> <li>2. только экспериментальные</li> <li>3. только аналитические</li> <li>4. аналитические, экспериментальные и ряд других</li> </ol>	1	1
4		<p>При изучении явлений в гидравлике применяются модели ...</p> <p><b>Варианты ответов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. стационарные без подобия явлений</li> <li>2. с применением теории подобия и определенных методик моделирования</li> <li>3. аналитические без подобия явлений</li> <li>4. экспериментальные без подобия явлений</li> </ol>	2	1
5		<p><b>Вопрос № 3.1</b></p> <p>Кипение воды при температуре ниже 100 °C связано с (со) ...</p> <p><b>Варианты ответов:</b></p>	4	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		1. увеличением величины поверхностного натяжения 2. теплопроводностью жидкости 3. растворением газов в жидкости 4. снижением давления на поверхности жидкости		
6	Задание открытого типа	На зафиксированный на полу поршень опирается цилиндрический сосуд без дна, заполненный водой. Определить величины давления $p_1$ и $p_2$ (рис.), если вес сосуда $G = 10^3$ Н; $\rho = 1000$ кг/м <sup>3</sup> ; $a = 0,8$ м; $D = 0,4$ м; $g \sim 10$ м/с <sup>2</sup> . 	Определим давление, создаваемое весом сосуда: $p_1 = \frac{4G}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,16 \cdot 10^3} = \frac{4 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,04} = 7960 \text{ Н/м}^2$ Давление, создаваемое весом сосуда $p_1$ и весом воды, находящейся в сосуде, найдем следующим образом: $= p_1 + \rho \cdot g \cdot a = 8000 + 0,8 \cdot 1000 \cdot 10 = 15\,960 \text{ Н/м}^2$	5
7		С помощью ртутного манометра измеряется гидростатическое давление в трубопроводе воде ( $\rho_w = 1000$ кг/м <sup>3</sup> ). Манометр изготовлен из пластичного материала (резиновый шланг) и может растягиваться, увеличиваясь в размерах, например, на величину $a$ . (рис.). Найти величину $\Delta h$ – изменение показания $h$ ртутного манометра.	Запишем уравнение равновесия для левой и правой ветвей ртутного манометра (величина $a$ резинового шланга составлена из высот ртутного и водяного столбов, имеющих одинаковую высоту $\Delta h$ слева и справа ртутного манометра): или через относительную плотность: $a = \delta \Delta h - \Delta h, \text{ тогда } \Delta h = \frac{a}{\delta - 1}$ $\frac{a}{12,6}$	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
				
8		<p>Что представляет собой понятие жидкости в гидравлике?</p>	<p><i>Жидкостью</i> в гидравлике называют физическое тело способное изменять свою форму при воздействии на нее сколь угодно малых сил. Различают два вида жидкостей: жидкости капельные и жидкости газообразные. Капельные жидкости представляют собой жидкости в обычном, общепринятом понимании этого слова (вода, нефть, керосин, масло и т.д.). Газообразные жидкости - газы, в обычных условиях представляют собой газообразные вещества (воздух, кислород, азот, пропан и т.д.).</p>	3
9		<p>Что такое вязкость жидкости?</p>	<p><i>Вязкость жидкости</i> - свойство жидкости сопротивляться скольжению или сдвигу ее слоев. Суть ее заключается в возникновении внутренней силы трения между движущимися слоями жидкости, которая определяется по формуле Ньютона</p> $T = \mu S \frac{dv}{dy} \text{ (Н)},$ <p>где <math>S</math> - площадь слоев жидкости или стенки, соприкасающейся с жидкостью, <math>\text{м}^2</math>,  <math>\mu</math> - динамический коэффициент вязкости, или сила вязкостного трения,  <math>d / dy</math> - градиент скорости, перпендикулярный к поверхности сдвига.</p>	2
10		<p>В чем проявляется химическая и механическая стойкость жидкости?</p>	<p><i>Химическая и механическая стойкость.</i> Характеризует способность жидкости сохранять свои первоначальные физические свойства при эксплуатации и хранении.</p>	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			Окисление жидкости сопровождается выпадением из нее смол и шлаков, которые откладываются на поверхности элементов гидропривода в виде твердого налета. Снижается вязкость и изменяется цвет жидкости. Продукты окисления вызывают коррозию металлов и уменьшают надежность работы гидроаппаратуры. Налет вызывает заклинивание подвижных соединений, плунжерных пар, дросселирующих отверстий, разрушение уплотнений и разгерметизацию гидросистемы.	

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям: ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем; участие в дискуссии по предложенной проблематике. Устный экзамен проводится преподавателем по вопросам, которые составляются с учетом пройденного материала, как на лекционных, так и на практических занятиях. Студент, имеющий все оценки за работу на практических занятиях, и курсовой работы включительно, имеет возможность на получение оценки за итоговый экзамен равной накопленной без непосредственной сдачи. При желании получить более высокую итоговую оценку студент приступает к сдаче экзамена; ему предлагается для ответа один вопрос.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра. Критерии оценивания знаний студентов по дисциплине.

**Таблица 10**

#### **Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Основной блок</b>				
–	<i>Ответ на занятии</i>		20	
–	<i>Выполнение практического задания</i>		20	
–	...			
<b>Всего</b>			<b>40</b>	-
<b>Блок бонусов</b>				
–	<i>Посещение занятий</i>		5	
–	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>		5	
–	...			
<b>Всего</b>			<b>10</b>	-
<b>Дополнительный блок**</b>				

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
–	<i>Экзамен</i>		50	
<b>Всего</b>			<b>50</b>	-
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	-

Таблица 11

**Система штрафов (для одного занятия)**

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-...1
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-...1
<i>Неготовность к занятию</i>	-...1
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-...1
...	-...1

Таблица 12

**Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)**

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	
60–64	3 (удовлетворительно)
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

**8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

8.1. Основная литература:

1. Брюханов О.И. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : Учебник. - М. : ИНФРА-М, 2022. - 254 с. - 120-90. (15 экз.)
2. Галдин Н.С. Основы гидравлики и гидропривода: учебное пособие /Н.С.Галдин. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2020. – 145 с.
3. Гидрогазодинамика (с элементами процессов и аппаратов) : учебное пособие / Е. А. Крестин, А. Л. Лукс, А. Г. Матвеев, А. В. Шабанова. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2023. — 366 с. — ISBN 978-5-9585-0625-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/49890.html>. (ЭБС IPR BOOKS)
4. Калицун В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация : рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. пособ. для вузов ... "Промышленное и гражданское строительство". - 4-е изд. ;перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 2024. - 397 с. - ISBN 5-274-00833-X: 255-50, 250-00 : 255-50, 250-00. (39 экз.)
5. Кузнецов, В. А. Основы гидрогазодинамики : учебное пособие / В. А. Кузнецов. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.

- Шухова, ЭБС АСВ, 2022. — 108 с. — ISBN 978-5-361-00168-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/28374.html>. (ЭБС IPR BOOKS)
6. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: в 10 т. Т. 6. Гидродинамика : рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. пособ. для физических специальностей ун-тов / под ред. Л.П. Питаевского. - 5-е изд. ; стереотип. - М. :Физматлит, 2023. - 736 с. - ISBN 5-9221-0121-8: 467-52, 469-33 : 467-52, 469-33. (47 экз.)
  7. Метревели В.Н. Сборник задач по курсу гидравлики с решениями: Учеб. пособие для вузов/ В.Н. Метревели. - 2-е изд., стер. - М. :Высш. шк., 2020. - 192 с. ISBN 978-5-06-005955-7.
  8. Тужилкин А.М., Гидравлика [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Тужилкин А.М., Злобин Е.К., Бурдова М.Г., Белоусов Р.О. - М. : Издательство АСВ, 2021. - 272 с. - ISBN 978-5-93093-807-4 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938074.html>. (ЭБС «Консультант студента»).
  9. Угинчус А. А. Гидравлика и гидравлические машины: учебник /А. А. Угинчус. - М.: Аз-book, 2022. - 395 с.
  10. Ухин Б. В. Гидравлика учебное пособие / Б. В. Ухин. - М. : Форум, 2022. - 464 с.
  11. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. - М.-Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика: Ин-т компьютерных исследований, 2021. - 436 с. - (Современные нефтегазовые технологии). - ISBN 5-93972-591-0.
  12. Часс С.И. Гидромеханика в примерах и задачах: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2020 с. ISBN 5-8019-0119-1.
  13. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Часть 1. Основы механики жидкости и газа : рек. НМС по гидравлике М-ва образования РФ в качестве учеб. пособ. - 3-е изд. ; стереотип. - М. : МГИУ, 2022. - 192 с. - (М-во образования РФ. МГИУ). - ISBN 5-276-00522-2: 75-63 : 75-63. (49 экз.)
  14. Штеренлихт Д.В. Гидравлика : Рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии, сельского и рыбного хозяйства. - 3-е изд. ; перераб. и доп. - М. : КолосС, 2022. - 656 с. - (Учебники и учебные пособия для студентов ВУЗов). - ISBN 978-5-9532-0595-5: 157-60 : 157-60. (15 экз.)
  15. Штернелихт, Д.В. Гидравлика: Учебник: 5-е изд. – СПб.: Лань, 2015. – 656с.
  16. Э.М. Карташов. - М. : Абрис, 2022. - 199 с. - ISBN 978-5-4372-0045-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200452.html>. (ЭБС «Консультант студента»).

## 8.2. Дополнительная литература:

1. Зарянкин А.Е., Основы физического моделирования, элементы теории размерностей и ее использование в задачах гидрогазодинамики [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Зарянкин А.Е. - М. : Издательский дом МЭИ, 2021. - ISBN 978-5-383-01349-6 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013496.html>. (ЭБС «Консультант студента»)
2. Зуева Е.Ю., Гидростатика. Гидродинамика вязкой жидкости. Практикум с методическими указаниями и решениями [Электронный ресурс]: учебное пособие / Зуева Е.Ю. - М. : Издательский дом МЭИ, 2022. - ISBN 978-5-383-01195-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011953.html>. (ЭБС «Консультант студента»)

3. Арутюнов В.А., Теплофизика, теплотехника, теплообмен: Механика жидкостей и газов [Электронный ресурс] / Арутюнов В.А., Капитанов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н. - М. :МИСиС, 2023. - 85 с. - ISBN -- - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MIS026.html>. (ЭБС «Консультант студента»)

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля).

**Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента».** Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.

[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru). *Регистрация с компьютеров АГУ*

**Электронная библиотечная система IPRbooks.** [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В дисциплине современные информационные технологии представляются как инструмент, например, программные средства MatLab, MatCad, Excel и др. – как средство выполнения расчетов, анализа, принятия решения; PowerPoint как средство для чтения лекций, проведения практических занятий и др.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).