

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра прикладной математики и информатики**

**Авторы-составители: Русакова Ольга Леонидовна  
Бузмакова Мария Михайловна**

Рабочая программа дисциплины

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Код УМК 73251

Утверждено  
Протокол №9  
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Математическое и компьютерное моделирование

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика

направленность Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Математическое и компьютерное моделирование** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)

**ОПК.2** способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем

**ПК.2** способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

**ПК.7** способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (8 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Математическое и компьютерное моделирование. Первый семестр**

#### **Модуль 1**

Определение и назначение моделирования. Классификация моделей. Классификация математических моделей.

Этапы построения математической модели. Структурные модели. Моделирование в условиях неопределённости:

неопределённости и их виды. Моделирование в условиях стохастической неопределённости.

Моделирование в условиях неопределённости, описываемой с помощью теории нечётких множеств.

.

#### **Модуль 2**

Линейные и нелинейные модели. Примеры построения и исследования моделей. Качественный анализ моделей.

Понятие об устойчивости. Устойчивость стационарных состояний.

#### **Модуль 3**

Моделирование с использованием имитационного подхода. Особенности моделей, использующих имитационный подход.

Клеточные автоматы. Примеры использования клеточных автоматов для моделирования задач экологии.

Теория перколяции.

Пример использования перколяционной модели для моделирования процессов экономики.

#### **Итоговое мероприятие**

Итоговое мероприятие состоит из выполнения теста и письменного ответа на теоретический вопрос.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Введение в математическое моделирование: учебное пособие/ред. П. В. Трусов.-Москва:Логос,2007, ISBN 978-5-98704-037-X.-440.-Библиогр.: с. 431-435
2. Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: учебное пособие/Ю. Ю. Тарасевич.-Москва:Едиториал УРСС,2004, ISBN 5-354-00913-8.-152.-Библиогр.: с. 148-149

### Дополнительная:

1. Ашихмин, В. Н. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер. — Москва : Логос, 2004. — 439 с. — ISBN 5-94010-272-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/9063>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портала

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Математическое и компьютерное моделирование** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice», Alt Linux;
- среда разработки программ на языке программирования высокого уровня.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий - компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-



образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Математическое и компьютерное моделирование**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.2</b> способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p>	<p>уметь по содержательной постановке формализовать задачу, определить множество допустимых исходных данных и множество результатов, определить метод решения, подобрать адекватные средства для реализации математической или компьютерной моделей, провести анализ полученных результатов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> не выполнены условия на оценку "Удовлетворительно". Обучающийся даже с помощью не может выполнить первые два пункта на "удовлетворительно"</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> только с помощью преподавателя: - по содержательной постановке формализовать задачу; - определять множество допустимых исходных данных и множество результатов; - определять метод решения; - подбирать адекватные средства для реализации математической или компьютерной моделей; - -- провести анализ полученных результатов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> умеет самостоятельно с небольшими ошибками: - по содержательной постановке формализовать задачу; - определять множество допустимых исходных данных и множество результатов; - определять метод решения; - подбирать адекватные средства для реализации математической или компьютерной моделей; - -- провести анализ полученных результатов.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> умеет самостоятельно: - по содержательной постановке формализовать задачу; - определять множество допустимых исходных данных и множество результатов; - определять метод решения; - подбирать адекватные средства для реализации математической или</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p>	<p>умение - применять современный математический аппарат для построения математической модели изучаемого процесса или объекта; - выбрать готовую модель или модифицировать её для адекватного описания изучаемого процесса или объекта.</p>	<p><b>Отлично</b> компьютерной моделей; - -- провести анализ полученных результатов.</p> <p><b>Неудовлетворител</b> Не может по содержательной постановке задачи выполнить математическую постановку, определить начальные и граничные условия, выполнить проверку корректности математической модели.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Самостоятельно по содержательной постановке задачи выполняет математическую постановку, определяет начальные и граничные условия. Только с помощью может выполнить проверку корректности математической модели. Не может выполнить модификацию математической модели.</p> <p><b>Хорошо</b> Самостоятельно по содержательной постановке задачи выполняет математическую постановку, определяет начальные и граничные условия. Может выполнить проверку корректности математической модели. При необходимости может выполнить модификацию математической модели с незначительными неточностями.</p> <p><b>Отлично</b> Самостоятельно по содержательной постановке задачи выполняет математическую постановку, определяет начальные и граничные условия. Может выполнить проверку корректности математической модели. При необходимости может выполнить модификацию математической модели.</p>
<p><b>ПК.7</b> способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного</p>	<p>умеет реализовать математическую модель с помощью программы на языке программирования высокого уровня или специализированного ПО</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не может правильно выбрать метод вычислительной математики и/или реализовать его в виде программы. Не умеет тестировать разработанный или готовый программный продукт.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Выбирает с помощью метод вычислительной</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
программного обеспечения		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>математики для решения поставленной задачи и реализует его в виде программы на языке высокого уровня или специального ПО. С помощью выполняет неполное тестирование разработанного программного продукта.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Самостоятель выбирает метод вычислительной математики для решения поставленной задачи и реализует его в виде программы ( не обязательно эффективной) на языке высокого уровня или специального ПО. Самостоятельно выполняет тестирование разработанного программного продукта.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Самостоятель выбирает метод вычислительной математики для решения поставленной задачи и реализует его в виде эффективной программы на языке высокого уровня или специального ПО. Самостоятельно выполняет полное тестирование разработанного программного продукта.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 47 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 47 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.2</b> способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем <b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат <b>ПК.7</b> способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	Модуль 1 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать: классификацию моделей по разным основаниям. Уметь: по содержательной постановке построить или подобрать адекватную математическую модель, определять параметры модели, проводить расчеты по выбранной модели, анализировать полученные результаты. Владеть средствами для компьютерной реализации модели

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p> <p><b>ОПК.2</b> способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p>	<p>Модуль 2</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение проводить качественный анализ линейных и нелинейных моделей</p>
<p><b>ОПК.2</b> способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p> <p><b>ПК.7</b> способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения</p>	<p>Модуль 3</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение строить и реализовывать имитационные модели. Умение анализировать результаты моделирования.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.2</b> способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p><b>ПК.2</b> способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</p> <p><b>ПК.7</b> способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения</p>	Итоговое мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание основных понятий математического и компьютерного моделирования. Умение провести качественный анализ нелинейной дифференциальной модели. Умение реализовать компьютерное моделирование физического процесса. Умение анализировать результаты моделирования

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Модуль 1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Мероприятие состоит из выполнения 4 лабораторных работ. В каждой работе по содержательной постановке необходимо построить математическую модель, выбрать метод решения, проанализировать результаты.	40
Лабораторная работы 1 "Замена оборудования, подверженного износу или поломке"	20
Лабораторная работы 2 "задача о рюкзаке"	10
Лабораторная работы 1 "Задача о максимальном потоке через сеть"	10

#### Модуль 2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Качественный анализ линейных моделей	15

### Модуль 3

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Имитатор 2	10
Имитатор 1	10

### Итоговое мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Качественный анализ системы нелинейных дифференциальных уравнений: классификация особых точек	8
Исследование процесса, описанного в задании, с использованием вычислительного эксперимента: программа	5
Исследование процесса, описанного в задании, с использованием вычислительного эксперимента: анализ полученных результатов и их интерпретация	5
Качественный анализ системы нелинейных дифференциальных уравнений: определение особых точек	4
Качественный анализ системы нелинейных дифференциальных уравнений: линеаризация	3