

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

« 27 » декабря 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Вычислительная гидродинамика
(наименование)

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

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

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

Направление подготовки: 15.03.03 Прикладная механика
(код и наименование направления)

Направленность: Прикладная механика (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: обеспечить студентов полноценными знаниями современных методов численного моделирования реальных процессов движения жидкости, возникающих в различных промышленных отраслях, и приобретение умений эффективного использования вычислительных ресурсов.

Задачи:

- Формирование знаний о численных методах решения типовых дифференциальных уравнений в частных производных, задач о потенциальном течении жидкости, гидродинамики с помощью программных средств компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности.
- Формирование умений использовать математические методы и модели при решении задач гидродинамики и корректно формулировать граничные и начальные условия для многомерных задач, разрабатывать численные алгоритмы для решения дифференциальных уравнений в частных производных с применением специализированного программного обеспечения для решения задач гидродинамики и применять программные средства компьютерной графики и офисные приложения (текстовые процессоры, электронные таблицы, средства подготовки презентационных материалов) для визуализации результатов научно-исследовательской деятельности.
- Формирование навыков владения приёмами оптимизации численных методов для ускорения расчётов, методами построения математических моделей задач о внутреннем течении жидкости и внешнем обтекании и специализированным программным обеспечением для решения задач гидродинамики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Математические модели типовых задач гидродинамики;
- Методы решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений в частных производных применительно к простейшим задачам гидродинамики;
- Программное обеспечение для построения дискретной модели и решения задач гидродинамики;
- Средства визуализации и анализа полученных результатов.

1.3. Входные требования

Знание основ вычислительной математики и механики.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает численные методы моделирования, включая метод конечных элементов;	Знает основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории колебаний; современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, численные методы моделирования, включая метод конечных элементов;	Собеседование
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа, пакеты программ для создания электронных геометрических моделей; читать проектную конструкторскую и нормативную документацию	Умеет применять специальные методики расчета параметров нагружения; применять специальные методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость; применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа, пакеты программ для создания электронных геометрических моделей; читать проектную конструкторскую и нормативную документацию	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками применения современных методов, средств и стандартов, прикладных комплексов программ используемых при проектировании.	Владеет навыками разработки статических и динамических моделей; применения современных методов, средств и стандартов, прикладных комплексов программ используемых при проектировании.	Дискуссия
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает современные и эффективные численные методы, алгоритмические языки, пакеты прикладных программ, средства представления результатов для проведения инженерных расчетов и	Знает современные и эффективные численные методы, алгоритмические языки, пакеты прикладных программ, средства представления результатов для проведения инженерных расчетов и исследовательских работ в	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		исследовательских работ в прикладной механике	прикладной механике	
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет создавать и использовать компьютерные модели материалов и конструкций для проведения инженерных расчетов в различных областях техники с использованием современных эффективных методов и средств, в том числе численных методов, алгоритмических языков, пакетов прикладных программ, средств представления результатов, выполнять анализ результатов расчета	Умеет создавать и использовать компьютерные модели материалов и конструкций для проведения инженерных расчетов в различных областях техники с использованием современных эффективных методов и средств, в том числе численных методов, алгоритмических языков, пакетов прикладных программ, средств представления результатов, выполнять анализ результатов расчета	Защита лабораторной работы
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками верификации компьютерных моделей на основе экспериментальных данных при решении задач прикладной механики	Владеет навыками верификации компьютерных моделей на основе экспериментальных данных при решении задач прикладной механики	Дискуссия

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
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)	32	32	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- 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
7-й семестр				
Введение в вычислительную гидродинамику	6	10	0	15
Основные уравнения и понятия; Динамика несжимаемой жидкости; Численное моделирование динамики жидкости; Применение метода конечных разностей к решению модельных уравнений гидродинамики: одномерное волновое уравнение, квазилинейное одномерное уравнение стационарной теплопроводности, двумерное уравнение Пуассона.				
Решение стационарных задач гидродинамики	6	12	0	20
Построение дискретной модели; Задание кинематических и динамических граничных условий, параметры модели жидкой среды, назначение материала; Численные методы; Решение некоторых типовых задач гидродинамики.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Решение простейших уравнений гидродинамики методом конечных элементов	6	10	0	19
Применение метода конечных элементов для решения модельных уравнений гидродинамики; Метод взвешенных невязок; Потенциальное течение жидкости в произвольной области.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	32	0	54
ИТОГО по дисциплине	18	32	0	54

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Решение одномерного уравнения переноса методом конечных разностей.
2	Решение квазилинейного одномерного уравнения стационарной теплопроводности методом конечных разностей.
3	Решение двумерного уравнения Лапласа методом конечных разностей.
4	Численное моделирование течения.
5	Численное решение простейших задач аэрогидродинамики.
6	Решение задачи о потенциальном течении идеальной жидкости методом конечных элементов.

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.

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

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

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по 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
1. Основная литература		
1	Гусев А. А. Механика жидкости и газа : учебник для вузов. 3-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2020. 232 с. 18,00 усл. печ. л.	1
2	Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа : учебник для вузов. 7-е изд., испр. М. : Дрофа, 2003. 840 с.	113
3	Механика жидкости и газа : учебное пособие для вузов / Швыдкий В. С., Ярошенко Ю. Г., Гордон Я. М., Шаврин В. С., Носков А. С. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Академкнига, 2003. 462 с.	24
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Матюнин В. П. Механика жидкости и газа. Введение в гидрогазодинамику : учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2005. 79 с.	109
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	Доманский И. В., Некрасов В. А. Механика жидкости и газа. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 140 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-169301	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Моргунов К. П. Механика жидкости и газа. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 208 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-169278	сеть Интернет; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
-------------	---	-------------------

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональный компьютер	15
Лекция	Мультимедийное оборудование	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе