

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

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы



А.В. Перминов  
д.ф.-м.н., зав. каф. общей физики

«30» мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры**

**«Основы стендовых исследований в механике жидкостей»**

<b>Научная специальность</b>	1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Механика жидкости, газа и плазмы
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Общая физика, Прикладная физика
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 3</b>
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Экзамен:	Зачет: <b>3</b> Диф.зачет

Пермь 2022

## **1. Общие положения**

Рабочая программа дисциплины «Основы стендовых исследований в механике жидкостей» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области вычислительной гидродинамики.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**: выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии.

**1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Основы стендовых исследований в механике жидкостей» является дисциплиной по выбору базового учебного плана.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- конструкции, оборудование и другие объекты современной нефтегазовой промышленности;

### **Уметь:**

- определять основные характеристики, надежность, машин и приборов;
- проектировать машины и конструкции;

### **Владеть:**

- новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по определению основных характеристик и надежности машин и приборов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов нефтегазового оборудования.

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	0
	Практические занятия (ПЗ)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
	Самостоятельная работа (СР)	69
	Форма итогового контроля:	Зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

##### Раздел 1. Исследование работы насоса на воде и газожидкостной смеси

(Л – 0, ПЗ – 10, СР – 24)

Тема 1. Испытания насоса на воде, построение напорно-расходной и энергетической характеристики

Тема 2. Испытания насоса на газожидкостной смеси (ГЖС)

##### Раздел 2. Исследования частоты вращения вала насоса

(Л – 0, ПЗ – 10, СР – 24)

Тема 3. Испытание на влияние частоты вращения вала на энергетическую характеристику

Тема 4. Испытание струйного насоса

##### Раздел 3. Исследование предвключенных устройств на ГЖС

(Л – 0, ПЗ – 12, СР – 21)

Тема 5. Испытание газосепаратора на ГЖС.

Тема 6. Испытания диспергатора на ГЖС.

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	<b>Испытания насоса на воде, построение напорно-расходной и энергетической характеристики</b> 1. Введение в методику испытаний 2. Монтаж электроцентробежного насоса на стенд 3. Запуск и приработка на заданной частоте вращения 4. Снятие напорно-расходной и энергетической характеристики на воде 5. Обработка экспериментальных данных	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	1	<b>Испытания насоса на газожидкостной смеси (ГЖС)</b>	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам

		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методика испытаний на ГЖС</li> <li>2. Запуск и снятие рабочих характеристик на ГЖС</li> <li>3. Обработка экспериментальных данных</li> <li>4. Отчет по испытаниям</li> </ol>		дисциплины. Темы творческих заданий.
3	2	<b>Испытание на влияние частоты вращения вала на энергетическую характеристику</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение в методику испытаний</li> <li>2. Установка насоса и испытание</li> <li>3. Обработка экспериментальных данных и построение рабочих характеристик</li> </ol>	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	2	<b>Испытание струйного насоса</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Монтаж и испытание</li> <li>2. Обработка и построение характеристик</li> </ol>	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	3	<b>Испытание газосепаратора на ГЖС</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение в методику испытаний</li> <li>2. установка, запуск и обработка экспериментальных данных</li> <li>3. построение сепарационной характеристики</li> </ol>	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	3	<b>Испытания диспергатора на ГЖС</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности измерения давления по длине насоса</li> <li>2. Испытание и обработка экспериментальных данных</li> </ol>	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методика испытаний на ГЖС</li> <li>2. Обработка экспериментальных данных</li> <li>3. Отчет по испытаниям</li> </ol>	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение в методику испытаний</li> <li>2. Обработка экспериментальных данных и построение рабочих характеристик</li> <li>3. Отчет по испытаниям</li> </ol>	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построение сепарационной характеристики</li> <li>2. Особенности измерения давления по длине насоса</li> <li>3. Испытание и обработка экспериментальных данных</li> </ol>	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

## 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Основы стендовых исследований в прикладной механике жидкостей» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

## 6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре ; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Агеев Ш. Р., Григорян Е. Е., Макиенко Г. П. Российские установки лопастных насосов для добычи нефти и их применение : энциклопедический справочник / Пермь : Пресс-Мастер, 2007 .— 599 с.	10 + ЭБ
2	Щуров В. И. Технология и техника добычи нефти : учебник для вузов / 3-е изд., стер, перепечатка с изд. 1983 г. — Москва : Альянс, 2005, 2009 .— 510 с.	105
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	Попов Д. Н., Панайотти С. С., Рябинин М. В. Гидромеханика : учебник для вузов. — Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 .— 383 с.	91
2	Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: Учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп., – М.: Высш. шк., 1985. – 327 с.	27
3	Дьяконов В. Mathematica 4 : учебный курс / В. Дьяконов. - СПб: Питер, 2001.	13
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Нефтяное хозяйство : научно-технический и производственный журнал / Роснефть; Зарубежнефть; Татнефть; Башнефть; Российский межотраслевой научно-технической комплекс "Нефтеотдача"; Научно-техническое общество нефтяников и газовиков им. И.М. Губкина; Сургутнефтегаз; Гипротюменнефтегаз; НижневартовскНИПИнефть; Тюменский нефтяной научный центр. - Москва: Нефт. хоз-во, 1920 -	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	Не используются	
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	Не используются	

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультидисциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. Scopus [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.scopus.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Web of Science [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Thomson Reuters. – New York, 2016. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры ASUS на базе процессоров Intel Core i5 – 2320, CPU 3 GHz	6	Оперативное управление	252

## 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

#### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

#### Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине. Зачет по дисциплине выставляется на основании оценок текущего контроля за собеседования и творческие задания

#### Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

**Таблица 5 Критерии и показатели оценивания собеседования**

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

**Таблица 6 Критерии оценивания защиты отчета творческого задания**

<b>Уровень освоения</b>	<b>Критерии оценивания уровня освоения учебного материала</b>
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

## **9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

## **10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

10.1 Типовые творческие задания:

1. Предложения по модернизации испытательного стенда
2. Предложения по улучшению методов исследований на стенде
3. Предложения по новой конструкции газосепаратора
4. Предложения по новой конструкции диспергатора

10.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Состав испытательного стенда и методы исследований газожидкостного потока
2. Определение характеристики сети
3. Конструкция и функции диспергатора
4. Конструкция и функции газосепаратора

10.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Изучение методики испытаний
2. Построение напорно-расходной характеристики и КПД насоса
3. Построение сепарационной характеристики газосепаратора.
4. Построение напорно-расходной характеристики.
5. Построение энергетической характеристики на разных частотах.
6. Построение характеристики струйного насоса.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ОФ».

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		