

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 26 » декабря 20 24 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Математическое моделирование  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 72 (2)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Перспективные технологии создания конструкций газотурбинных двигателей и мотогондол из композиционных материалов  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является освоение учащимися основных подходов и методов построения математических моделей для широкого спектра природных, физических, механических процессов с использованием современных цифровых технологий и сервисов.

Задачами дисциплины являются:

Освоение основных понятий, классификаций, подходов и методов, используемых при разработке и реализации математических моделей. Дать знания об основных цифровых инструментах и сервисах для исследовательской работы с целью поиска информации о постоянно развивающихся новых методах разработки математических моделей и их реализации с использованием современных цифровых инструментов.

Получение навыков коллективной работы над проблемами («мозгового штурма»), в том числе с применением современных цифровых инструментов для дистанционной и коллективной работы, умений грамотно и аргументированно докладывать собственную научную работу, отстаивать свои позиции.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Подходы, методы, этапы построения математических моделей широкого спектра процессов.

Подходы и методы реализации математических моделей, в том числе с применением современных технологий и инструментов.

Простейшие модели физических, механических, технологических процессов, статистические и имитационные модели.

### 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
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	Знает основные правила поиска и отбора информации, методы использования информации для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	Знает основные правила поиска и отбора информации, методы использования информации для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	Умеет самостоятельно разрабатывать, использовать, систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую литературу, для принятия решений в научных исследованиях и в профессиональной деятельности	Умеет самостоятельно разрабатывать, использовать, систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую литературу, для принятия решений в научных исследованиях и в профессиональной деятельности	Индивидуальное задание
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	Владеет приемами умственной деятельности, связанными с анализом, синтезом, сравнением, классификацией, структурированием и систематизацией информации	Владеет приемами умственной деятельности, связанными с анализом, синтезом, сравнением, классификацией, структурированием и систематизацией информации	Индивидуальное задание

### 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:	28	28	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	10	10	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	44	44	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	72	72	

#### 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				
Основы системного анализа. Структурные модели.	1	0	0	0
Моделирование сложных систем. Типы моделей систем. Основы системного анализа. Построение модели черного и белого ящика. Структурные модели. Тело Максвелла, тело Фойгта. Вязкоупругое и упругопластическое деформирование.				
Методология построения математической модели. Этапы построения математической модели.	1	0	2	6
Содержательная постановка задачи моделирования. Формулировка технического задания на разработку модели. Концептуальная постановка задачи моделирования. Гипотезы модели и их обоснование. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор и обоснование выбора метода реализации модели. Задача идентификации параметров и верификация математической модели. Проверка адекватности математической модели.				
Моделирование в условиях неопределенности.	1	0	2	6
Причины появления неопределенностей и их виды. Моделирование в условиях стохастической неопределенности. Моделирование систем массового обслуживания. Примеры построения и реализации моделей систем массового обслуживания.				
Определение и назначение моделирования. Моделирование как метод научного познания.	1	0	2	6
Определение модели. Цели моделирования. Классификация моделей.				
Введение в методы оптимизации.	2	0	2	8
Постановка задачи оптимизации. Выбор параметров оптимизации. Формулировка критерия оптимизации, ограничений задачи. Методы решения задач оптимизации. Многокритериальные задачи оптимизации.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Примеры построения и реализации математических моделей.	2	0	4	10
Модель движения ракеты в разных слоях атмосферы при различных вариантах концептуальной постановки задачи (различных исходных гипотезах модели). Модели динамических систем. Постановка и решение задачи теплопроводности. Постановка и решение задачи диффузии. Постановка и решение задачи кристаллизации. Постановка и решение краевой задачи теории упругости. Построение моделей материалов на различных структурно-масштабных уровнях (макроуровень-мезоуровень-микроуровень). Модели молекулярной динамики и статики. Моделирование кристаллической решетки материала (ОЦК, ГЦК). Моделирование теплового расширения тела при нагреве методами молекулярной динамики.				
Введение в пакет символьных вычислений.	2	0	4	8
Возможности реализации математических моделей с использованием современных цифровых инструментов и компьютерных программ. Функции, списки в пакете символьных вычислений. Матрицы и векторы, связь с тензорными операциями в пакете символьных вычислений. Производная, интеграл элементарных функций в пакете символьных вычислений. Основы алгоритмизации и графическое представление данных в пакете символьных вычислений.				
<b>ИТОГО по 1-му семестру</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>44</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>44</b>

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Работа с матрицами и векторами в пакете символьных вычислений, связь с тензорной алгеброй. Основы алгоритмизации. Графическое представление данных и визуализация результатов вычислений.
2	Примеры работы с функциями и списками. Задачи о нахождении производной и интеграла некоторой функции

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
3	Модель движения ракеты в разных слоях атмосферы при различных вариантах концептуальной постановки задачи (различных исходных гипотезах модели).
4	Модели динамических систем.
5	Постановка и решение задачи теплопроводности. Краевые условия.
6	Построение и визуализация кристаллической решетки материала (объемноцентрированной, гранецентрированной), изображение систем скольжения дислокаций.
7	Структурные модели. Тело Максвелла, тело Фойгта. Модели вязкоупругих тел.
8	Применение моделей систем массового обслуживания для решения реальных задач в рамках профессиональной деятельности магистранта.

## 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.

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, 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 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	Введение в математическое моделирование : учебное пособие / Ашихмин В. Н., Гитман М. Б., Келлер И. Э., Наймарк О.Б., Столбов В. Ю., Трусов П. В., Фрик П.Г. Москва : Логос, 2007. 439 с.	2
2	Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. Москва : Физматлит, 2005. 316 с.	13
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Карпенков С. Х. Концепции современного естествознания : учебник для вузов. 7-е изд., перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 2005. 535 с., 1 л. портр	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Математическое моделирование : журнал. Москва : Наука, 1989 - .	
<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)
Основная литература	Введение в математическое моделирование: учебное пособие для вузов /В.Н. Ашихмин [и др.] – Москва: Логос, 2004.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RU_PNRPUelib2392">http://elib.pstu.ru/Record/RU_PNRPUelib2392</a>	локальная сеть; 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
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
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 Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Springer Nature e-books	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.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="https://elib.pstu.ru/">https://elib.pstu.ru/</a>
Образовательная платформа Юрайт	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRsmart	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="http://325290.inkip.ru/docs">http://325290.inkip.ru/docs</a>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Маркерная доска	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Маркерная доска	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	30

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

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

Описан в отдельном документе