

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

**Радиофизический факультет**

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан радиофизического факультета  
\_\_\_\_\_ Матросов В.В.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_г.

## **Рабочая программа дисциплины**

### **Компьютерное моделирование в научных исследованиях**

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**

Направление подготовки  
**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Направленность программы  
**Информационные системы и технологии**

Квалификация  
**бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Нижний Новгород  
2017

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору в 6 семестре.

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов умения постановки компьютерного эксперимента в физике. При этом основное внимание уделяется выработке более глубокого понимания физических концепций через активное участие в численном моделировании, развитию навыков использования языков программирования и компьютерной графики, применению на практике численных методов решения физических задач.

Задачи курса:

- изучение типовых математических схем моделирования;
- рассмотрение вопросов формализации и алгоритмизации;
- изучение детерминистического и стохастического моделирования на ЭВМ.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (Код компетенции, этап формирования)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2 Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий.  Этап формирования базовый	З1 (ПК-2) Знать принципы моделирования, классификацию способов представления моделей; приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере; достоинства и недостатки различных способов представления моделей; алгоритмы фиксации и обработки результатов моделирования; способы планирования машинных экспериментов с моделями. У1 (ПК-2) Уметь представить модель в математическом и алгоритмическом виде; оценить качество модели; показать теоретические основания модели; проводить статистическое моделирование; моделировать процессы, протекающие в информационных и физических системах. В1 (ПК-2) Владеть навыками применения современных компьютерных технологий для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности; приемами построения компьютерных моделей реальных объектов; навыками построения имитационных моделей информационных процессов и программирования в системах моделирования.
ОПК-2 Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий.  Этап формирования базовый	З1 (ОПК-2) Знать основные возможности компьютеров для решения научных задач, а также новейший отечественный и зарубежный опыт в области компьютерного моделирования. У1 (ОПК-2) Уметь использовать компьютерные программы и системы, а также компьютерное оборудование при решении задач моделирования. В1 (ОПК-2) Владеть языками программирования и библиотеками программ при решении задач моделирования.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, в том числе 1 час - мероприятия текущего контроля успеваемости), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

#### Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Введение в методы компьютерного моделирования	7		4		4	3
2. Детерминистические методы моделирования	22		10		10	12
3. Стохастические методы моделирования	22		10		10	12
4. Инструментальные средства моделирования	20		8		8	12
В т.ч. текущий контроль	1		1		1	
Промежуточная аттестация – <b>зачет</b>						

#### **4. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии: проблемный метод изложения материала и диалогичная форма проведения занятий. Семинарские занятия предусматривают использование проекционной аппаратуры для презентации таблиц, схем, рисунков и фотографий, а также работу в компьютерном классе.

#### **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор материала семинарских занятий,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- составление алгоритмов и программирование на компьютере при решении задач

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения опроса.

### Примеры контрольных заданий:

3-12. Постройте модель процесса остывания стакана с горячим кофе. Постройте графики изменения температуры с учетом теплопроводности, конвекции и испарения. Оцените величину подходящего шага интегрирования для различных схем интегрирования.

3-13. Создайте программу Фурье-анализа периодических сигналов. Постройте спектры различных периодических сигналов.

В-12. Моделирование движения в поле гравитации

В-13. Моделирование систем многих частиц.

## **6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

**6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.**

ПК-2 Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знать</u> принципы моделирования, классификацию способов представления моделей; приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере; достоинства и недостатки различных способов представления моделей; алгоритмы фиксации и обработки результатов моделирования; способы планирования машинных экспериментов с моделями.	Отсутствие необходимых знаний	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<u>Уметь</u> представить модель в математическом и алгоритмическом виде; оценить качество модели; показать теоретические основания модели; проводить статистическое моделирование; моделировать процессы, протекающие в информационных и физических системах.	Полное отсутствие требуемых умений	Грубые ошибки при попытках применить умения	Негрубые ошибки при попытках применить умения	Заметные погрешности при попытках применить умения	Незначительные погрешности при попытках применить умения	Применение умений без погрешностей	Применение умений без погрешностей и их развитие за рамки программы курса

Владеть навыками применения современных компьютерных технологий для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности; приёмами построения компьютерных моделей реальных объектов; навыками построения имитационных моделей информационных процессов и программирования в системах моделирования.	Полное отсутствие необходимых навыков	Фрагментарное владение навыками	Наличие минимальных навыков	Владение навыками с заметными погрешностями	Владение навыками с незначительными погрешностями	Владение навыками без погрешностей	Владение навыками без погрешностей, а также развитие навыков за рамками программы курса
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20%	21 – 50%	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

ОПК-2 Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знать</u> основные возможности компьютеров для решения научных задач, а также новейший отечественный и зарубежный опыт в области компьютерного моделирования.	Отсутствие необходимых знаний	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<u>Уметь</u> использовать компьютерные программы и системы, а также компьютерное оборудование при решении задач моделирования.	Полное отсутствие требуемых умений	Грубые ошибки при попытках применить умения	Негрубые ошибки при попытках применить умения	Заметные погрешности при попытках применить умения	Незначительные погрешности при попытках применить умения	Применение умений без погрешностей	Применение умений без погрешностей и их развитие за рамки программы курса

Владеть языками программирования и библиотеками программ при решении задач моделирования.	Полное отсутствие необходимых навыков	Фрагментарное владение навыками	Наличие минимальных навыков	Владение навыками с заметными погрешностями	Владение навыками с незначительными погрешностями	Владение навыками без погрешностей	Владение навыками без погрешностей, а также развитие навыков за рамками программы курса
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20%	21 – 50%	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

## 6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способность студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении задачи по моделированию (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка «не зачтено» ставится при отсутствии необходимых знаний, умений и навыков либо при наличии грубых ошибок при ответе на вопросы, демонстрации умений и навыков. Оценка «зачтено» ставится в остальных случаях.

## 6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется индивидуальное собеседование (ПК-2, ОПК-2).

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ПК-2, ОПК-2).

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ПК-2, ОПК-2).

## 6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Определение и назначение моделирования. Место моделирования среди методов познания.
2. Определение модели. Свойства моделей.
3. Цели моделирования.
4. Классификация моделей. Материальное моделирование. Идеальное моделирование.

5. Когнитивные, концептуальные и формальные модели. Классификация математических моделей.
6. Этапы построения математической модели и примеры моделей.
7. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования.
8. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи.
9. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели.
10. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.
11. Модели материальных тел. Модели механики и механики сплошных сред.
12. Моделирование движения в поле гравитации.
13. Моделирование систем многих частиц.
14. Моделирование колебательных процессов.
15. Моделирование волновых явлений.
16. Моделирование электромагнитных явлений.
17. Причины появления неопределенностей и их виды. Моделирование в условиях стохастической неопределенности.
18. Методы Монте-Карло. Теория случайных блужданий.
19. Моделирование идеального газа.
20. Моделирование фазовых переходов.
21. Клеточные автоматы.
22. Фракталы.
23. Моделирование квантовых систем.
24. Особенности моделей, использующих имитационный подход.

Для оценки сформированности компетенций используются контрольные задания, примеры которых приведены в пункте 5.

**Полный комплект оценочных средств представлен в ФОНДЕ оценочных средств по дисциплине «Компьютерное моделирование в научных исследованиях»**

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова. — М.: Университетская книга, Логос, 2007. - 440 с.
2. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике, ч. 1, 2. М.: Мир, 1990.
3. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. М.: Наука, 1990.
4. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. М.: Наука, 1973.
5. Методы Монте-Карло в статистической физике. / Под ред. М. Калоса. М.: Мир, 1984.
6. Методы Монте-Карло в статистической физике. / Под ред. К. Биндера. М.: Мир, 1982.
7. Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. — М.: Телеком, 2003, 592 с.
8. Варжапетян А. Г. . Имитационное моделирование на GPSS/H: учебное пособие ГУАП. — СПб., 2007. — 384 с.: ил.

**б) дополнительная литература:**

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.1-5, М.: Наука, 1989.
2. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика. М.: МГУ, 1989.
3. Шустер Г. Детерминированный хаос: введение. М.: Мир, 1988.
4. Эфрос А.Л. Физика и геометрия беспорядка. М.: Наука, 1982.
5. Крайнов А.В., Мигдал А.Б. Качественные методы в квантовой механике. М.: Наука, 1976.

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

<http://cyberleninka.ru>

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор \_\_\_\_\_ Жуков С.Н.

Рецензент \_\_\_\_\_ Демин И.Ю.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Радиофизического факультета. Протокол № 04/17 от «30» августа 2017 года.