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.  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_г. |

**Рабочая программа дисциплины**

**Компьютерное моделирование в научных исследованиях**

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

Направление подготовки

**02.03.02Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Направленность программы

**Информационные системы и технологии**

Квалификация

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Нижний Новгород

2019

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 вырабатыванию 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.

1. **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) Уметьпредставить 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;приёмами 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 областикомпьютерного моделирования.  У1 (ОПК-2)Уметь использовать компьютерные программы и системы, а также компьютерное оборудование при решении задач моделирования.  В1 (ОПК-2)Владеть языками программирования ибиблиотеками программ при решении задач моделирования. |

1. **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 – **зачет** | | | | | | |

1. **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.

1. **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:

З-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.

З-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.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**), **включающий**:
   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** | | | | |
| 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. | Отсутствие необходимых знаний | Наличие грубых ошибок в основном материале | Знание основного материала с рядом негрубых ошибок | Знание основного материалом 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 |
| 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. | Полное отсутствие требуемых умений | Грубые ошибкипри попытках применить умения | Негрубые ошибкипри попытках применить умения | Заметные погрешностипри 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** | | | | | |
| Знать 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 материалом 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 |
| Уметь использовать компьютерные программы и системы, а также компьютерное оборудование при решении задач моделирования. | Полное отсутствие требуемых умений | Грубые ошибкипри попытках применить умения | | Негрубые ошибкипри попытках применить умения | Заметные погрешностипри 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% |

* 1. **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;
* способностьстудентов 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.

* 1. **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).

* 1. 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»**

1. **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. Соболь 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>

1. **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 № \_\_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_\_ года.