



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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев
» 2017г.

**Рабочая программа дисциплины
«Вычислительная гидродинамика»**

Направление подготовки	01.06.01 Математика и механика
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Механика жидкости, газа и плазмы
Научная специальность	01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Общая физика
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 4
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Вычислительная гидродинамика» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 882 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ОФ
Протокол от «24» мкк 2017г. № 20.

Зав. кафедрой И.Ф.-И.Н., доц
(учёная степень, звание)


(подпись)

(Воткин И.И.)
(Фамилия И.О.)

Разработчик программы Д.Ф.И., проф
(учёная степень, звание)

Лещерина
(подпись)

Лещерина С.И.
(Фамилия И.О.)

Руководитель программы Д.Ф.И., проф
(учёная степень, звание)

Лещерина
(подпись)

Лещерина С.И.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК


(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

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

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- самостоятельно осваивать и применять новые теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• **формирование знаний**

- об основных уравнениях, методах и современных проблемах вычислительной гидродинамики;

• **формирование умений**

- решать задачи гидродинамики с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга (CAE-систем);

• **формирование навыков**

- владения современными методами вычислительной гидродинамики;
- построения физико-механических, математических и компьютерных моделей для решения задач прикладной механики с применением программных систем компьютерного инжиниринга (CAE-систем).

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- физико-механические процессы и явления;
- информационные технологии;
- наукоёмкие компьютерные технологии на основе применения передовых CAD/CAE-технологий;
- расчётно-экспериментальные технологии, суперкомпьютерные технологии и технологии распределённых вычислений на основе высокопроизводительных кластерных систем.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.ДВ.02.4 «Вычислительная гидродинамика» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- современные методы вычислительной гидродинамики;
- структуру и интерфейс современных систем численного моделирования и примеры их реализации.

Уметь:

- математически формулировать физическую задачу;
- рационально сочетать аналитические методы и численные методы вычислительной гидродинамики;
- самостоятельно осваивать и применять новые системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга.

Владеть:

- физико-математическим аппаратом
- навыками по самостоятельному изучению новых вычислительных методов, новых систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга

2. 1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код	Формулировка компетенции
ПК-4	самостоятельно осваивать и применять новые теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-4	самостоятельно осваивать и применять новые вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы)

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции аспирант Знает: – современные методы вычислительной гидродинамики – структуру и интерфейс современных систем численного моделирования и примеры их реализации	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование.
Умеет: – математически формулировать физическую задачу – рационально сочетать аналитические методы и численные методы вычислительной гидродинамики – самостоятельно осваивать и применять новые системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.
Владеет: – физико-математическим аппаратом – навыками по самостоятельному изучению новых вычислительных методов, новых систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга	Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч
		4 семестр
1	Аудиторная работа	16
	В том числе:	

	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
	Самостоятельная работа (СР)	54
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1			2			7	
	2			2			7	
Всего по разделу:				4			14	
2	3			2			7	
	4			2			7	
Всего по разделу:				4			14	
3	5			2			7	
	6			2			7	
	7			2			6	
	8			2			6	
Всего по разделу:				4			26	
Промежуточная аттестация								
Итого:				16	2		54	
							72	

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)

Раздел 1. Изучение комплекса ANSYS ICEM CFD

(ПЗ – 4, СР – 14)

Тема 1. ICEM CFD. Построение неструктурированной сетки Tetra

Тема 2. Построение структурированной сетки Hexa

Раздел 2. Изучение комплекса ANSYS Fluent

(ПЗ – 4, СР – 14)

Тема 3. Общее описание и интерфейс ANSYS Fluent. Выражения. Функции

Тема 4. Стационарный расчёт в ANSYS Fluent. Графики. Анимация

Раздел 3. Моделирование физических процессов в насосах

(ПЗ – 8, СР – 26)

Тема 5. Расчёт ступени осевого насоса

Тема 6. Расчёт ступени диагонального насоса

Тема 7. Расчёт ступени центробежного насоса

Тема 8. Расчёт ступени центробежно-вихревого насоса

4.3. Перечень тем практических занятий

Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	ICEM CFD. Неструктурированные расчётные сетки <ol style="list-style-type: none"> 1. Описание интерфейса. 2. Модуль Geometry. Построение геометрических объектов: возможности ICEM 3. Использование модуля Tetra для построения пространственных неструктурированных расчетных сеток. 4. Настройка параметров разбиения модели. Глобальный и локальные размеры. Создание областей локального сгущения 	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	1	Структурированные расчётные сетки <ol style="list-style-type: none"> 1. Модуль Hexa 2. Блокинг 3. Построение структурированной гексагональной сетки 4. Обзор основных критериев качества сетки 	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	2	Моделирование течения в перемешивающей трубе <ol style="list-style-type: none"> 1. Общее описание и интерфейс ANSYS Fluent. Импорт расчётных сеток. Типы граничных условий. Быстрый старт в ANSYS Fluent (Quick Setup) 2. Пользовательские функции, переменные и выражения 3. Fluent -Solver. Основные параметры решателя. Расчёт течения в перемешивающей трубе Fluent-Post. Основные способы и инструменты визуализации	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	2	Моделирование течения в осевом роторе и статоре <ol style="list-style-type: none"> 1. Типы интерфейсов: периодичность, интерфейс между рабочим колесом и направляющим аппаратом 2. Вращение области. Анализ результатов расчёта в постпроцессоре 	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	3	Расчёт осевой ступени <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчёт осевой ступени 2. Определение напора и КПД ступени 	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих

				заданий.
6	3	Расчёт диагональной ступени 1. Особенности построения расчётной сетки 2. Расчёт потерь энергии в канале	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
7	3	Расчёт центробежной ступени 1. Особенности построения расчётной сетки 2. Расчёт потерь энергии в канале	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
8	3	Расчёт ступени ВНН 1. Особенности построения расчётной сетки 2. Эффект вихревого венца 3. Сравнение характеристик с ЭЦН без вихревого венца	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Вычислительная механика» 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. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

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

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

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Вычислительная механика» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.02.4 «Вычислительная гидродинамика»	БЛОК 1			
<i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	<i>(цикл дисциплины/блок)</i>			
01.06.01/ 01.02.05	<input type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input type="checkbox"/>	обязательная
	<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>	по выбору аспиранта
<i>код направления / шифр научной специальности</i>	Математика и механика / Механика жидкости, газа и плазмы			
	<i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>			
2017	Семестр(-ы): 4			
<i>(год утверждения учебного плана)</i>			Количество аспирантов: <u>3</u>	

Факультет Прикладной математики и механики

Кафедра Общая физика

тел. 8(342)239-00-00; psn@novomet.ru
(контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Новые алгоритмы вычислительной гидродинамики для многопроцессорных вычислительных комплексов : учебное пособие для вузов / В. М. Головизнин [и др.]. - Москва: Изд-во МГУ, 2013	35
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Пашинин П.П. Вычислительная гидродинамика природных течений. - М.: Наука, 1997.	1
2	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Изд. 3. М: Наука, 1986.	5
3	Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 7-ое изд., испр. - М. Дрофа, 2003.	116
2.2 Периодические издания		
1	Вычислительная механика сплошных сред : журнал / Российская академия наук, Уральское отделение; Институт механики сплошных сред. - Пермь: ИМСС УрО РАН, 2008 - .	
2	Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа : научный журнал / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1966 - .	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используется	
2.4 Официальные издания		
	Не используется	

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения научных исследований

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

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.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

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.

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	ПЗ	ANSYS ICEM	444632	Компьютерное моделирование
2	ПЗ	ANSYS Fluent	444632	Компьютерное моделирование

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

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра ОФ	252	48	20

9.2. Основное учебное оборудование

№ 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

Лист регистрации изменений

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

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



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Вычислительная гидродинамика»**

Направление подготовки	01.06.01 Математика и механика
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Механика жидкости, газа и плазмы
Научная специальность	01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Общая физика
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 4
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Вычислительная гидродинамика» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № № 882 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума по научной специальности 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ОФ
Протокол от «24» мар. 2017г. № 20.
Зав. кафедрой к.ф.-м.н., доц.
(учёная степень, звание)


(подпись)

Воткин М.
(Фамилия И.О.)

Руководитель д.ф.м.н. и проф.
программы (учёная степень, звание)

Пещерина
(подпись)

Пещерина С.
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации


(подпись)

Л.А. Свисткова

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

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.02.4 «Вычислительная гидродинамика» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ПК-4. самостоятельно осваивать и применять новые теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач.

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля	
	4 семестр	
	Текущий	Зачёт
Усвоенные знания		
З.1. Современные методы вычислительной гидродинамики	С	ТВ
З.2. Структуру и интерфейс современных систем численного моделирования и примеры их реализации	С	ТВ
Освоенные умения		
У.1. Математически формулировать физическую задачу	ОТЗ	ПЗ
У.2. Рационально сочетать аналитические методы и численный методы вычислительной гидродинамики	ОТЗ	ПЗ
У.3. Самостоятельно осваивать и применять новые системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга	ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения		
В.1. Физико-математическим аппаратом	ОТЗ	ПЗ
В.2. Программными комплексами вычислительной гидродинамики	ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр), проводимая с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) 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.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

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.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , 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.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций
на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. 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.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимосвязанные части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

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

4.1 Типовые творческие задания:

1. Построение неструктурированной Tetra сетки для перемешивающей трубы.
2. Построение структурированной сетки для дыма из трубы.
3. Провести расчёт в перемешивающей трубе для заданных граничных условий. Построить контур распределения температур. Определить температуру на выходе.
4. Провести расчёт выхода дыма из трубы для заданных граничных условий, записать анимацию.
5. Провести расчёт осевого ротора-статора для заданного массового расхода. Построить полученную картину течения для полного канала.
6. Построить расчётные сетки для заданной модели рабочего колеса и направляющего аппарата.
7. Определить напор и КПД для заданного расхода конкретной ступени.

8. Определить коэффициент сепарации в гравитационном сепараторе для заданных расхода и размера частиц.
9. Получить распределение газа на выходе из сепаратора. Создать анимацию: изменение распределения газа от входа к выходу.

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

1. Построение геометрии в ICEM CFD. Типы сеток в ICEM CFD. Особенности построения. Вытягивание сетки.
2. ANSYS Fluent: Выражения. Функции. Графики. Анимация. Нестационарный расчёт. Изучение ANSYS Fluent Tutorials.
3. Моделирование лопаточных машин в ANSYS Fluent.
4. Моделирование движения твердых частиц в ANSYS Fluent.
5. Моделирование движения пузырьков в ANSYS Fluent.
6. Моделирование передачи тепла в ANSYS Fluent.

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

1. Расчёт осевой ступени.
2. Расчёт диагональной ступени.
3. Расчёт центробежной ступени.
4. Расчёт центробежно-вихревой ступени.
5. Моделирование движения твердых частиц.
6. Моделирование износа проточных каналов гидромашин.
7. Моделирование движения пузырьков в газосепараторе.

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

Приложение 1
Пример типовой формы экзаменационного билета



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)**

Направление
01.06.01 Математика и механика

Программа
Механика жидкости, газа и плазмы

Кафедра
Общая физика

Дисциплина
«Вычислительная гидродинамика»

БИЛЕТ № 1

1. Построение геометрии в ICEM CFD. Типы сеток в ICEM CFD. Особенности построения. Вытягивание сетки (*контроль знаний*)
2. Провести расчёт выхода дыма из трубы для заданных граничных условий, записать анимацию (*контроль умений*)
3. Расчёт центробежной ступени (*контроль умений и владений*)

Составитель _____
(подпись)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

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