

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Томский государственный педагогический университет
(ТГПУ)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе (декан)
_____ 2010 г.
«03» 09

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЕН.Р.01 КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ

1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

- научить студентов математическому моделированию задач технологии, связанных с дисциплинами гидромеханика, гидравлика и т.д., и реализации этих моделей на персональных компьютерах с использованием алгоритмических языков программирования и графического интерфейса пользователя.
- закрепить и расширение знания и умения, полученные при изучении курсов «математика», «физика», «информационные технологии», «гидромеханика», «гидравлика».

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с основными принципами построения математических моделей технических систем и технологических процессов;
- получение необходимого минимума знаний аналитических и численных (приближенных) методах при реализации математических моделей конкретных технических задач;
- формирование представления о компьютерном моделировании реальных процессов;
- выработка умения пользоваться графическими редакторами при интерпретации результатов компьютерного моделирования;
- закрепление навыков и знаний, полученных при изучении курса «Информационные технологии».

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины:

Студент, изучивший дисциплину, должен:

а) знать:

- основные этапы компьютерного моделирования технических моделей и технологических процессов;
- получить необходимый минимум знаний об аналитических и численных (приближенных) методах при реализации математических моделей конкретных технических задач;

б) уметь:

- составлять математические модели конкретных задач специальных дисциплин;
- самостоятельно составлять алгоритмы решения технических задач, составлять и реализовывать соответствующие компьютерные программы на алгоритмическом языке Паскаль;
- уметь представлять результаты компьютерного моделирования в графическом виде и анализировать их;

3. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Общая трудоемкость дисциплины	100	100
Аудиторные занятия	57	57
Лекции	19	19
Практические занятия		
Семинары		
Лабораторные работы	38	38
Другие виды аудиторных занятий		

Самостоятельная работа	43	43
Курсовой проект		
Контрольная работа		
Реферат		
Другие виды самостоятельной работы		
Вид итогового контроля		Зачет

4. Содержание дисциплины:

4.1 Раздел дисциплины и виды занятий

№ №п ./п	Разделы дисциплины	Лекции	Лабораторные работы
1.	Введение. Предмет компьютерного моделирования в технологии. Природа численного моделирования. Математическое моделирование. Визуализация данных численного моделирования.	2	2
2.	Понятие алгоритма. Свойства алгоритмов. Этапы решения задач на компьютере.	1	
3.	Алгоритмические языки. Классификация данных языка Турбо Паскаль.	1	2
4.	Выражения. Стандартные функции. Операторы.	6	6
5.	Процедуры и функции. Файлы.	2	8
6.	Задача об остывании чашки кофе.	5	10
7.	Задача о движении жидкой капли в атмосфере Земли. Упрощенная постановка.	2	10
	Итого	19	38

4.2 Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Предмет компьютерного моделирования. Природа численного моделирования. Математическое моделирование. Визуализация данных численного моделирования.

Лекции 1

Связь с другими дисциплинами. Абстрактные модели. Четыре категории использования компьютеров (численный анализ, символьные преобразования, моделирование, управление в реальном времени). Почему численное моделирование становится важным в любой науке в настоящее время? Линейные и нелинейные задачи, задачи с большими степенями свободы. Аналогии между вычислительным и лабораторным экспериментами. Численное моделирование как инструмент, который можно использовать для постижения сложных явлений. Визуальное представление сложных численных результатов. Модели и моделирование. Материальное и идеальное моделирование.

Раздел 2. Понятие алгоритма. Свойства алгоритмов. Этапы решения задач на компьютере.

Лекции 2

Определение понятия алгоритма. Какими свойствами должен обладать алгоритм, чтобы исполнитель мог решить задачу по заданному алгоритму. Понятие полностью формализованного алгоритма. Блок-схема алгоритма. Разветвляющиеся алгоритмы. Команда ветвления. Циклические алгоритмы. Команда повторения. Компьютер как формальный исполнитель алгоритмов (программ). Примеры составления блок-схем некоторых алгоритмов. Содержание этапов компьютерного моделирования.

Раздел 3. Алгоритмические языки. Классификация данных языка Турбо Паскаль.

Лекции 2,3

Алгоритмические языки. Среда Турбо Паскаль. Классификация данных языка Турбо Паскаль.

Раздел 4. Выражения. Стандартные функции. Операторы.

Лекции 4,5,6

Элементы языка. Алфавит. Идентификаторы. Константы. Выражения. Операции. Операторы языка. Структура программы.

Раздел 5. Процедуры и функции. Файлы.

Лекции 7

Подпрограммы. Процедуры. Функции. Формальные и фактические параметры процедур и функций. Описание файлов. Стандартные процедуры для работы с файлами. Чтение файла. Запись в файл.

Раздел 6. Задача об остывании чашки кофе.

Лекции 8,9

Содержательная постановка задачи, математическая модель. Получение аналитического решения в случае линейности уравнения закона Ньютона. Анализ решения. Метод численного решения. Схема Эйлера, ее геометрическая интерпретация. Алгоритм и программа численного моделирования для случая постоянного «коэффициента остывания». Исследование сходимости разностной задачи к решению дифференциального уравнения как необходимый этап компьютерного моделирования при выборе величины шага интегрирования. Программа и компьютерный эксперимент для случая нелинейной задачи. Сравнение результатов численного моделирования с натурным экспериментом.

Раздел 7. Задача о движении жидкой капли в атмосфере Земли. Упрощенная постановка.

Лекции 10

Содержательная модель задачи. Силы, действующие на каплю, физические процессы, сопровождающие ее падение. Упрощенная математическая модель. Допущения модели. 3 характерных режима обтекания капли для коэффициента аэродинамического сопротивления. Число Рейнольдса для относительного движения капли. Закон сопротивления Стокса. Понятие о неявной разностной схеме. Составление алгоритма и программы решения задачи. Аналитическое решение для стоксовского обтекания. Проведение численных расчетов для закона Стокса (вязкостный режим) и для переходного режима (формула Клячко). Построение графиков в системе OPENOFFICE.org CALC. Анализ результатов.

5. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
-------	----------------------	---------------------------------

	ны	
1	1	Построение диаграмм и графиков в табличном процессоре OPENOFFICE. ORG CALC
2	3	Работа с меню Турбо Паскаля. Редактирование программ.
3	4	Практическое программирование
4	5	Программирование алгоритмов с использованием подпрограмм и записью результатов в файл.
5.	6	Составление алгоритма, написание программы численного решения задачи об остывании чашки кофе с использованием разностной схемы Эйлера.
5.	6	Параметрические расчеты задачи об остывании чашки кофе с разными шагами по времени. Графическая визуализация результатов, сравнение их с аналитическим решением. Анализ результатов.
6.	6	Расчет задачи об остывании чашки кофе с постоянным коэффициентом остывания (линейная задача) и с переменным (нелинейная задача). Анализ результатов.
7.	7	Составление алгоритма, написание программы численного решения задачи о падении капли воды в атмосфере с заданной высоты в упрощенной постановке (при отсутствии ветра, дробления, теплообмена и испарения). Проведение численных расчетов. Построение графиков в системе OPENOFFICE.org CALC. Анализ результатов.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1 Рекомендуемая литература:

а) основная:

1. Миньков, С. Л. Информационные технологии и компьютерное моделирование. учебное пособие / А. С. Ткаченко, В. М. Ушаков. – Изд-во ТГПУ. – 2005.- 269 с.
2. Беккерман, Е. Н. Практическая работа на компьютере в среде LINUX: учебное пособие /Е. Н. Беккерман [и др.]. – Томск: Издательство ТГПУ, – 2007. – 108 с.

б) дополнительная:

1. Власов, В. А. Математика и информатика: учебное пособие / В. А. Власов, И. В. Машковец, М. В. Корзик. – Изд-во ТГПУ. – 2007.- 99 с.
2. Фаронов, Валерий Васильевич. Турбо Паскаль 7.0:Начальный курс: Учебное пособие/В. В. Фаронов.-М.:ОМД Групп,2003.-575 с.
3. Бахвалов, Николай Сергеевич. Численные методы [Текст]:учебное пособие для вузов/Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; МГУ.-5-е изд.-М.:Бином. Лаборатория знаний,2007.-636 с.
4. Гулд, Х. Компьютерное моделирование в физике / Х. Гулд, Я. Тобочник – М: Издательство “ Мир ”. – 1990. – 349с.

6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

Комплект учебников в библиотеке ТГПУ; Мультимедийный программно-методический комплекс, включающий программу курса, конспекты лекций; задания для лабораторных и самостоятельных работ; презентации отдельных разделов курса; программа тестирования по дисциплине. Программа Турбо Паскаль.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных аудиториях, оснащенных следующим оборудованием:

- 12 персональных компьютеров;
- мультимедийные средства (проектор, экран);
- аудио-видеоаппаратура;
- Компьютеры подключены к сети Интернет.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

8.1. Методические рекомендации преподавателю

При изучении компьютерного моделирования необходимы знания определенных разделов таких общенаучных вузовских дисциплин, как «Гидромеханика», «Физика» и «Математика». Однако, из-за особенностей учебного плана, преподаватель вынужден перед рассмотрением конкретных разделов восстановить у студентов знания соответствующих понятий и явлений, законов.

При проведении части лабораторных работ используются презентации соответствующих разделов. По лабораторным работам студентами оформляется отчет в электронном виде в текстовом редакторе с использованием графической визуализации результатов и их подробным анализом. Отчет защищается публично. Каждый студент может задавать вопросы, делать критические замечания. Это способствует развитию творческого мышления, выработке умения формулировать выводы и защищать их, что в дальнейшем понадобится при выполнении научной работы, участии в работе студенческих научных конференций, при защите выпускных (квалификационных) работ.

Контроль выполнения заданий для самостоятельной работы осуществляется при проведении лабораторных работ, тестирования текущей успеваемости в период контрольной точки, через экзаменационные вопросы и на консультациях.

8.2. Методические указания для студентов

В основном программирование задач во время выполнения лабораторных и самостоятельных работ будет выполняться на алгоритмическом языке Паскаль. Поскольку работа в системе Турбо Паскаль под WINDOWS и в системе Free Pascal под LINUX практически ничем не отличается, эту часть работы вы можете выполнять под любой операционной системой (ОС). Однако графическая визуализация результатов будет выполняться в электронных таблицах с использованием числовых файлов, записанных в результате работы программ на языке Паскаль. Здесь надо помнить, что приемы работы в электронных таблицах под WINDOWS и LINUX значительно разнятся, но файлы *.xls, подготовленные в Microsoft Office читаются в OpenOffice.org. Т.е. лабораторные и самостоятельные работы можно выполнять под любой ОС.

В течение семестра во время «контрольных точек» (ориентировочно 9 и 18 недели) будет проводиться контроль промежуточных знаний в форме тестирования на компьютере.

Консультации по интересующим вопросам можно получить во время еженедельных консультаций.

8.3. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

8.3.1. Перечень примерных контрольных вопросов:

Раздел 1

1. Знания каких дисциплин понадобятся при изучении дисциплины «компьютерное

моделирование»? [1]

2. Место математических моделей в классификации моделей объектов с точки зрения системного анализа. [1]
3. Четыре категории использования компьютеров в технологии.
4. Провести аналогию между численным (компьютерным) и лабораторным экспериментом. [1]
5. Преимущества графического представления результатов компьютерного моделирования. [1]

Раздел 2

1. В каких случаях выполнение алгоритма можно поручить компьютеру? [1]
2. Особенности линейных разветвляющихся и циклических алгоритмов. [1]
3. Составить блок-схему алгоритма вычисления таблицы значений некоторой функции $y(x)$ на интервале $[a,b]$ с шагом Δx . [1]

Разделы 3–5

1. Какие операторы используются в Турбо Паскале? [1]
2. Редактирование, отладка программы в среде Турбо Паскаль. [1]
3. Как записать результаты расчетов, полученных в среде Турбо Паскаль в файл? [1]

Раздел 6

1. Назовите механизмы переноса тепла от чашки кофе к окружающему пространству. [1]
2. Уравнение теплопроводности Ньютона. В каком случае можно получить его аналитическое решение? [1]
4. Чем необходимо дополнить уравнение теплопроводности Ньютона, чтобы получить полную математическую модель остывания чашки кофе? [1]
5. Графическая интерпретация метода Эйлера. [1]
6. Как определить коэффициент остывания γ из данных натурального эксперимента? [1]
7. Как на компьютере провести исследование сходимости разностной задачи к решению дифференциального уравнения? Другими словами, как подобрать величину шага интегрирования для получения удовлетворительной точности результатов? [1]
8. Чем объясняется отличие результатов приближенного решения (компьютерного моделирования) от результатов эксперимента?

8.3.2. Перечень примерных заданий для самостоятельной работы:

1. Составление алгоритма, написание программы численного решения задачи об остывании чашки кофе с использованием разностной схемы Эйлера. Литература: [1], С. 220–224; 242–243.
2. Параметрические расчеты задачи об остывании чашки кофе с разными шагами по времени. Графическая визуализация результатов, сравнение их с аналитическим решением. Анализ результатов. Литература: [1], С. 243–245.
3. Проведение сравнительных расчетов задачи об остывании чашки кофе с различными начальными данными (температура окружающей среды, начальная температура кофе). Анализ результатов. Литература: [1], С. 245–250.
4. Составление алгоритма, написание программы численного решения задачи о падении капли воды в атмосфере с заданной высоты при отсутствии ветра, дробления, теплообмена и испарения. Проведение численных расчетов для закона Стокса

(вязкостный режим) и для переходного режима (формула Клячко). Построение графиков. Анализ результатов. Литература: [1], С. 250–257.

6. Технология решения задач на ПК. Литература: дополнительная [1], С. 50–61

8.4. Примерная тематика рефератов, курсовых работ
не предусмотрено

8.5. Примерный перечень вопросов к зачету:

Практические задания:

1. Написать программу приближенного решения дифференциального уравнения, данного преподавателем по предложенной разностной схеме.
2. Построить график функции, предложенной преподавателем, в графическом редакторе.
3. Привести пример циклического алгоритма и изобразить его блок-схему.
4. Подобрать необходимую величину шага интегрирования дифференциального уравнения проведением серии расчетов с его последовательным уменьшением (провести исследование сходимости разностного решения к решению дифференциального уравнения проведением компьютерного эксперимента).
5. Привести пример разветвляющегося алгоритма и изобразить его блок-схему.

Теоретические вопросы:

1. Предмет компьютерного моделирования в технологии.
2. Место математических моделей в классификации моделей объектов с точки зрения системного анализа.
3. Четыре категории использования компьютеров в технологии.
4. Провести аналогию между численным (компьютерным) и лабораторным экспериментом.
5. Каковы преимущества графического представления результатов компьютерного моделирования.
6. Преимущества математического моделирования по сравнению с физическим экспериментом.
7. Этапы моделирования. Требования к моделям.
8. Определение алгоритма. Свойства алгоритма.
9. Разветвляющиеся алгоритмы. Команда ветвления.
10. Циклические алгоритмы. Команда повторения.
11. В каких случаях выполнение алгоритма можно поручить компьютеру?
12. Этапы решения задач технологии на компьютере.
13. Как перейти от дифференциального уравнения к разностному?
14. Назовите механизмы переноса тепла от чашки кофе к окружающему пространству.
15. Уравнение теплопроводности Ньютона. В каком случае можно получить его

- аналитическое решение?
16. Графическая интерпретация метода Эйлера.
 17. Назовите силы, действующие на каплю, падающую в атмосфере Земли. Какие физические процессы протекают при этом?
 18. Запишите число Рейнольдса, что оно характеризует?
 19. Какие зависимости для безразмерного коэффициента аэродинамического сопротивления C_D Re капли вам известны, с какими режимами обтекания капли они связаны?
 20. Запишите неявную разностную схему для следующего уравнения движения капли $\frac{du_s}{dt} = \varphi_1(u - u_s)$.
 21. О чем говорит сравнение результатов расчета по скорости осаждения капли по двум разностным схемам: явной и неявной?
 22. В каком случае удастся аналитически проинтегрировать уравнение движения капли?
 23. Проанализируйте аналитическое решение уравнения движения капли

$$\omega_s = \frac{g}{\varphi_1} (1 - e^{-\varphi_1 t}).$$

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 540500 технологическое образование. Профессионально-образовательный профиль: 540501 технология обработки конструкционных материалов.

Программу составил:
д.ф.-м.н., профессор  Ткаченко А.С.

Программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной механики
протокол № 1 от «3» 08 2010 г.

Зав. кафедрой ПМ  Ротштейн В.П.

Программа дисциплины одобрена методической комиссией факультета технологии и предпринимательства ТГПУ
протокол № 1 от «5» сентября 2010 г.

Председатель методической комиссии
факультета технологии и предпринимательства  Федотов А.С.

Согласовано:

Декан ФТП  Колесникова Е.В.

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в программу учебной дисциплины ЕН.Р.01 Компьютерное моделирование в технологии на 2011/2012 учебный год

В программу учебной дисциплины вносятся следующие изменения:
Без изменений.

Программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Прикладная механика»

протокол № 1 от «29» 08 2011 г.

Зав. кафедрой  Ротштейн В. П.

Программа дисциплины одобрена методической комиссией факультета технологии и предпринимательства ТГПУ

протокол № 1 от «31» 08 2011 г.

Председатель методической комиссии
факультета Технологии и предпринимательства  Федотов А.С.

Согласовано:

Декан ФТП  Колесникова Е.В.