

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » октября 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Механика жидкости и газа в приложении к отрасли  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов  
(СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса фундаментальных знаний в области механики жидкости и газа как основы изучения общетехнических и специальных дисциплин, связанных с анализом равновесия и движения жидкости или газа в нефтегазопромысловой отрасли.

Задачи дисциплины:

- изучение общих законов равновесия и движения жидких и газообразных сред;
- изучение основных моделей жидких и газообразных сред;
- формирование умения решать практические задачи механики жидкости и газа основными математическими методами;
- формирование навыков формулировки и решения реальных задач, связанных с равновесием или движением жидкости или газа в нефтегазопромысловой отрасли.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные законы механики жидкости и газа;
- основные модели жидких и газообразных сред;
- реальные задачи, связанные с равновесием или движением жидкости или газа в нефтегазопромысловой отрасли.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	знает закономерности равновесия и движения жидкостей и газов, возникающих при проведении ремонтных работ оборудования и сооружений технологической установки; при монтаже, регулировке и наладке оборудования; при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	Знает нормативно-методические материалы по организации проведения ремонтных работ оборудования и сооружений технологической установки; правила по охране труда при проведении ремонтных работ; организацию и технологию ремонтных работ; правила сдачи оборудования в ремонт и приема после ремонта, методы монтажа, регулировки и наладки оборудования; порядок составления паспортов на оборудование, инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования, ведомостей дефектов и спецификаций; технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации оборудования; требования законодательных, нормативных правовых и локальных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет определять режимы течения газа или жидкости (равновесие, ламинарный режим, турбулентный режим) при работе технологического оборудования и технологических объектов; находить кинематические характеристики газа или жидкости (скорости,	Умеет составлять паспорта на технологическое оборудование, спецификации на запасные части и другую техническую документацию; планировать сетевые графики обслуживания и проведения ремонтных работ технологического оборудования; проводить анализ работы	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		ускорения, тензор скоростей деформаций); находить силовые характеристики газа или жидкости (давление, компоненты тензора напряжений)	технологического оборудования и технологических объектов; проводить согласование планов и графиков	
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками формулировки реальных задач, связанных с равновесием или движением жидкости или газа при работе технологического оборудования; навыками рационального выбора модели жидкости или газа, описывающей исследуемый процесс; навыками выбора метода решения поставленной задачи механики жидкости и газа; средствами представления и анализа результатов.	Владеет навыками формирования паспортов на технологическое оборудование, спецификаций на запасные части и другой технической документации; анализ причин выхода из строя технологического оборудования	Экзамен
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает документацию современных программных пакетов, используемых для анализа равновесия и движения жидкостей и газов, возникающих при работе технологических объектов; технологические регламенты установок; технологические схемы установок	Знает законодательные и нормативные правовые акты, регламентирующие производственно-хозяйственную деятельность технологического объекта; технологические регламенты установок; технологические схемы установок;	Экзамен
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет применять документацию современных программных пакетов, описывающих равновесие и движение жидкостей и газов, возникающих при работе технологического оборудования; определять безопасные режимы работы; разрабатывать план	Умеет осуществлять надзор за безопасной эксплуатацией технологического оборудования; составлять графики проверок технологического оборудования на технологических объектах; эффективно использовать оборудование технологического объекта;	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		мероприятий по предупреждению отказа работы технологического оборудования	анализировать причины отказа работы технологического оборудования, разрабатывать план мероприятий по их предупреждению	
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками работы с документацией современных программных пакетов, описывающих равновесие и движение жидкостей и газов, возникающих при работе технологического оборудования; предупреждения и устранения нарушений хода производственного процесса, связанных с эксплуатацией технологического оборудования	Владеет навыками обеспечения выполнения требований по эксплуатации технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом; предупреждения и устранения нарушений хода производственного процесса, связанных с эксплуатацией технологического оборудования; обеспечение подготовки технической документации на оборудование технологических объектов	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	60	60	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)	28	28	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	84	84	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Теоретические основы механики жидкости и газа	6	4	6	30
Тема 1. Кинематика сплошной среды Способы Лагранжа и Эйлера задания движения сплошной среды. Вычисление скорости и ускорения. Материальная производная. Линии тока и траектории. Трубка тока и струя. Распределение скоростей в малой окрестности данной точки. Тензор скоростей деформаций. Тензор и вектор вихря. Вихревые линии и вихревые трубки. Тема 2. Теория напряжений Классификации сил в механике сплошной среды. Вектор и тензор напряжений. Формула Коши. Тема 3. Основные законы механики сплошной среды Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Теорема об изменении количества движения. Уравнения движения и уравнения равновесия. Теорема об изменении момента количества движения. Закон симметричности тензора напряжений.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Прикладные разделы механики жидкости и газа	8	24	8	54
Тема 4. Гидростатика Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики. Уравнение состояния. Совершенный газ. Баротропная жидкость. Тема 5. Движение идеальной жидкости Уравнение Эйлера движения идеальной жидкости. Интеграл и теорема Бернулли. Интеграл Коши-Лагранжа в случае потенциального течения идеальной жидкости. Тема 6. Движение вязкой жидкости Тензоры гидростатических и вязких напряжений. Определяющие соотношения линейно вязкой (ньютоновой) жидкости. Коэффициенты вязкости. Уравнения Навье-Стокса-Дюгема и Навье-Стокса. Уравнение диффузии завихренности. Тема 7. Турбулентное движение вязкой жидкости Ламинарное и турбулентное движение жидкости. Число и критерий Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса усредненного турбулентного движения несжимаемой жидкости. Тензор турбулентных напряжений. Полуэмпирические теории Буссинеска и Прандтля турбулентного движения жидкости.				
ИТОГО по 6-му семестру	14	28	14	84
ИТОГО по дисциплине	14	28	14	84

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Решение задач по кинематике сплошной среды
2	Решение задач по теории напряжений
3	Решение задач на применение основных законов механики сплошной среды
4	Решение задач гидростатики
5	Решение задач на движение идеальной жидкости
6	Решение задач на движение вязкой жидкости
7	Решение задач на турбулентное движение вязкой жидкости

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Построение линий тока и траекторий для основных движений сплошной среды в плоскости (поступательного, вращательного, всестороннего растяжения, простого и чистого сдвига, осевого растяжения)
2	Определение основных кинематических параметров (тензора скоростей деформаций, вектора вихря, скорости изменения объема) для основных движений сплошной среды и анализ движений на потенциальность и соленоидальность
3	Исследование влияния высоты на плотность и давление атмосферного воздуха в условиях действия гравитационной силы для разных моделей поведения воздуха
4	Вычисление силы Архимеда для разных уравнений состояния жидкости (газа) в условиях постоянной и переменной гравитационной силы
5	Исследование формы поверхности жидкости в сосуде а) движущемся поступательно с постоянным ускорением в поле сил тяжести; б) вращающемся с постоянной угловой скоростью в поле сил тяжести
6	Применение уравнения Бернулли для анализа влияния вида баротропии на скорость истечения жидкости (газа) из большого резервуара
7	Применение уравнения Бернулли для анализа влияния вида баротропии на скорость истечения жидкости (газа) из ограниченного резервуара
8	Исследование полей скоростей и давлений и силы лобового сопротивления при обтекании сферы безвихревым потоком идеальной жидкости
9	Определение динамической вязкости жидкости с помощью вискозиметра
10	Исследование полей скоростей и давлений и силы лобового сопротивления при обтекании сферы медленным потоком вязкой жидкости
11	Исследование полей скоростей и давлений при ламинарном движении несжимаемой ньютоновой жидкости в трубе
12	Исследование полей скоростей и давлений при турбулентном движении несжимаемой ньютоновой жидкости в гладкой трубе
13	Исследование полей скоростей и давлений при турбулентном движении несжимаемой ньютоновой жидкости в шероховатой трубе
14	Расчет потокораспределения в сети трубопроводов с учетом потерь давления на трение, местные и лобовые сопротивления при наличии и отсутствии вентилятора (насоса)

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Александров Д. В., Зубарев А. Ю., Исакова Л. Ю. Прикладная гидродинамика : учебное пособие для вузов. Москва : Юрайт, 2019. 109 с. 6,81 усл. печ. л.	1

2	Гидравлика : учебник и практикум для академического бакалавриата / Кудинов В. А., Карташов Э. М., Коваленко А. Г., Кудинов И. В. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2017. 386 с. 10,27 усл. печ. л.	3
3	Гусев А. А. Механика жидкости и газа : учебник для вузов. 3-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2020. 232 с. 18,00 усл. печ. л.	1
4	Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа : учебник для вузов. 7-е изд., испр. М. : Дрофа, 2003. 840 с.	113
5	Механика жидкости и газа. Виртуальный лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / Алексеев Г. В., Бондарева М. В., Бриденко И. И., Шашкин А. И. 2-е изд. Москва : Юрайт, 2019. 134 с. 10,40 усл. печ. л.	1
6	Набока Е. М. Гидравлика : Курс лекций. Пермь : ПНИПУ, 2020. 141 с. 8,9 усл. печ. л.	10
7	Общая физика. Гидродинамика и теплообмен. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2011. 166 с. 10,5 усл. печ. л.	78
8	Плотников В. М. Гидравлические и гидродинамические расчеты при проектировании магистральных газонефтепроводов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. 127 с. 8,0 усл. печ. л.	25
9	Пономарева И. Н., Мартюшев Д. А. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2020. 181 с. 11,37 усл. печ. л.	10
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Гидродинамика трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов / Мирзаджанзаде А. Х., Галлямов А. К., Марон В. И., Юфин В. А. Москва : Недра, 1984. 287 с. 18,0 усл. печ. л.	1
2	Гукасов Н. А. Справочное пособие по гидравлике и гидродинамике в бурении. Москва : Недра, 1982. 304 с. 19,0 усл. печ. л.	13
3	Марцинковский В. А. Гидродинамика и прочность центробежных насосов. Москва : Машиностроение, 1970. 271 с.	2
4	Мейз Д. Теория и задачи механики сплошных сред : пер. с англ. М. : Мир, 1974. 318 с.	4
5	Мирзаджанзаде А. Х., Ентов В. М. Гидродинамика в бурении. Москва : Недра, 1985. 196 с. 12,5 усл. печ. л.	1
6	Попов Д. Н., Панайотти С. С., Рябинин М. В. Гидромеханика : учебник для вузов. 2-е изд., стер. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 383 с.	76
7	Справочник по расчетам гидравлических и вентиляционных систем. 3-е изд., доп. и перераб. Санкт-Петербург : Мир и семья : Профессионал, 2006. 1152 с.	2
8	Теоретическая гидромеханика. null. Москва : Физматгиз, 1963. 727 с.	1
9	Теоретическая гидромеханика. Ч. 1. 6-е изд., испр. и доп. Москва : Физматгиз, 1963. 583 с. 36,5 усл. печ. л.	2
10	Теоретическая физика. Гидродинамика. 4-е изд., стер. Москва : Наука, 1988. 733 с.	15
11	Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя : пер. с нем. Москва : Наука, 1974. 711 с.	7
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		

	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Пономарева И. Н., Мартюшев Д. А. Нефтегазовая гидромеханика. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7359">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7359</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Попов Д. Н., Панайотти С. С., Рябинин М. В. Гидромеханика. Москва : МГТУ им. Баумана, 2014	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106280">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106280</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Уваров М. Е. Гидродинамика. Исследование течения жидкостей в трубопроводе Москва : РТУ МИРЭА, 2020	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-167576">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-167576</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Доманский И. В., Некрасов В. А. Механика жидкости и газа Санкт-Петербург : Лань, 2021	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-169301">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-169301</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Дунай О. В., Чефанов В. М. Механика жидкости и газа. Лабораторный практикум Санкт-Петербург : Лань, 2020	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-138162">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-138162</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Дунай О. В., Чефанов В. М. Механика жидкости и газа. Расчет характеристики гидравлической системы. Курсовое проектирование Санкт-Петербург : Лань, 2020	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-138163">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-138163</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Кузнецов В. В., Ананьев К. А., Ермаков А. Н., Дрозденко Ю. В. Гидромеханика, гидравлика, механика жидкости и газа Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-122213">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-122213</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Моргунов К. П. Гидравлика. Санкт-Петербург : Лань, 2021	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168695">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168695</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Моргунов К. П. Механика жидкости и газа. Санкт-Петербург : Лань, 2021	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-169278">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-169278</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Набока Е. М. Гидравлика. Курс лекций. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7326">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7326</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Сологаев В. И. Задачи по гидравлике (механика жидкости и газа) Омск : СибАДИ, 2020	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-163729">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-163729</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) / ноутбук	1
Лабораторная работа	Мультимедиа комплекс (проектор, экран)	1
Лекция	Компьютер в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) / ноутбук	1
Лекция	Мультимедиа комплекс (проектор, экран)	1
Практическое занятие	Компьютер в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) / ноутбук	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Механика жидкости и газа в приложении к отрасли»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.03.02 Технологические машины и оборудование
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
<b>Квалификация выпускника:</b>	« Бакалавр »
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Горная электромеханика
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс: 3</b>	<b>Семестр: 6</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	5 3Е
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Экзамен: 6 семестр	

Пермь 2022

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>З.1</b> знать закономерности равновесия и движения жидкостей и газов, возникающих при проведении ремонтных работ оборудования и сооружений технологической установки; при монтаже, регулировке и наладке оборудования; при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования	С1	ТО1		КР1	ТВ
<b>З.2</b> знать документацию современных программных пакетов, используемых для анализа равновесия и движения жидкостей и газов, возникающих при работе технологических объектов; технологические регламенты установок; технологические схемы установок	С2	ТО2		КР2	ТВ
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1</b> уметь определять режимы течения газа или жидкости (равновесие, ламинарный режим, турбулентный режим) при работе технологического оборудования и технологических объектов; находить кинематические характеристики газа или жидкости (скорости, ускорения, тензор скоростей деформаций);			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4	КР1	ПЗ

находить силовые характеристики газа или жидкости (давление, компоненты тензора напряжений)						
<b>У.2</b> уметь применять документацию современных программных пакетов, описывающих равновесие и движение жидкостей и газов, возникающих при работе технологического оборудования; определять безопасные режимы работы; разрабатывать план мероприятий по предупреждению отказа работы технологического оборудования			ОЛР5 ОЛР6 ОЛР7 ОЛР8	КР1		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками формулировки реальных задач, связанных с равновесием или движением жидкости или газа при работе технологического оборудования; навыками рационального выбора модели жидкости или газа, описывающей исследуемый процесс; навыками выбора метода решения поставленной задачи механики жидкости и газа; средствами представления и анализа результатов			ОЛР9 ОЛР10 ОЛР11			КЗ
<b>В.2</b> владеть навыками работы с документацией современных программных пакетов, описывающих равновесие и движение жидкостей и газов, возникающих при работе технологического оборудования; предупреждения и устранения нарушений хода производственного процесса, связанных с эксплуатацией технологического оборудования			ОЛР12 ОЛР13 ОЛР14			КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или

бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 14 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Теоретические основы механики жидкости и газа», вторая КР – по модулю 2 «Прикладные разделы механики жидкости и газа».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Линии тока и траектории.
2. Тензор скоростей деформаций и тензор вихря.
3. Вектор и тензор напряжений.
4. Закон сохранения массы и уравнение неразрывности.
5. Теорема об изменении количества движения и уравнение движения сплошной среды.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Основное уравнение гидростатики.
2. Уравнение Эйлера движения идеальной жидкости.
3. Уравнение Бернулли.
4. Уравнение Навье-Стокса.
5. Уравнение Рейнольдса осредненного турбулентного движения.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

##### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Способ Лагранжа задания движения сплошной среды. Вычисление скорости и ускорения при лагранжевом способе задания движения сплошной среды.

2. Способ Эйлера задания движения сплошной среды. Вычисление скорости и ускорения при эйлеровом способе задания движения сплошной среды. Материальная производная.

3. Линии тока и траектории. Трубка тока и струя.

4. Тензор скоростей деформаций, тензор и вектор вихря.

5. Основное уравнение гидроаэростатики. Барометрические формулы. Закон Архимеда

6. Уравнение Эйлера движения идеальной жидкости.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Получить барометрическую формулу для несжимаемого газа.

2. Получить барометрическую формулу для совершенного газа в условиях изотермии.

3. Получить барометрическую формулу для совершенного газа, в котором температура линейно изменяется с высотой.

4. Найти распределение давления и форму свободной поверхности для жидкости в широком сосуде, движущемся с заданным постоянным ускорением.

5. Найти распределение давления и форму свободной поверхности для жидкости в осесимметричном сосуде, вращающемся с заданной постоянной угловой скоростью вокруг оси симметрии.

6. Найти скорость истечения тяжелой несжимаемой жидкости из большого открытого резервуара через отверстие в боковой стенке.

7. Найти поле скоростей и давлений при движении шара с заданной постоянной скоростью в несжимаемой идеальной жидкости.

8. Найти поле скоростей и давлений при ламинарном движении несжимаемой линейно-вязкой жидкости в трубе при отсутствии массовых сил.

9. Найти поле скоростей и давлений в случае пристенного турбулентного движения линейно-вязкой жидкости при отсутствии массовых сил.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. При исследовании изменения физических параметров тропосферы с высотой построить и сравнить графики изменения с высотой давления и плотности воздуха для следующих моделей: а) воздух - несжимаемый газ; б) воздух - совершенный изотермический газ; в) воздух - совершенный газ, температура которого убывает с высотой со средним вертикальным градиентом  $0,65^\circ/100\text{м}$ . Оценить, до каких высот применимы модели.

2. Сравняя решения задачи обтекания шара стационарным потоком идеальной жидкости и ползущим потоком линейно-вязкой жидкости, оценить погрешность принимаемого в первом случае предположения об идеальности жидкости при определении скоростей, давлений и силы сопротивления.

3. Сформулировать и объяснить парадокс Даламбера.

4. Используя решения задач о ламинарном и турбулентном гладкостенном течении линейно-вязкой жидкости в трубе при отсутствии массовых сил, сравнить коэффициенты сопротивления и профили скорости для этих решений в зависимости от числа Рейнольдса.

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

#### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

## Приложение 1.

### *Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений*

#### **Задание № \_\_. (анализ кейс-стадии)**

Проверяемые результаты обучения: у1; в1

Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного кейса и ответьте на вопросы задания.

#### **Критерии оценки ситуационных заданий**

**Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.**

**Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.**

**Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.**

**Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.**

**Ситуация 1.** Прокладывается магистральный нефтепровод по заданной трассе. Сделать гидравлический расчет, подобрать насосное оборудование, определить число насосных станций и расставить их по трассе нефтепровода.

**Ситуация 2.** Прокладывается магистральный газопровод по заданной трассе. Сделать гидравлический расчет, определить диаметр газопровода, определить необходимое число компрессорных станций и расставить их по трассе газопровода. Рассчитать режимы работы компрессорных станций.

**Ситуация 3.** Произвести расчет трубопровода для последовательной перекачки 40% дизельного топлива летнего, 30% реактивного топлива и 30% автомобильного бензина. Суммарная пропускная способность трубопровода  $G = 10^7$  т/год. Длина трубопровода  $L = 1000$  км.