



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВПО «ИГУ»)



«Утверждаю»

Первый проректор,
проректор по учебной работе,
проф. И. Н. Гутник

«16» мая 2011 г.

Физический факультет
факультет (институт)

Кафедра общей и космической физики
кафедра

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Вычислительная физика (модуль информатика)

наименование дисциплины по учебному плану

Код дисциплины по учебному плану

Б2.Б2.2: Вычислительная физика

Для подготовки бакалавров по направлению

011200.62 ФИЗИКА

код и наименование направления

г. Иркутск

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Обеспечиваемые компетенции. После изучения курса вычислительной физики, согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 011200 Физика, студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК) и общекультурными компетенциями (ОК):

- способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);
- способностью применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);
- способностью овладеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);
- способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников (ОК-16);
- способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области информатики и современных информационных технологий, навыки использования программных средств и навыков в компьютерных сетях; умением создавать базы данных и использовать ресурсы Интернет (ОК-17);
- способностью использовать нормативные правовые документы в своей деятельности (ОК-20);
- способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-21).

1.2. Цель курса – дать студентам представление о современных методах обработки информации и исследования явлений путем их численного моделирования на компьютерах, способствовать развитию их интеллектуальных, творческих способностей и критического мышления в ходе проведения исследований, анализа явлений, восприятия и интерпретации информации.

1.3. Для достижения данной цели были поставлены задачи:

- освоить приемы и методы программирования в операционной системе Window;
- изучить основы построения численной модели физического явления;
- освоить приемы исследования физических явлений на примере их модели.

1.4. Место дисциплины в процессе подготовки бакалавра. Одним из направлений модернизации российского образования является интеграция дисциплин математического и естественнонаучного цикла. Курс вычислительной физики соответствует этой концепции, т.к. при его изучении используются разделы и темы следующих дисциплин:

- основы физики (механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, атомная и ядерная физика);
- высшая математика (математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, элементы вычислительной математики, теория вероятностей и математическая статистика)

2.РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ РАБОТ

для студентов очного отделения

В представленной ниже рабочей программе дисциплины «Вычислительная физика» отражены все дидактические единицы стандарта.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных ед., 144 часа.

№	Темы, разделы	Всего часов	Аудиторные занятия			Самост. работа		
			Лекции	Семин.	Лаб.	СРС	КСР	Вид КСР (*)
	ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ							
1	Понятие о численной модели	4				4		
2	Численное решение уравнений движения материальной точки	12		4		8		
3	Моделирование линейного и нелинейного маятника	19		10		8	1	СЗ
4	Движение материальной точки в центральном поле	12		6		6		
5	Движение точечного заряда в однородных полях	19		10		8	1	СЗ
	МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕКТОРНЫХ ПОЛЕЙ							
6	Построение силовых линий	23		12		10	1	СЗ
7	Построение линий равного потенциала для поля точечных зарядов	23		12		10	1	СЗ
	МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ							
8	Случайные числа	8		4		4		
9	Вычисление площадей методом Монте-Карло	11		6		4	1	СЗ
10	Случайные блуждания	13		8		4	1	СЗ
	Экзамен (зачет)							
	ВСЕГО	144		72		66	6	

* Примечание: контроль самостоятельной работы осуществляется при проверке созданной студентом компьютерной программы или модели из списка *семестровых заданий* (СЗ) по теме соответствующего раздела. Преподаватель оценивает работоспособность программы, её завершённость, гибкость, универсальность и рациональность. В зависимости от степени успеваемости студента и недочетов программы, даётся дополнительное задание.

3.СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по вычислительной физике включает в себя дидактические единицы, рекомендуемые в федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования при подготовке бакалавров по направлению 011200 Физика.

Выписка из ФГОС ВПО.

В результате изучения базовой части цикла Б.2 (математический и естественнонаучный цикл) студент должен знать основные положения теории информации, принципов построения систем обработки и передачи информации, основы подхода к анализу информационных процессов, современные аппаратные и программные средства вычислительной техники, принципы организации информационных систем, современные информационные технологии; уметь использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов; использовать информационные технологии для решения физических задач; владеть навыками использования математического аппарата для решения физических задач; навыками использования информационных технологий для решения физических задач.

Модуль информатика в цикле Б.2 делится на три дисциплины:

- программирование,
- вычислительную физику,
- численные методы и математическое моделирование.

Студент должен обладать следующими компетенциями: ПК-1, ПК-2, ОК-12, ОК-16, ОК-17, ОК-20, ОК-21.

3.1 Общее (по всем темам)

Раздел 1. Численное моделирование движений.

Тема 1. Понятие о численной модели.

Приведение уравнения движения к безразмерному виду. Параметры подобия.

Тема 2. Численное решение уравнений движения материальной точки.

Алгоритмы Эйлера и Рунге – Кутты.

Тема 3. Моделирование линейного и нелинейного маятника.

Фазовая траектория. Устойчивость решения. Финитные и инфинитные движения. Сепаратриса.

Тема 4. Движение материальной точки в центральном поле.

Притягивающий и отталкивающий центры.

Тема 5. Движение точечного заряда в однородных полях.

Движение заряда магнитном поле, в скрещенных однородных электрическом и магнитном полях.

Раздел 2. Моделирование векторных полей.

Тема 6. Построение силовых линий.

Силовые линии электрического поля разных источников. Силовые линии магнитного поля.

Тема 7. Построение изолиний.

Линии равного потенциала для поля точечных зарядов, расположенных в одной плоскости. Силовые линии как изолинии потока для аксиально-симметричных источников поля.

Раздел 3. Моделирование случайных процессов.

Тема 8. Случайные числа.

Генератор случайных чисел. Случайные числа, распределенные с равномерной плотностью вероятности. Алгоритм получения случайных чисел, распределенных с неравномерной плотностью вероятности.

Тема 9. Вычисление площадей методом Монте-Карло.

Тема 10. Случайные блуждания.

Моделирование столкновений. Определение длины свободного пробега. Моделирование движения со столкновениями.

3.2 Темы семинарских занятий

- Колебания
- Траектории
- Случайные процессы
- Траектории частиц при наличии столкновений
- Векторные поля

3.3 Тематика заданий для самостоятельной работы

Каждое задание предполагает написание студентом программы в среде Delphi и/или C++ на заданную тему, отладка и защита ее. При необходимости провести исследование полученной модели путем изменения параметров задачи. За выполнение задания студент получает определенное количество баллов. Однотипные задания собраны в разделы. Для получения зачета в семестре необходимо набрать 20 баллов, выполнив

хотя бы по одному заданию из каждого раздела. Текст заданий приведён ниже.

I. Колебания

- 1 Написать программу, моделирующую движение линейного маятника с затуханием. На рабочем окне программы изобразить графики траектории $X(t)$, фазовой траектории $V(X)$, полной энергии $E(t)$. Исследовать движения с разными начальными условиями. (2 балла). Дополнить программу изображением движущегося маятника в режиме анимации (1 балл).
- 2 Построить компьютерную модель вынужденных колебаний линейного маятника с затуханием. Построить резонансную кривую (3 балла).
- 3 Написать программу, моделирующую движение нелинейного маятника с затуханием. На рабочем окне программы изобразить графики траектории $X(t)$, фазовой траектории $V(X)$, полной энергии $E(t)$. Исследовать движения вблизи сепаратрисы (2 балла). Дополнить программу изображением движущегося маятника в режиме анимации (1 балл).

II. Траектории

- 1 Написать программу вычисления траектории заряда, движущегося в скрещенных однородных электрическом и магнитном полях. Исследовать движения при разных начальных условиях (2 балла).
- 2 Написать программу вычисления траектории заряда, движущегося в неоднородном магнитном поле. Закон изменения поля в пространстве задается преподавателем (2 балла).

III. Случайные процессы

- 1 Найти площадь круга по методу Монте-Карло, проверяя попадание внутрь круга путем использования уравнения окружности. Исследовать зависимость точности определения площади от числа испытаний ("выстрелов") (1 балл).
- 2 Найти площадь равностороннего треугольника по методу Монте-Карло, проверяя попадание внутрь треугольника путем анализа цвета фигуры. Исследовать зависимость точности определения площади от числа испытаний ("выстрелов") (1 балл).
- 3 Задача о накоплении «зерна». Исследовать процесс накопления зерна на некоторой линии $+1 > x > -1$, считая, что плотность вероятности $p(x)$ попадания отдельного зерна на эту линию зависит от x следующим образом:
при $0 > x > -1$ $p(x) = 1 + x$,
при $1 > x > 0$ $p(x) = 1 - x$,
при $|x| > 1$ $p(x) = 0$.

Изображать упавшие зерна кружками (при соответствующих значениях "x") (3 балла).

IV. Траектории частиц при наличии столкновений

- 1 Вычислить и изобразить траекторию частицы при наличии случайных столкновений, приводящих к изменению направления движения частицы на произвольный угол (в интервале от 0 до 2π) без изменения модуля скорости. Силовые поля отсутствуют. Средняя длина пробега равна L . Проследить изменение во времени смещения частицы от начальной точки, построив график зависимости смещения как функции от прошедшего времени (2 балла).
- 2 На однородную бесконечную пластинку толщиной d вдоль оси X падает поток нейтронов. При столкновении с атомом вещества с вероятностью P_1 нейтрон поглощается, а с вероятностью $P_2 = 1 - P_1$ упруго рассеивается, причем все направления движения нейтрона после рассеяния равновероятны. Средняя длина свободного пробега равна L . Про моделировав траектории движения $N = 100$ нейтронов, определить, сколько нейтронов N_1 поглотилось в пластинке, сколько нейтронов N_2

отразилось от пластинки и сколько нейтронов N_3 прошло сквозь пластинку. Меняя отношение L/d от 0,1 до 10, выяснить его влияние на значения N_1, N_2, N_3 .

Указание: Считать, что ось X перпендикулярна к пластинке, а движение и рассеяние нейтронов происходят в плоскостях XOY . Если поверхность, на которую падают нейтроны, расположить при $x=0$, а вторую поверхность при $x=d$, то условием прохождения будет $x>d$, а условием отражения - $x<0$ (3 балла).

- 3 Вычислить и изобразить траекторию движения заряженной частицы в однородном магнитном поле при наличии столкновений (3 балла).

V. Векторные поля

- 4 Нарисовать карту силовых линий и эквипотенциалей поля точечного заряда, расположенного в точке $x=0, y=0$ (1 балл).
- 5 Нарисовать карту силовых линий и эквипотенциалей поля двух одинаковых разноименных зарядов (2 балла).
- 6 Нарисовать карту силовых линий поля произвольного числа зарядов, расположенных в плоскости экрана случайным образом (3 балла).
- 7 Изобразить распределение потенциала произвольного числа зарядов, расположенных в плоскости экрана (использовать цветовое кодирование различных значений потенциала) (3 балла).

3.4 Примерный список вопросов к зачету

- Алгоритмы Эйлера и Рунге – Кутты.
- Фазовая траектория. Устойчивость решения. Фinitные и инфинитные движения. Сепаратриса.
- Притягивающий и отталкивающий центры.
- Движение заряда магнитном поле, в скрещенных однородных электрическом и магнитном полях.
- Силовые линии электрического поля разных источников. Силовые линии магнитного поля.
- Линии равного потенциала для поля точечных зарядов, расположенных в одной плоскости. Силовые линии как изолинии потока для аксиально-симметричных источников поля.
- Генератор случайных чисел. Случайные числа, распределенные с равномерной плотностью вероятности. Алгоритм получения случайных чисел.
- Вычисление площадей методом Монте-Карло.
- Моделирование столкновений. Определение длины свободного пробега.

4. ФОРМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ:

Форма текущего контроля – выполнение семестровых заданий. В течение семестра студент выполняет задания, за каждой из которых получает соответствующие баллы. Каждое задание предполагает написание студентом программы на заданную тему, отладка и защита ее. При необходимости провести исследование полученной модели путем изменения параметров задачи. За выполнение задания студент получает определенное количество баллов. Однотипные задания собраны в разделы.

Форма промежуточного контроля – зачёт. Для получения зачета набрать 20 баллов за семестровые задания.

Форма итогового контроля, определенная учебным планом, - зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Интернет-источники:

- На сайте научной библиотеки ИГУ, <http://library.isu.ru/ru>, есть доступ к электронно-библиотечной системе (ЭБС) «Библиотех».
- Страница кафедры http://www.physdep.isu.ru/kaf/kos_phis.htm: выложены задания по информатике, методические описания.
- На сайте федерального Интернет-экзамена в сфере профессионального образования (ФЭПО), <http://www.fepo.ru/>, студенты проходят тестирование, направленное на проверку выполнения требований Государственных образовательных стандартов.
- Справочник «Основы Delphi» <http://delphibasics.ru/>.
- Мастера DELPHI <http://www.delphimaster.ru/>.
- КОРОЛЕВСТВО Дельфи | Виртуальный клуб программистов <http://delphikingdom.com/>.
- Сайты пакетов программирования, используемых на практических занятиях (<http://modellus.fct.unl.pt/>, <http://www.wolfram.com/>)

5.2. Оборудование: 2 дисплейных класса с современной вычислительной техникой. Компьютеры имеют доступ к локальной сети университета и выход в Интернет.

5.3. Материалы. На каждом компьютере установлены следующие программные пакеты: Borland Delphi, Borland C++, Mathematica, Modellus, MathLab, PCAD. Имеются списки заданий и методическое руководство в электронном и печатном виде.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Красов, В.И. Компьютерные технологии в физике. Часть 1. Компьютерное моделирование физических процессов: Учеб. пособие / В.И.Красов, И.А.Кринберг, В.Л.Паперный. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Иркутск: ИГУ, 2007. – 126 с: ил. ; 20х15 см. - Библиогр.: с. 126. – 150 экз. – ISBN 978-59624-0148-5.
2. Иванов В.Б. . Компьютерное моделирование и программирование. Часть 1. Основы компьютерного моделирования. Изд. Иркутского университета. 2003. 60 экз.
3. Иванов В.Б. Компьютерное моделирование и программирование. Часть 3. Инструментальные средства моделирования. Изд. Иркутского университета. 2003. 60 экз.

Дополнительная

4. Гулд, Х. Компьютерное моделирование в физике. В 2х томах / Харви Гулд, Ян Тобочник -М.: Мир, 1990. – 2 т. - ISBN 5-03-001592-2.
5. Федоров, А.Г. Delhi 2.0 для всех/ А.Г.Федоров. - 2-е изд., испр. и доп. – М.: КомпьютерПресс, 1997. -467 с.: ил. - ISBN 5-89959-029-7.
6. Аладьев, В.З. Основы информатики: учебное пособие / В.З. Аладьев, Ю.Я. Хунт, М.Л. Шишаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИИД ФилинЪ, 1999. – 545 с. - ISBN 5-89568-131-X
7. Марченко, А.И. Программирование в среде Turbo-Pascal 7.0. / А.И. Марченко, Л.М. Марченко. - 5-е изд., перераб. и доп. –Киев: Век+, 1999. – 464 с. - ISBN 5-88547-069-3.
8. Александровский А.Д. Delphi 5. Разработка корпоративных приложений / А.Д. Александровский. –М.: ДМК Пресс, 2000. – 512 с. - ISBN 5-89818-089-3.
9. Фаронов, В.В. Система программирования Delphi: Учебное пособие / В.В. Фаронов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 888 с. : ил. + 1 эл. гиб. диск. - Библиогр.: с. 871-872. - ISBN 5-94157-294-8.

ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЯ

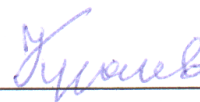
Дата	Внесенные обновления	Подпись автора	Подпись зав. кафедрой

Программу составил

кандидат физико-математических наук

доцент кафедры общей и космической физики

Красов Виктор Иванович



подпись

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры: *протокол №9*

Общей и космической физики

наименование кафедры

« *11* » *05* 20*11* г.

дата

Паперный В.Л.

зав.кафедрой, ФИО



подпись

Согласовано: председатель УМК

В.А. Керняков

ФИО председателя УМК



подпись