

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт географии, геологии, туризма и сервиса  
Кафедра нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования, первый  
проректор

Т.А. Хагуров

подпись

« 30 » 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.20 ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность 20.03.01 Техносферная  
безопасность *(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация Промышленная безопасность и  
охрана труда  
*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения очная  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 20.03.01 Техносферная безопасность.

Составитель:

Любимова Т.В., зав. кафедрой нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники,  
канд. геол.-минерал. наук., доцент



подпись

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» утверждена на заседании кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники

протокол № «12/15 мая» 2024 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Любимова Т.В.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии ИГГТиС

протокол № «6» 15 мая 2024 г.

Председатель УМК ИГГТиС Филобок А.А.



Рецензенты:

Павлова А.В., проф. кафедры математического моделирования

Погорелов А.В., профессор кафедры геоинформатики КубГУ, д-р геогр. наук, профессор

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование у студентов знаний

- по основам гидростатики, кинематики и динамики жидких и газообразных сред, необходимых для правильного понимания прикладных гидравлических задач, самостоятельного выбора модели и метода гидравлических расчетов;

- функционирования основных видов гидро- и газотехнических систем для определения негативных факторов и техногенного риска.

### 1.2 Задачи дисциплины

- изучить основные законы гидрогазодинамики для анализа работоспособности гидро- и газотехнических конструкций и их элементов;

- на основе знаний основных закономерностей гидрогазодинамики в рамках производственной деятельности определять негативные факторы и техногенный риск функционирования гидро- и газотехнических систем;

- выполнять расчеты, в том числе с применением ЭВМ, связанные с выбором безаварийных режимов функционирования трубопроводных систем, отдельных газогидравлических устройств и оптимизацией их рабочих параметров.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на третьем курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации - зачет.

Освоение дисциплины «Гидрогазодинамика» опирается на знания, умения и навыки, полученные при изучении следующих дисциплин математического и естественнонаучного цикла: «Высшая математика», «Физика», а также дисциплины профессионального цикла «Программное обеспечение и цифровизация в сфере техносферной безопасности».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b> Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач.	
ИПК-1.3. Формулирует, анализирует и решает задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных и технических наук, математического и физического аппарата.	Знать: современные способы исследования потока газа и жидкости; принципы получения информации при исследованиях; принципы работы программного обеспечения для моделирования данных
	Уметь: анализировать результаты исследований режимов движения жидкостей и газов, влияющих на безопасность технологических процессов и технических устройств
	Владеть: методами оценки последствий негативных гидравлических процессов: кавитации, гидроудара на техническое состояние основного технологического оборудования и возможный ущерб

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		6 семестр (часы)	X семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>			
занятия лекционного типа	34	34			
лабораторные занятия	34	34			
практические занятия					
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>35,8</b>	<b>35,8</b>			
Контрольная работа	4	4			
Реферат/эссе (подготовка)	4	4			
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	21,8	21,8			
Подготовка к текущему контролю	6	6			
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену					
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>		
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>72,2</b>	<b>72,2</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре очной форма обучения.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Гидростатика	11	4	-	4	3,0

2.	Кинематика жидкости и газа	8	4	-	2	2,0
3.	Теория плавания тел	9	2	-	4	3,0
4.	Динамика идеальной жидкости и газа	9	4	-	2	3,0
5.	Гидравлические сопротивления	10	4	-	4	2,0
6.	Движение жидкости и газа в трубопроводе	12	4	-	6	2,0
7.	Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки	11	3	-	6	2,0
8.	Фильтрация жидкости, перемещение взвесей потоком жидкости	4	3	-	-	1,0
9.	Динамика вязкой жидкости и газа	15,8	6	-	6	3,8
	<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>	<b>89,8</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>21,8</b>
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю					6
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

Принцип построения программы — модульный, базирующийся на выделении крупных разделов программы — модулей, имеющих внутреннюю взаимосвязь и направленных на достижение основной цели преподавания дисциплины. В соответствии с принципом построения программы и целями преподавания дисциплины курс “Гидрогазодинамика” содержит 9 модулей, охватывающих основные разделы.

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение Гидростатика	Общие сведения о жидкостях и газах. Основные физические свойства жидкостей и газов. Гидростатическое давление и его свойства. Уравнения Эйлера. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Гидростатические машины	К, КР, УО
2	Кинематика жидкости и газа	Виды движения жидкости, струйчатая модель движения. Параметры струйки и уравнение неразрывности. Поток и его параметры	К, УО
3	Теория плавания тел	Закон Архимеда. Остойчивость плавающих тел. Центр давления, центр тяжести, метацентрический радиус	
4	Динамика идеальной жидкости и газа	Уравнение Бернулли. Уравнение Эйлера. Одномерный поток идеальной текучей среды. Плоское безвихревое движение идеальной текучей среды.	К, УО
5	Гидравлические сопротивления	Виды гидравлических сопротивлений. Потери напора по длине при равномерном установившемся ламинарном движении и при равномерном установившемся турбулентном движении. Местные гидравлические сопротивления. Сопротивление трубопровода.	К, КР, УО
6	Движение жидкости и газа в трубопроводе	Принципы расчета водопроводных сетей. Расчет коротких трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов. Гидравлический расчет сложных трубопроводов. Описание гидравлического удара и способов его предотвращения.	К, КР, УО

7	Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки	Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки при постоянном напоре. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки при переменном напоре. Свободные струи жидкости.	К, Р, УО
8	Фильтрация жидкости, перемещение взвесей потоком жидкости	Закон фильтрации. Неравномерное движение грунтовых вод. Фильтрация воды через земляные плотины. Кинематика и динамика взвесенесущего потока.	К, Р, УО
9	Динамика вязкой жидкости и газа	Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Основные уравнения движения вязкого газа. Ламинарный, турбулентный и пограничный слой на пластине, продольно обтекаемой газом.	К, Р, УО

### 2.3.2 2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№п/п	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	Введение	Решение задач на основные физические свойства жидкостей и газов	КП, КР, УО
2	Гидростатика	Определение гидростатического давления. Закон Паскаля.	Защита ЛР
3	Гидростатика	Решение задач по определению гидростатического давления	КП, КР, УО
4	Гидростатика	Определение плотности материалов тел различной формы, на основе закона Архимеда	Защита ЛР
5	Гидростатика	Решение задач на основе Закона Архимеда	КП, КР, УО
6	Динамика идеальной жидкости и газа	Решение задач на основе уравнений Бернулли и уравнений Эйлера.	КП, КР, УО
7	Кинематика жидкости и газа	Определение числа Рейнольдса при ламинарном, турбулентном и переходном режимах движения жидкости, определение критической скорости	Защита ЛР
8	Гидравлические сопротивления	Решение задач по определению потерь напора по длине и местных гидравлических сопротивлений. Сопротивление трубопровода.	КП, КР, УО
9	Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки	Исследование истечения жидкости через отверстия и насадки при постоянном и переменном напоре	Защита ЛР
10	Движение жидкости и газа в трубопроводе	Расчет коротких трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов. Гидравлический расчет сложных трубопроводов.	КП, КР, УО
11	Динамика вязкой жидкости	Примеры решения уравнений Навье-Стокса, линеаризованные и численные решения.	К, Р, УО

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

### 2.3.3. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине “Гидрогазодинамика” не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине (модулю) приведен в таблице.

№ п/п	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1		Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике
2	Введение Гидростатика	Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике, методические указания к лабораторным работам по гидравлике
3	Кинематика жидкости и газа	Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике, методические указания к лабораторным работам по гидравлике
4	Теория плавания тел	Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике, методические указания к лабораторным работам по гидравлике
5	Динамика идеальной жидкости и газа	Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике
6	Гидравлические сопротивления	Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике
7	Движение жидкости и газа в трубопроводе	Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике
8	Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки	Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике, методические указания к лабораторным работам по гидравлике
9	Фильтрация жидкости, перемещение взвесей потоком жидкости	Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике
10	Динамика вязкой жидкости и вязкого газа	Рекомендуемые учебники, электронный курс лекций по гидрогазодинамике

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1) разработка и использование активных форм лекций (в том числе и с применением мультимедийных средств):

а) проблемная лекция: в отличие от информационной лекции, на которой сообщаются сведения, предназначенные для запоминания, на проблемной лекции знания вводятся как “неизвестное”, которое необходимо “открыть”. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и студентов;

б) лекция-визуализация: учит студента преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п., к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции сводится к связанному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала. Данный тип лекции хорошо использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему, дисциплину;

в) лекция – пресс-конференция: преподаватель объявляет тему лекции и просит студентов письменно задавать ему вопросы по данной теме. Студент обязан сформулировать вопросы в течение 5 минут. Далее преподаватель сортирует поступившие записки и читает лекцию в форме связанного раскрытия темы, в процессе которого формулируются ответы на заданные вопросы. В конце лекции преподаватель проводит итоговую оценку вопросов, выявляя знания и интересы обучающихся;

г) лекция с разбором конкретной ситуации, изложенной устно или в виде краткого фильма, видеозаписи и т.п.; студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал;

2) разработка и использование активных форм лабораторных работ:

а) лабораторное занятие с разбором конкретной ситуации, когда студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал;

б) бинарное занятие — одна из эффективных методик, позволяющая наиболее эффективно демонстрировать межпредметные связи, формировать профессиональные компетенции студента, а также способствующая активизации учебного процесса (пример, занятие по теме: “Определение плотности материалов тел различной формы, используя закон Архимеда”).

В сочетании с внеаудиторной работой в активной форме выполняется также обсуждение контролируемых самостоятельных работ (КСР), выполненных в виде рефератов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины при проведении лекционных и лабораторных занятий реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов: широко используются современные технические средства (проекторы, интерактивные доски, интернет). С использованием интернета осуществляется доступ к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Гидрогазодинамика».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса (групповой или индивидуальный), проведение лабораторных и расчетно-графических работ, проведение контрольных работ и **промежуточной аттестации** в форме зачета.

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. К достоинствам данного типа относится его систематичность, непосредственно коррелирующаяся с требованием постоянного и непрерывного мониторинга качества обучения.

При текущем контроле успеваемости акцент делается на установлении подробной, реальной картины студенческих достижений и успешности усвоения ими учебной программы на данный момент времени.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Подобный контроль помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях — даже формирование определенных профессиональных компетенций.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.3. Формулирует, анализирует и решает задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных и технических наук, математического и физического аппарата	<b>Знает:</b> современные способы исследования потока газа и жидкости. <b>Умеет:</b> анализировать результаты исследований режимов движения жидкостей и газов, влияющих на безопасность технологических процессов и технических устройств. <b>Владеть:</b> методами оценки последствий негативных гидравлических процессов: кавитации, гидроудара на техническое состояние основного технологического оборудования и возможный ущерб	Контрольная работа №1-3 по соответствующим темам, рабочая тетрадь по лабораторным и практическим работам. Доклады по рефератам.	Вопросы к зачёту с учётом работы студента в течение всего семестра

### Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

*Примерный перечень вопросов и заданий*

К формам письменного контроля относится *контрольная работа*, которая является одной из сложных форм проверки. Контрольная работа состоит из небольшого количества средних по трудности задач, требующих поиска обоснованного ответа.

Во время проверки и оценки контрольных письменных работ проводится анализ результатов выполнения, выявляются типичные ошибки, а также причины их появления.

Контрольная работа может занимать часть или полное учебное занятие с разбором правильных решений на следующем занятии.

*Контрольная работа 1.* Решение 4-6 задач на физические свойства жидкостей и газов; на гидростатическое давление и его свойства с использованием уравнений Эйлера и закона Паскаля.

*Контрольная работа 2.* Решение 4-6 задач по определению равнодействующей силы давления на криволинейные поверхности, на определение плавучести и устойчивости, плавающих тел.

*Контрольная работа 3.* Решение 4-6 задач по определению гидравлических потерь, расходов, давлений и средних скоростей потоков в простых и сложных трубопроводах.

Критерии оценки контрольных работ:

— оценка “зачтено” выставляется при решении более 50 % задач контрольной работы, а также при решении 50 % задач с чётким и логически стройным пояснением ошибок;

— оценка “не зачтено” выставляется при решении менее 50 % задач контрольной работы, а также при решении 50 % задач с невозможностью пояснения своих ошибок и затруднениях при ответах на вопросы.

*Устный опрос* — наиболее распространенный метод контроля знаний. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения учащимися учебного материала.

Цель устного опроса: проверка знаний учащихся; проверка умений учащихся публично излагать материал; формирование умений публичных выступлений.

Вопросы для проведения *устного опроса* по соответствующим темам:

1. Перечислите основные физические свойства жидкостей.
2. Что подразумевается под жидкостью в механике жидкости и газа?
3. Что подразумевается под сплошностью среды?
4. Какая связь существует между плотностью и удельным весом жидкостей?
5. Какова размерность плотности и удельного веса?
6. В каких единицах измеряется плотность и удельный вес в системе СИ?
7. Что такое относительный удельный вес?
8. Что такое коэффициент объемного сжатия жидкости? Какова его размерность?
9. Какая связь коэффициента объемного сжатия с модулем объемной упругости? Какова его размерность?
10. Что такое коэффициент температурного расширения? Какова его размерность?
11. Какая связь коэффициента температурного расширения с плотностью жидкости?
12. Что называется вязкостью жидкости?
13. Что такое коэффициент динамической вязкости? Какова его размерность?
14. Какая связь существует между коэффициентами динамической и кинематической вязкости?
15. В каких единицах измеряется динамическая и кинематическая вязкость в системе СИ?
16. Какая связь существует между кинематической и динамической вязкостью с плотностью и температурой воды?
17. Какими приборами измеряется вязкость?
18. Какие жидкости относятся к аномальным?
19. В чем отличие аномальных жидкостей от ньютоновских?
20. Что характеризует испаряемость жидкости?
21. От чего зависит растворимость газов в жидкости?
22. Что такое коэффициент растворимости?
23. При каких условиях происходит выделение газа из жидкости?
24. Перечислите силы, действующие на рассматриваемый объем жидкости.

25. Дайте определение гидростатического давления.
26. Какова размерность давления?
27. В каких единицах измеряется давление?
28. Сформулируйте основную теорему гидростатики.
29. Сформулируйте основное условие равновесия жидкости.
30. Раскройте физический смысл проекций  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .
31. Что называется поверхностью уровня (поверхностью равного давления)?
32. Перечислите свойства поверхности уровня.
33. Что представляет собой поверхность уровня в поле сил тяготения?
34. Раскрыть физический смысл членов, входящих в основное дифференциальное уравнение гидростатики.
35. Раскрыть физический смысл членов, входящих в основное интегральное уравнение равновесия.
36. Что называется полным (абсолютным) давлением (показать схематически)?
37. Что называется избыточным давлением и вакуумом?
38. Что называется пьезометрическим и гидростатическим напором?
39. Раскрыть энергетическую сущность основного уравнения гидростатики.
40. Сформулируйте закон Паскаля.
41. Какие гидравлические устройства основаны на законе Паскаля?
42. По каким формулам определяется сила давления и центр давления на цилиндрические поверхности?
43. Что такое тело давления? Как определяется тело давления при отсутствии свободной поверхности?
44. Как определяется давление жидкости в круглой трубе?
45. Как формулируется закон Архимеда?
46. Что такое остойчивость плавающего тела?
47. Что называется метацентром и метацентрическим радиусом?
48. Напишите уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкой жидкости и поясните величины, входящие в него.
49. Чем отличается уравнение Бернулли для потока реальной жидкости от уравнения Бернулли для элементарной струйки?
50. Что называется полной удельной энергией потока?
51. Поясните физический смысл коэффициента Кориолиса в уравнении Бернулли.
52. Поясните энергетический смысл уравнения Бернулли.
53. Что называется пьезометрическим и гидравлическим уклонами?
54. Приведите примеры практического применения уравнения Бернулли.
55. На основе какой модели получен вывод уравнения Бернулли для потока реальной жидкости?
56. Что такое пьезометрический и скоростной напор?  
Что называется, полным напором?
57. Какие два режима движения жидкости вы знаете и каковы их характерные особенности?
58. Какие физические свойства жидкости и характеристики потока влияют на режимы движения жидкости?
59. Каким критерием оцениваются режимы движения жидкости?
60. Запишите и поясните критерий оценки для круглого сечения потока и потока произвольной формы.
61. Приведите примеры ламинарного и турбулентного режимов движения потока для жидкостей с различной вязкостью.
62. Как определяется граница между ламинарным и турбулентным режимами? Для каких целей введено критическое число Рейнольдса?

63. По какой формуле определяются потери напора по длине трубопровода и каков её физический смысл?
64. Что такое коэффициент гидравлического трения и по какой формуле он определяется при ламинарном движении жидкости?
65. По какой формуле определяются местные потери? Физический смысл потерь на местном сопротивлении?
66. Приведите пример местных сопротивлений.
67. Какие трубы называются гидравлически гладкими и гидравлически шероховатыми?
68. Приведите формулы для расчёта  $\lambda$  гидравлически гладких труб, а также для случаев, когда  $\lambda$  зависит только от шероховатости.
69. Что понимается под тонкой стенкой, малым отверстием, большим отверстием?
70. Какие виды сжатия струи при истечении из отверстия в тонкой стенке вы знаете?
71. Какими коэффициентами характеризуется истечение жидкости из отверстий и какова между ними аналитическая связь?
72. Какие технические задачи решаются на основе гидравлического расчёта истечения жидкости?
73. По какой зависимости определяется коэффициент скорости опытным путём?
74. Какие поправочные коэффициенты применяются при расчёте  $\varphi$  и  $\mu$  при несовершенном сжатии?
75. Какая задача решается при опорожнении ёмкостей и от каких факторов зависит её решение?
76. Что называется насадком и какие насадки вы знаете?
77. При каких условиях образуется сжатое сечение и на каком удалении от входа?

$$\varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}$$

78. Почему в насадках коэффициент сжатия струи  $\varepsilon$  принимается равным единице?
79. Чем отличаются коэффициенты  $\mu$  и  $\varphi$  для отверстия?
80. Как учитывается влияние вязкости на коэффициенты  $\mu$  и  $\varphi$ ?
81. Что такое предельное (критическое) значение напора при истечении жидкости через насадки и почему действительное значение меньше критического?
82. Назовите область применения цилиндрических насадков и дайте им краткую характеристику.
83. Назовите область применения конических насадков и дайте им краткую характеристику.
84. Что называется гидравлическим ударом?
85. Каковы причины возникновения гидравлического удара?
86. Какие способы применяются при гашении гидравлического удара?
87. Какие устройства используются в технике для этой цели? Приведите примеры.
88. Как влияет модуль упругости стенок трубопровода на давление гидравлического удара?
89. Напишите и поясните формулу повышения давления при прямом гидравлическом ударе?
90. От чего зависит скорость распространения ударной волны при гидравлическом ударе?
91. Как влияет время закрытия задвижки на повышение давления при гидравлическом ударе?
92. Для каких целей применяется гидротаран?
93. Что называется фильтрацией?
94. Под действием каких сил происходит процесс фильтрации?
95. При какой фильтрации свободная поверхность отсутствует?
96. Что называется фильтрационным потоком?
97. Что называется скоростью потока фильтрации?
98. Что называется депрессионной кривой фильтрационного потока?

99. Сформулируйте основной закон фильтрации.
100. Каким соотношением связаны скорость фильтрации и гидравлический уклон при ламинарной и турбулентной фильтрации?
101. На каком приборе и как определяется коэффициент фильтрации?
102. Как определяется коэффициент фильтрации грунта в полевых условиях?
103. Чем отличаются напорный и безнапорный фильтрационные потоки?

Критерии оценки защиты устного опроса:

— оценка “зачтено” ставится, если студент достаточно полно отвечает на вопрос, развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает последовательность анализа, демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации;

— оценка “не зачтено” ставится, если ответ недостаточно логически выстроен, студент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий.

Для закрепления теоретического материала и выполнения контролируемых самостоятельных работ по дисциплине во внеучебное время бакалаврам предоставляется возможность пользования библиотекой КубГУ, возможностями компьютерного класса.

Видом текущей отчетности по контролируемой самостоятельной работе являются собеседования и консультации с преподавателем по темам индивидуальных заданий в виде рефератов. Использование такой формы самостоятельной работы расширяет возможности доведения до бакалавров представления о гидравлических машинах и устройствах, применяемых как в обеспечении повседневной безопасности жизнедеятельности, так и в осуществлении безопасности технологических процессов.

Тема контролируемой самостоятельной работы (КСР) по дисциплине “Гидрогазодинамика” выдаётся бакалавру на третьей неделе занятий и уточняется по согласованию с преподавателем. Срок выполнения — 6 недель после получения задания.

К формам контролируемой самостоятельной работы (КСР) относится *реферат* — форма письменной аналитической работы, выполняемая на основе преобразования документальной информации, раскрывающая суть изучаемой темы; которую рекомендуется применять при освоении вариативных (профильных) дисциплин профессионального цикла. Как правило, реферат представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной научной теме. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение.

Цель написания реферата — привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Защита индивидуального задания контролируемой самостоятельной работы (КСР) — реферата, осуществляется на занятиях в виде собеседования с обсуждением отдельных его разделов, полноты раскрытия темы, новизны используемой информации.

Для подготовки *реферата* студенту предоставляется список тем:

1. Ядро течения и пристенный (пограничный) слой.
2. Полуэмпирические теории турбулентности.
3. Коэффициент Дарси при турбулентном движении жидкости.
4. Экспериментальные методы определения коэффициента Дарси.
5. Объёмные гидромашины. Обзор.
6. Гидравлический расчёт сложных трубопроводов.
7. Гидравлический удар.

8. Гидравлический таран.
9. Объёмные гидромашины. Насосы.
10. Объёмные гидромашины. Гидродвигатели.
11. Напор насоса. Принцип построения характеристики.
12. Объёмные гидромашины. Принципиальные и конструктивные схемы.
13. Объёмные гидромашины. Поршневые насосы. Конструктивные схемы.
14. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы возвратно-поступательных машин.
15. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы роторных гидромашин.
16. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы шестерёнчатых насосов с внешним зацеплением.
17. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы шестерёнчатых насосов с внутренним зацеплением.
18. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы шиберных гидромашин однократного действия.
19. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы шиберных гидромашин многократного действия.
20. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы радиально-поршневых гидромашин.
21. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы аксиально-поршневых гидромашин.
22. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы винтовых гидромашин.
23. Объёмные гидромашины. Конструктивные схемы роторных гидромашин.
24. Объёмные гидромашины. Давление, мощность, к.п.д.
25. Гидроприводы. Основные понятия и конструктивные схемы.

***Критерии оценки защиты реферата (КСР):***

— оценка “зачтено” выставляется при полном раскрытии темы КСР, а также при последовательном, четком и логически стройном его изложении. Студент отвечает на дополнительные вопросы, грамотно обосновывает принятые решения, владеет навыками и приемами выполнения КСР. Допускается наличие в содержании работы или ее оформлении небольших недочетов или недостатков в представлении результатов к защите;

— оценка “не зачтено” выставляется за слабое и неполное раскрытие темы КСР, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы, затруднения при ответах на вопросы.

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

Итоговый контроль по дисциплине “Гидрогазодинамика” осуществляется в виде зачёта, который является формой промежуточной аттестации студента.

Зачёт является заключительным этапом процесса формирования компетенции студента при изучении дисциплины или ее части и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков при решении практических задач. Зачётная неделя регламентируется календарным графиком учебного процесса.

Зачёты проводятся в устной форме и при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине.

***Вопросы для подготовки к зачёту:***

1. Гидромеханическое представление о жидкостях как о сплошной, легко подвижной и плохо сжимаемой среде.
2. Газ как сжимаемая жидкость.
3. Равновесное состояние жидкости и действующие силы.
4. Гидростатическое давление в точке. Основная теорема гидростатики.
5. Уравнения Эйлера для покоящейся жидкости.
6. Основное дифференциальное уравнение гидростатики
7. Равновесие жидкости в поле силы тяжести. Поверхность уровня.
8. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
9. Способы измерения давления. Абсолютное и избыточные давления. Вакуум.
10. Давление жидкости на плоскую стенку. Центр давления.
11. Давление жидкости на горизонтальное дно сосуда.
12. Давление жидкости на цилиндрические поверхности.
13. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности.
14. Горизонтальная и вертикальная составляющая силы избыточного давления.
15. Полная сила избыточного давления.
16. Сила давления жидкости на стенки напорного трубопровода
17. Основы теории плавания тел. Закон Архимеда
18. Основы теории плавания тел в жидкости. Остойчивость.
19. Основные понятия гидромеханики жидкости. Установившееся и неустановившееся движение. Поле скоростей, линии и трубки тока. Уравнение постоянства объёмного расхода.
20. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Гидравлические характеристики потока. Число Рейнольдса.
21. Уравнения Бернулли для идеальной жидкости.
22. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.
23. Вязкость жидкостей. Ньютоновские и «аномальные» жидкости. Коэффициенты и единицы измерения вязкости.
24. Уравнение Бернулли для реальной жидкости и газов.
25. Влияние вязкости на движение жидкости и газа в трубе. Гидравлические сопротивления.
26. Местные сопротивления. Эквивалентная длина.
27. Классификация трубопроводов. Основное расчётное уравнение простого трубопровода.
28. Модуль расхода. Формула Шези.
29. Гидравлический расчёт трубопроводов. Основные расчётные задачи.
30. Экономически наиболее выгодный диаметр трубопровода
31. Понятие «эквивалентная труба». Гидравлический расчёт.
32. Основы расчёта газопроводов.
33. Кавитация.
34. Гидравлический удар.
35. Мероприятия по снижению негативных последствий гидравлического удара.
36. Истечение жидкости через малое отверстие при постоянном напоре.
37. Истечение жидкости через малое отверстие при переменном напоре.
38. Истечение жидкости через отверстие в толстой стенке.
39. Основы теории фильтрации воды в грунте.
40. Закон фильтрации Дарси.
41. Определение дебита цилиндрического совершенного колодца.
42. Определение расхода фильтрационного потока, поступающего к горизонтальным дренажам.
43. Гидрогазодинамика и ее место среди естественных и технических наук. Основные понятия гидрогазодинамики.

#### 44. Классификация жидкостей и газов. Гипотеза сплошности.

##### **Критерии оценивания по зачету:**

- «зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по соответствующим разделам: знает законы гидростатики, кинематики и гидродинамики; режимы движения жидкостей. На основании изученных закономерностей студент умеет анализировать режимы движения жидкостей и газов, влияющих на безопасность технологических процессов и технических устройств; правильно объяснять причины возникновения негативных факторов и способы их предотвращения с примерами из окружающей среды. В ответе допускает незначительные ошибки.

- «не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется при решении задач гидрогазодинамики всех разделов, сильно ограниченный (50% и более) объем знаний относительно программы дисциплины.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика – М. Стройиздат. 1987, 410 с.

2. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 656 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64346>.

3. Моргунов, К.П. Гидравлика [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/51930>

4. Васильев Ю.П., Смирнова А.В. Гидромеханика. Методические указания к лабораторным работам по гидравлике. Краснодар: КубГУ, 2011. 46с.

5. Васильев Ю.П. Конспект лекций по гидрогазодинамике для студентов по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиль «Безопасность технологических процессов и производств» (бакалавриат). Краснодар: 2017. 91с.// <http://docspace.kubsu.ru>.

6. Задачник по гидравлике Version 2.0.113с./ <http://www.techgidravlika.ru>

## 5.2. Периодическая литература

1. Известия РАН. Механика жидкости и газа
2. Известия вузов. Физика
3. Безопасность жизнедеятельности с ежемесячным приложением
4. Журнал теоретической и экспериментальной физики

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
  2. Scopus <http://www.scopus.com/>
  3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
  4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
  5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
  6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
  7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
  8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
  9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
  10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
  11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
  12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
  13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
  14. zbMath <https://zbmath.org/>
  15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
  16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
  17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
- Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);

4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

#### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Теоретические знания по основным разделам курса "Гидрогазодинамика" бакалавры приобретают на лекциях и лабораторных занятиях, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

Лекции по курсу "Гидрогазодинамика" представляются в электронном виде и в виде обзоров с демонстрацией презентаций по отдельным основным темам программы. Для углубления и закрепления теоретических знаний бакалаврам рекомендуется выполнение определенного объема самостоятельной работы. Общий объем часов, выделенных для внеаудиторных занятий, составляет 40 часов.

В учебном процессе используются методические указания к лабораторным работам по разделу "Гидромеханика" / Васильев Ю.П., Смирнова А.В. Краснодар: КубГУ, 2011. 46с. В методических указаниях приведены методики выполнения лабораторных работ по

- определению гидростатического давления;
- определению плотности материалов тел различной формы, используя закон Архимеда;
- определению числа Рейнольдса при ламинарном, турбулентном и переходном режимах движения жидкости, определению критической скорости;
- по исследованиям истечения жидкости через отверстия и насадки при постоянном и переменном напоре.

Выборочно приведены справочные таблицы наиболее часто применяемых гидравлических величин.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: презентационная техника (проектор, экран, ноутбук)	Соответствующее лицензионное программное обеспечение (программы общего назначения, такие как Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft Power Point)
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория гидрогеологии и инженерной геологии	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование: стационарные стенды лабораторных работ, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ	Соответствующее лицензионное программное обеспечение (программы общего назначения, такие как Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft Power Point)
Учебные аудитории для групповых (индивидуальных) консультаций	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер. Оборудование: стенды лабораторных работ, измерительные приборы	Соответствующее лицензионное программное обеспечение (программы общего назначения, такие как Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft Power Point)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения

<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель          Комплект специализированной мебели: компьютерные столы          Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Соответствующее лицензионное программное обеспечение (программы общего назначения, такие как Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft Power Point)</p>
--	---	---