

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

« 02 » июня 20 23 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:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

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

**Направленность:** Оборудование нефтегазопереработки (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Приобретение знаний, умений и навыков в области гидромеханических процессов нефтегазопереработки.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Основные гидромеханические процессы и оборудование нефтегазопереработки.

### 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
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы оборудования гидромеханических процессов нефтегазопереработки.	Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологических машин и оборудования отрасли	Зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет выполнять расчёты основных параметров оборудования гидромеханических процессов нефтегазопереработки.	Умеет выполнять расчёты параметров технологических машин и оборудования, осуществлять анализ причин отказов оборудования, разрабатывать мероприятия повышения надежности оборудования; проводить анализ нарушений правил технической эксплуатации оборудования	Зачет
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками контроля технического состояния оборудования гидромеханических процессов нефтегазопереработки.	Владеет навыками контроля технического состояния оборудования; обеспечения соблюдения правил, инструкций и технических условий при эксплуатации технологического оборудования	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает технологические схемы установок, основное оборудование гидромеханических процессов нефтегазопереработки и принципы его работы.	Знает технологические регламенты установок; технологические схемы установок; основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации; требования законодательных, нормативных правовых и локальных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда;	Зачет
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет осуществлять надзор за безопасной эксплуатацией технологического оборудования гидромеханических процессов.	Умеет осуществлять надзор за безопасной эксплуатацией технологического оборудования; анализировать причины отказа работы технологического оборудования;	Зачет
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками подготовки технической документации на оборудование гидромеханических процессов.	Владеет навыками подготовки технической документации на оборудование технологических объектов.	Зачет
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает основное оборудование гидромеханических процессов и принципы его работы.	Знает основное оборудование, принципы его работы и правила технической эксплуатации; технологические схемы оборудования; технологические регламенты установок; законодательные и нормативно-правовые акты, регламентирующие производственную деятельность технологического объекта	Зачет
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет эффективно использовать оборудование гидромеханических процессов.	Умеет эффективно использовать оборудование технологического объекта, анализировать причины отказа работы технологического	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			оборудования, разрабатывать план мероприятий по их предупреждению.	
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками обеспечения выполнения требований по эксплуатации технологического оборудования гидромеханических процессов нефтегазопереработки в соответствии с технологическим регламентом.	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	Зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

#### 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
5-й семестр				
Основы гидравлики. Гидростатика и гидродинамика	4	4	4	18
Основные свойства газов и жидкостей. Основное уравнение гидростатики. Режимы движения жидкости.				
Гидродинамика двухфазных потоков газа и жидкости.	8	8	6	18
Гидродинамика насадочной колонны, кипящий (псевдооживленный слой). Очистка газа от пыли.				
Процессы фильтрования и центрифугирования.	6	6	6	18
Уравнение фильтрования. Аппаратура процесса фильтрования и центрифугирования.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	18	16	54
ИТОГО по дисциплине	18	18	16	54

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов и аппаратов
2	Расчет аппаратов КС и аппаратов с насадкой
3	Расчет отстойников, фильтров, центрифуг

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Осаждение частиц под действием силы тяжести
2	Гидродинамические режимы двухфазных потоков в насадке
3	Гидродинамика кипящего (псевдооживленного) слоя
4	Фильтрование суспензий

## 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 и анализ практических ситуаций.

### 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	Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. - Москва: Альянс, 2014.	49
2	Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию : учебное пособие для вузов / Г. С. Борисов [и др.]. - Москва: Альянс, 2010.	20

3	Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - М.: Альянс, 2006.	8
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Ануфриенко А.Л. Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы : учебное пособие / А.Л. Ануфриенко, В.С. Калекин. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006.	5
2	Гукасов Н. А. Механика жидкости и газа : учебное пособие для вузов / Н. А. Гукасов. - Москва: Недра, 1996.	2
3	Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа : учебное пособие / Л. Г. Лойцянский. - Москва: Наука, 1970.	1
4	Механика жидкости и газа, математические методы. - Москва: Наука, 1965. - (Приложения теории функций в механике сплошной среды : труды международного симпозиума, Тбилиси, 17-23 сент. 1963 г. : [в 2 т.]; Т. 2).	1
5	Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - М.: Химия, 2002. - (Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов : в 2 ч.; Ч. 1).	47
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - 2010, № 1.	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Молоканов Ю. К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки : учебник / Ю. К. Молоканов. - М.: Химия, 1987.	8
2	Романков П. Г. Гидромеханические процессы химической технологии / П. Г. Романков, М. И. Курочкина. - Ленинград: Химия, 1982.	5
3	Ч. 1. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017. - (Процессы и аппараты химической технологии : лабораторный практикум : в 2 ч.; Ч. 1).	5
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Ануфриенко А.Л. Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы : учебное пособие / А.Л. Ануфриенко, В.С. Калекин. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006.	5
2	Протоdjяконов И. О. Гидромеханические основы процессов химической технологии : учебное пособие / И. О. Протоdjяконов, Ю. Г. Чесноков. - Ленинград: Химия, 1987.	11

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Молоканов Ю. К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки : учебник / Ю. К. Молоканов. - М.: Химия, 1987.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks115149">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks115149</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Ануфриенко А.Л. Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы : учебное пособие / А.Л. Ануфриенко, В.С. Калекин. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks23007">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks23007</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Романков П. Г. Гидромеханические процессы химической технологии / П. Г. Романков, М. И. Курочкина. - Ленинград: Химия, 1982.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks142734">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks142734</a>	сеть Интернет; свободный 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	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>



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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Установка для изучения гидродинамики КС	1
Лабораторная работа	Установка для изучения гидродинамики двухфазных потоков в насадке	1
Лабораторная работа	Установка для изучения процесса осаждения частиц под действием силы тяжести	1
Лабораторная работа	Установка для фильтрования суспензий	1
Лекция	Мультимедийный комплекс на базе проектора Toshiba TLP-X3000, доска, парты, стол преподавателя	1
Практическое занятие	Мультимедийный комплекс на базе проектора Toshiba TLP-X3000, доска, парты, стол преподавателя	1

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное 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>	Оборудование нефтегазопереработки (СУОС)
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Оборудование и автоматизация химических производств
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 3	<b>Семестр:</b> 5
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.
<b>Виды промежуточного контроля:</b>	
Диф. зачет – 5 семестр	

Пермь 2023

**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 (5-го семестра учебного плана) и включает 3 раздела. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов.

В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенции *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и 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, выполнении практических заданий, сдаче отчетов по лабораторным работам. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	ТО	ТКР	ОЛР	РТ/КР	
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>3.1</b> знать основные физические свойства жидкостей и газов;	ТО	ТКР1		РТ	РТ
<b>3.2</b> знать законы гидростатики и гидродинамики;	ТО	ТКР1		РТ	РТ
<b>3.3</b> знать кинетические закономерности движения твердых тел в жидкостях и газах;	ТО	ТКР2	ОЛР2, ОЛР3	РТ	РТ
<b>3.4</b> знать кинетические закономерности движения газов и жидкостей через зернистые и пористые слои;	ТО	ТКР2	ОЛР2 ОЛР4	РТ	РТ
<b>3.5</b> знать принципиальные устройства аппаратов для осуществления гидромеханических процессов;					РТ
<b>3.6</b> знать методы расчета гидромеханических процессов и аппаратов.			ОЛР2, ОЛР3		РТ
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1</b> уметь применять основные законы гидростатики и гидродинамики;		ТКР1	ОЛР1, ОЛР2	КР1	РТ
<b>У.2</b> уметь определять скорости гидромеханических процессов;		ТКР2	ОЛР1– ОЛР4	КР2	РТ
<b>У.3</b> уметь анализировать кинетические закономерности			ОЛР1–		РТ

процессов и делать выводы;			ОЛР4		
<b>У.4</b> уметь выполнять расчет гидромеханических процессов и аппаратов.		ТКР2	ОЛР1– ОЛР4	КР2	
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1</b> владеть навыками расчета и выбора гидромеханических аппаратов для решения конкретных производственных задач.			ОЛР2– ОЛР7	КР2	КЗ

*ТКР – текущая контрольная работа по теме; ТО – теоретический опрос; ОЛР – отчет по лабораторной работе; РТ/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос.*

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

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

### **2.1 Текущий контроль**

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 бланчного 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 проводится в форме тестовых заданий, решения задач, собеседования или выборочного теоретического опроса сту-

дентов по темам модуля. 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

Количество запланированных лабораторных работ указано в РПД дисциплины. 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 Рубежное тестирование (контрольная работа)

Рубежные тестирования (РТ) и контрольные работы (КР) запланированы после освоения студентами учебных разделов дисциплины.

#### Типовые задания рубежного тестирования:

1. Потери давления на трение в прямых трубах и каналах рассчитываются по формуле

$$1) \Delta p_{TP} = \left( \lambda \frac{L}{d} + \sum \xi \cdot \frac{\rho W^2}{2} \right); \quad 2) \Delta p_{TP} = \sum \xi \cdot \frac{\rho W^2}{2}; \quad 3) \Delta p_{TP} = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho W^2}{2}; \quad 4) \Delta p_{TP} = \rho gh$$

2. При постоянном объемном расходе ( $V$ ) и линейной скорости потока ( $W$ ) диаметр трубопровода определится по формуле

$$1) d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot W}}; \quad 2) d = \sqrt{\frac{4\pi}{V \cdot W}}; \quad 3) d = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot V}}; \quad 4) d = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot W}}$$

3. Объемный расход воды составляет 1224 м<sup>3</sup>/ч, средняя линейная скорость потока – 2,5 м/с. Расчетный диаметр трубопровода, по которому движется вода, составит

$$1) 0,56 \text{ м}; \quad 2) 0,62 \text{ м}; \quad 3) 0,42 \text{ м}; \quad 4) 0,36 \text{ м}$$

4. При движении капельных жидкостей по трубопроводу при перекачке их насосами рекомендуются следующие пределы скоростей:

$$1) 0,2-1,0 \text{ м/с}; \quad 2) 1-3 \text{ м/с}; \quad 3) 8-15 \text{ м/с}; \quad 4) 15-25 \text{ м/с}$$

5. Чему равно абсолютное давление (в мм.вод.ст) в емкости, если вакуумметр показывает 0,8 кгс/см<sup>2</sup>:

$$1) 8000; \quad 2) 2000; \quad 3) 80000; \quad 4) 200$$

Результаты тестирования по 4-балльной шкале оценивания заносятся в

книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **Типовые задания первой контрольной работы КР1:**

1. Определить среднюю скорость движения воды в трубопроводе с внутренним диаметром 70 мм при температуре 30 °С. Расход воды составляет 2000 кг/ч.

2. Определить режим движения жидкости в межтрубном пространстве теплообменника типа «труба в трубе» при следующих условиях: наружная труба диаметром 57x2,5 мм, внутренняя – 25x2 мм; массовый расход жидкости 4200 кг/ч, плотность жидкости 860 кг/м<sup>3</sup>, динамический коэффициент вязкости 0,0012 Па с.

3. Рассчитать сопротивление стального трубопровода диаметром 59x4,5 мм, по которому транспортируется 1800 кг/ч нитробензола при температуре 40 °С из аппарата с атмосферным давлением в реактор, находящийся под избыточным давлением 0,2 МПа. Высота подъема нитробензола 16 м, на трубопроводе расположены 2 крана и 2 отвода под 90°.

### **Типовые задания второй контрольной работы КР2:**

1. Определить скорость осаждения шарообразных частиц диаметром 0,2 мм в воде при температуре 25 °С. Плотность частиц составляет 1150 кг/м<sup>3</sup>.

2. Рассчитать скорость начала псевдооживления шарообразных частиц диаметром 2,5 мм и плотностью 1400 кг/м<sup>3</sup>. Ожижающий агент – воздух при температуре 90 °С.

3. Определить гидравлическое сопротивление сухой насадки высотой 3 мм, состоящей из стальных колец размером 50x50x1 мм. Через насадку просасывается воздух при 50 °С и атмосферном давлении со скоростью (фиктивной) 0,8 м/с.

Типовые шкалы 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 практических заданий и положительная интегральная оценка результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины)

промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных 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, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

### **2.3.1 Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине**

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

1. Физические свойства жидкостей. Уравнение газового состояния.
2. Основное уравнение гидростатики.
3. Дифференциальное уравнение Навье-Стокса. Уравнение Бернулли.
4. Критерии гидродинамического подобия, их физический смысл.
5. Основные закономерности осаждения частиц.
6. Основные закономерности центрифугирования.

#### ***Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:***

1. Практическое применение основного закона гидростатики.
2. Практическое применение уравнения Бернулли.
3. Расчет диаметра и гидравлического сопротивления трубопровода.
4. Расчет критических скоростей псевдооживления.
5. Расчет скорости свободного и стесненного осаждения.
6. Принцип действия, конструктивное исполнение и расчет циклонов.

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

1. Обосновать выбор скорости движения капельной жидкости при перемещении ее по трубопроводу с помощью насоса.
2. В чем смысл метода последовательных приближений при расчете скорости осаждения частиц?
3. Объяснить зависимость эффективности очистки запыленного газа от диаметра циклона. Обосновать необходимость использования батарейного циклона.
4. Обосновать выбор фильтрующих материалов для конкретных условий.

### **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.

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

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

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

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного

контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1 – Пример типовой формы билета для дифференцированного зачета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»	15.03.02 Технологические машины и оборудование Оборудование нефтегазопереработки Кафедра «Оборудование и автоматизация химических производств»
<b>Дисциплина «Механика жидкости и газа»</b>	
<b>БИЛЕТ № 1</b>	
1. 1. Уравнение неразрывности потока ( <i>контроль знаний</i> ). 2. 2. Расчет диаметра и гидравлического сопротивления трубопровода ( <i>контроль умений и владений</i> ). 3. 3. Объяснить зависимость эффективности очистки запыленного газа от диаметра циклона. Обосновать необходимость использования батарейного циклона ( <i>контроль умений и владений</i> ).	
Составил _____ (подпись)	С.Х. Загидуллин
Заведующий кафедрой _____ (подпись)	Е.Р. Мошев
« ____ » _____ 20__ г.	