

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

« 07 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Экспериментальная механика жидкости  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 01.04.02 Прикладная математика и информатика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Хемобиодинамика и биоинформатика  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Подготовка к деятельности связанной с экспериментальными исследованиями в области гидродинамики.

- Формирование и развитие представлений об экспериментальных методах исследования.
- Ознакомление с деятельностью по изготовлению и настройке экспериментальных установок
- Совершенствование навыков наблюдения, планирования, выполнения и обработки результатов измерений физического эксперимента.
- Совершенствование навыков представления результатов исследования в форме публикации и доклада

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Жидкость, ее свойства (вязкость, поверхностное натяжение, коэффициент преломления и т.д.) и методы их измерения.

- Течения жидкости, методы их визуализации и измерения скорости.
- Конвекция жидкости и методы температурных измерений.
- Приборы и установки, обеспечивающие необходимое воздействие на жидкость (вибраторы, вращательные стенды и т.д.) и позволяющие проводить измерения характеристик (интерферометры, тепловизоры, датчики температуры, фото- и видеокамеры, PIV-частицы и т.д.)

### 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-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знать: основные критерии подобия и способы их применения для анализа результатов эксперимента в гидродинамике	Знает принципы планирования и методики проведения экспериментальных исследований в области как классической механики жидкости, так и её специальных современных разделов, включающих микрофлюидику и физико-химическую гидродинамику, нацеленных на решение научно-исследовательских и прикладных междисциплинарных задач; основные методы получения и обработки экспериментальных данных при проведении гидродинамических экспериментов в области как классической механики жидкости, так и её специальных разделов; основные критерии подобия и диапазоны их значений, используемых как в базовых, так и специальных разделах механики жидкости;	Дифференцированный зачет
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Уметь: применять методы расчета погрешностей прямых и косвенных измерений при экспериментальном изучении свойств жидкостей, а также полей скорости температуры и концентрации; использовать программное обеспечение для обработки результатов экспериментов и построения графиков с целью анализа данных и сравнения их с данными других исследований.	Умеет производить оценивание значений критериев подобия, используемых как в базовых так и специальных разделах механики жидкости; рассчитывать погрешности прямых и косвенных измерений значений физических полей; применять методы компьютерной обработки результатов экспериментов; анализировать полученные данные, сопоставляя их с данными других экспериментов и	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			новыми теоретическими результатами, полученными в базовых и специальных разделах механики жидкости, нацеленных на решение научно-исследовательских и прикладных междисциплинарных задач;	
ПК-1.6	ИД-3ПК-1.6	Владеть: навыками использования приборов для изучения полей температуры, скорости и концентрации (тепловизор, интерферометр, скоростная видеокамера и т.д.) и приборов обеспечивающих необходимое воздействие на жидкость в эксперименте (вибраторы, термостаты и т.д.)	Владеет навыками использования как стандартной, так и специальной научной аппаратуры для получения с её помощью данных в ходе проведения экспериментов по базовым и специальным разделам механики жидкости, нацеленных на решение научно-исследовательских и прикладных междисциплинарных задач.	Дифференцированный зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- 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)	18	18	
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
1-й семестр				
Место эксперимента в исследовательской деятельности	4	0	12	12
Эксперимент, как метод познания. Ключевые эксперименты в физике. Неинерциальные системы отсчета, силы инерции и их влияние на жидкость. Теплофизические свойства жидкостей: плотность, вязкость, теплопроводность и т.д. Лабораторная работа "Определения вязкости жидкости методом Стокса" Лабораторная работа "Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом висящей капли"				
Важные эксперименты в гидродинамике	4	0	8	14
Критерии подобия на примере ключевых экспериментов в гидродинамике. Числа Рейнольдса, Тейлора, Рэлея и т.д. Моделирование природных процессов в экспериментах. Гидродинамическая неустойчивость и типичные формы ее проявления. Лабораторная работа "Изучение конвекции Рэлея-Бенара".				
Визуализация течений жидкости	4	0	8	14
Классические и современные методы визуализации течений жидкости. Лабораторная работа "Изучение ряби Фарадея".				
Измерение полей скорости, температуры и концентрации	4	0	8	14
Классические и современные методы измерения скорости потока и температуры жидкости. Датчики скорости и температуры, интерферометры, тепловизоры. Поля скорости, температуры и завихренности. Лабораторная работа "Изучение полей концентрации при помощи интерферометра Физо".				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	36	54
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	54

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом висящей капли
3	Изучение конвективной устойчивости в горизонтальном плоском слое жидкости
4	Изучение полей концентрации с помощью интерферометра Физо
5	Изучение ряби Фарадея и потоков возникающих под свободной поверхностью жидкости
6	Представление отчетов о выполнении практических заданий

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Методы определения коэффициента вязкости жидкости
2	Изучение конвекции Рэлея-Бенара
3	Методы определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости
4	Применение интерферометров в экспериментальной гидродинамике
5	Изучение колебаний свободной поверхности жидкости под действием вертикальных вибраций

## 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, 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 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	Гидродинамика. - Москва: , Наука, Физматлит, 1988. - (Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т.; Т. 6).	15
2	Пергамент М. И. Методы исследований в экспериментальной физике : учебное пособие для вузов / М. И. Пергамент. - Долгопрудный: Интеллект, 2010.	25
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Бэтчелор Д. К. Введение в динамику жидкости : [учебное издание] : пер. с англ. / Д. К. Бэтчелор. - Москва Ижевск: Регуляр. и хаот. динамика, 2004.	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Механика жидкости и газа : учебное пособие для вузов / В. С. Швыдкий [и др.]. - М.: Академкнига, 2003.	24
<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	Альбом течений жидкости и газа, Ван-Дайк М. Москва, Мир 1986	<a href="https://dwg.ru/dnl/9562">https://dwg.ru/dnl/9562</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
ПО для обработки изображений	Adobe Photoshop CS3 Russian (ПНИПУ 2008 г.)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 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
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
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>
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	<a href="https://dvs.rsl.ru/">https://dvs.rsl.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
Курсовая работа	Лаборатория ИМСС	1
Лекция	ноутбук и проектор	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	Лаборатория ИМСС	1

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

Описан в отдельном документе

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

**УТВЕРЖДЕНО**  
на заседании кафедры ПФ  
протокол № \_\_\_ от \_\_. \_\_.20\_\_  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Брацун Д.А.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Экспериментальная механика жидкости»**  
основной профессиональной образовательной программы высшего образования –  
программы академической магистратуры

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**Экспериментальная механика жидкости**  
***Приложение к рабочей программе дисциплины***

**Направление подготовки:** 01.04.02. «Прикладная математика и информатика»

**Направленность (профиль) образовательной программы:** Хемобиодинамика и биоинформатика

**Квалификация выпускника:** «Магистр»

**Выпускающая кафедра:** Прикладная физика

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 1 **Семестр:** 1

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Виды промежуточного контроля:**

Дифференцированный зачет: 1 семестр Курсовая работа

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины **«Экспериментальная механика жидкости»** и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины **«Экспериментальная механика жидкости»**, утвержденной \_\_\_\_\_ г.
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень магистратуры), программы магистратуры «Хемобиодинамика и биоинформатика, утвержденной «31» мая 2011 г.;

## **1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения**

### **1.1. Формируемые части компетенций**

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина **«Экспериментальная механика жидкости»** участвует в формировании частей компетенции ПК 1.6. В рамках учебного плана образовательной программы в 1-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

1. **ИД-3ПК-1.6.** Владеет навыками использования как стандартной, так и специальной научной аппаратуры для получения с её помощью данных в ходе проведения экспериментов по базовым и специальным разделам механики жидкости, нацеленных на решение научно-исследовательских и прикладных междисциплинарных задач.
2. **ИД-2ПК-1.6.** Умеет производить оценивание значений критериев подобия, используемых как в базовых, так и в специальных разделах механики жидкости; рассчитывать погрешности прямых и косвенных измерений значений физических полей; применять методы компьютерной обработки результатов экспериментов; анализировать полученные данные, сопоставляя их с данными других экспериментов и новыми теоретическими результатами, полученными в базовых и специальных разделах механики жидкости, нацеленных на решение научно-исследовательских и прикладных междисциплинарных задач.
3. **ИД-1ПК-1.6.** Знает принципы планирования и методики проведения экспериментальных исследований в области, как классической механики жидкости, так и её специальных современных разделов, включающих микрофлюидику и физико-химическую гидродинамику, нацеленных на решение научно-исследовательских и прикладных междисциплинарных задач; основные методы получения и обработки экспериментальных данных при проведении гидродинамических экспериментов в области классической механики жидкости и её специальных разделов; основные критерии подобия и диапазоны их

значений, используемых как в базовых, так и специальных разделах механики жидкости.

## 1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра базового учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (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 дифференцированного зачета и курсовой работы. 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		Промежуточный	
	С	ТО	ПЗ	Т/КР	КР	Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 знать основные понятия, процессы и объекты исследования экспериментальной механики жидкости	С1					ТВ
3.2 знать особенности экспериментального исследования вообще и гидродинамики в частности	С1					ТВ
3.3. знать основные критерии подобия и способы их применения для анализа результатов эксперимента в гидродинамике	С2					ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У.1. уметь применять методы расчета погрешностей прямых и косвенных измерений при экспериментальном изучении свойств жидкостей			ПЗ1		КР	
У.2. уметь применять методы измерения полей скорости, температуры и концентрации			ПЗ4 ПЗ5		КР	
У.3. уметь использовать программное обеспечение для обработки результатов экспериментов и построения графиков с целью анализа данных и сравнения их с данными других исследований			ПЗ2 ПЗ3		КР	
<b>Приобретенные владения</b>						
В.1. владеть навыками использования приборов для изучения полей температуры, скорости и концентрации (тепловизор, интерферометр, скоростная видеокамера и т.д.)			ПЗ4		КР	
В.2. владеть навыками использования приборов обеспечивающих необходимое воздействие на жидкость в эксперименте (вибраторы, термостаты и т.д.)			ПЗ5		КР	

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ПЗ – практическое задание; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КР – курсовая работа.*

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимого с учётом результатов текущего и

рубежного контроля и курсовой работы.

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

### **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) 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 дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты отчетов по практическим заданиям.

#### **2.2.1. Защита практических заданий**

Всего запланировано 5 практических заданий. Типовые темы практических заданий приведены в РПД.

Защита практических заданий проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки защиты отчетов по практическим заданиям

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций после изучения учебного материала
умения	владения		
5	5	максимальный	Учебное исследование выполнено в полном объеме. Результаты исследования согласуются с эталонными в пределах погрешности, либо дано подробное объяснение причин расхождения. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может предсказать результаты при изменении условий эксперимента и сам предложить модификации эксперимента для уменьшения погрешностей. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
4	4	средний	Учебное исследование выполнено в полном объеме. Результаты исследования согласуются с эталонными в пределах погрешности, либо есть попытки объяснить расхождение. Студент ответил на контрольные вопросы с некоторыми

			затруднениями. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям
3	3	минимальный	Студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил результаты экспериментального исследования. Студент не может полностью объяснить полученные результаты
2	2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты

### 2.3. Промежуточная аттестация

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.

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

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

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

##### 2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

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

1. Ключевые эксперименты в физике и их методические особенности.
2. Свободная и вынужденная конвекция. Критерий Рэлея.
3. Этапы экспериментального исследования. Экспериментальная установка.
4. Интерферометры и их применение в гидродинамическом эксперименте.
5. Явления переноса. Законы Фика, Фурье и Ньютона.
6. Визуализация течений жидкости.
7. Ламинарное и турбулентное течение. Опыты Рейнольдса.
8. Поля скоростей. Измерение скорости в гидродинамическом эксперименте.
9. Критерии подобия и их использование при анализе экспериментальных данных.
10. Поля температур. Измерение температуры в гидродинамике.

11. Силы инерции в гидродинамике.
12. Методы измерения коэффициента поверхностного натяжения.
13. Теплофизические свойства жидкостей.
14. Методы измерения вязкости жидкости.
15. Конвективный и кондуктивный теплоперенос. Критерий Нуссельта.
16. Гидродинамическая неустойчивость. Классические виды неустойчивости.
17. Выбор системы отсчета в гидродинамическом эксперименте.
18. Моделирование природных явлений и критерии подобия.

### 2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать*, заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонента *знать* приведены в общей части ФОС магистерской программы.

### 2.4.3. Курсовая работа

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения дисциплине, выполняется курсовая работа. Примерные темы курсовых работ представлены в РПД

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты курсовой работы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки защиты курсовой работы

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций после изучения учебного материала
умения	владения		
5	5	максимальный	Учебное исследование выполнено в полном объеме. Результаты исследования согласуются с эталонными в пределах погрешности, либо дано подробное объяснение причин расхождения. Студент точно ответил на вопросы по работе, свободно ориентируется в материалах исследования, может предсказать результаты при изменении условий эксперимента и предложить модификации эксперимента для дальнейших исследований. Курсовая работа выполнена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
4	4	средний	Учебное исследование выполнено в полном объеме. Результаты исследования согласуются с эталонными в пределах погрешности, либо есть попытки объяснить расхождение. Студент ответил на вопросы по работе с некоторыми затруднениями.

			Качество оформления курсовой работы не полностью соответствует требованиям
3	3	минимальный	Студент выполнил учебное исследование. Составил отчет в установленной форме, представил результаты эксперимента и выполнил их анализ. Студент не может полностью объяснить полученные результаты
2	2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не достиг целей учебного исследования и не может объяснить полученные результаты

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

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

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

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных 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 программы магистратуры.

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