

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 22 » декабря 20 20 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Прикладные пакеты программ в механике жидкости и газа  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Математическое моделирование (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью учебной дисциплины является получение студентами знаний о основах численного моделирования, формирование умений и навыков применять математический аппарат, численные методы и современное программное обеспечение для исследования фундаментальных и прикладных задач.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- изучение основных понятий дисциплины;  
- изучение ряда современных методов численного моделирования;  
- формирование навыков самостоятельной работы со специальной физико-математической литературой и пакетами прикладных программ.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает парадигму и основные концепции развития прикладной математики и математического моделирования, современные подходы и методы проведения научных исследований, современные и классические математические модели систем и процессов.	Знает парадигму и основные концепции развития прикладной математики и математического моделирования, современные подходы и методы проведения научных исследований, современные и классические математические модели систем и процессов.	Зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет анализировать возможности и применимость математических моделей, применять и модифицировать их для решения научных и прикладных задач, разрабатывать новые математические модели при выполнении научных исследований на современном уровне	Умеет анализировать возможности и применимость математических моделей, применять и модифицировать их для решения научных и прикладных задач, разрабатывать новые математические модели при выполнении научных исследований на современном уровне	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками выполнения научно-исследовательской работы, применения и модификации известных математических моделей для получения новых научных и прикладных результатов	Владеет навыками выполнения научно-исследовательской работы, применения и модификации известных математических моделей для получения новых научных и прикладных результатов	Зачет
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает методы и приемы формализации и алгоритмизации поставленных задач, алгоритмы решения типовых задач, синтаксис выбранного языка программирования, особенности программирования на этом языке, стандартные библиотеки языка программирования, технологии программирования, методы и приемы отладки программного кода	Знает методы и приемы формализации и алгоритмизации поставленных задач, алгоритмы решения типовых задач, синтаксис выбранного языка программирования, особенности программирования на этом языке, стандартные библиотеки языка программирования, технологии программирования, методы и приемы отладки программного кода	Зачет
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет использовать методы и приемы формализации и алгоритмизации задач, применять стандартные алгоритмы, применять выбранные языки программирования для написания программного кода, применять современные компиляторы	Умеет использовать методы и приемы формализации и алгоритмизации задач, применять стандартные алгоритмы, применять выбранные языки программирования для написания программного кода, применять современные компиляторы	Зачет
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками составления формализованных описаний решений и разработки алгоритмов, создания программного кода решения поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания	Владеет навыками составления формализованных описаний решений и разработки алгоритмов, создания программного кода решения поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания	Зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
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)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
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
8-й семестр				
Возможности численного подхода при решении фундаментальных и прикладных задач	2	0	2	10
Преимущества и недостатки численного подхода. Анализ.				
Обзор численных методов	5	0	6	10
Метод характеристик. Метод сеток (конечных разностей). Метод распада произвольного разрыва (метод С.К. Годунова). Метод конечных элементов. Методы расщепления. Метод Давыдова (метод крупных частиц).				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основные понятия дискретной (конечно-разностной) вычислительной математики	5	0	5	10
Конечно-разностная аппроксимация исходных систем дифференциальных и интегральных уравнений. Дискретное представление среды. Способы и виды аппроксимации. Точность аппроксимации. Понятие вычислительной устойчивости конечно-разностной схемы. Сходимость разностного решения. Вязкостные свойства разностных схем. Многопараметрический класс разностных схем расщепления. Оптимизация разностных схем по параметрам.				
Алгоритмирование. Приграммирование. Результаты расчётов.	4	0	14	33
Составление вычислительных алгоритмов. Программирование. Визуализация результатов расчёта. Примеры вычислений.				
<b>ИТОГО по 8-му семестру</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>63</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>27</b>	<b>63</b>

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Приемущества и недостатки численного подхода.
2	Анализ задач, решаемых методом характеристик и методом конечных разностей
3	Анализ задач, решаемых методом С.К. Годунова
4	Анализ задач, решаемых методом конечных элементов и методами расщепления.
5	Анализ задач, решаемых методом Давыдова (методом крупных частиц).
6	Конечно-разностная аппроксимация исходных систем дифференциальных и интегральных уравнений.
7	Алгоритмирование и программирование задач газовой динамики.
8	Отладка тестирование программного продукта. Проведение серии расчётов.

#### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Численное моделирование методом Давыдова задач газовой динамики.

## 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, 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 практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Вержбицкий В. М. Основы численных методов : учебник для вузов / В. М. Вержбицкий. - Москва: Высш. шк., 2009.	15
2	Волков Е. А. Численные методы : учебное пособие / Е. А. Волков. - Санкт-Петербург: Лань, 2008.	98
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Белоцерковский О. М. Численное моделирование в механике сплошных сред / О. М. Белоцерковский. - Москва: Физматлит, 1994.	1

2	Белоцерковский О.М., Давыдов Ю.М. Метод крупных частиц в газовой динамике. Вычислительный эксперимент. - М.: Наука, 1982. - 392 с.	4
3	Давыдов Ю.М., Егоров М.Ю. Численное моделирование нестационарных переходных процессов в активных и реактив-ных двигателях. – М.: НАПН РФ, 1999. – 272 с.	10
4	Математическая энциклопедия – М.: Советская энциклопедия, 1982.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Журнал "Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника"	1
<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>		
1	Егоров М.Ю. Методы численного решения прикладных задач. Метод Давыдова (метод крупных частиц). Учебное пособие по прикладной математике. - Пермь, ПГТУ, 2001г. – 20с.	20
2	Егоров М.Ю. Численное моделирование процесса срабатывания артиллерийского выстрела. Учебное пособие по прикладной математике. - Пермь, ПГТУ, 2001г. – 75с.	20

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Численные методы. Учебное пособие.	<a href="http://www.unn.ru/books/method_files/NumbMeth.pdf">http://www.unn.ru/books/method_files/NumbMeth.pdf</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Численные методы. Учебное пособие.	<a href="https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/40678/1/978-5-7996-1781-3_2016.pdf">https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/40678/1/978-5-7996-1781-3_2016.pdf</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	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	WinRAR (лиц.№ 879261.1493674)
Среды разработки, тестирования и отладки	MS Visual studio 2019 community (Free)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.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>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	РС ЭВМ	5
Лекция	Мел. Доска.	1
Практическое занятие	Мел. Доска.	1

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

Описан в отдельном документе
------------------------------