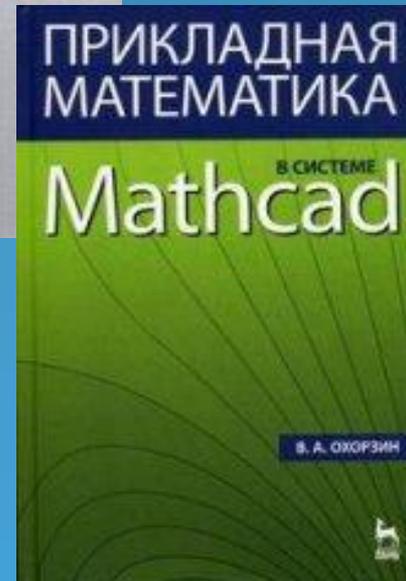
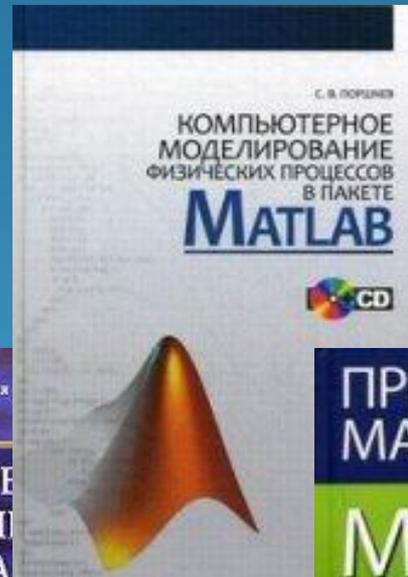
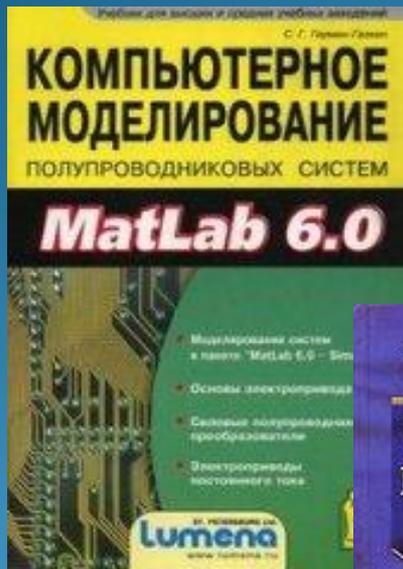




МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Компьютерное моделирование



Бужинский В.А. ктн
доцент
bva2516@mail.ru

Основные понятия КМ

Модель - искусственно созданный объект, который воспроизводит в определенном виде реальный объект - оригинал.

Компьютерная модель - представление информации о моделируемой системе средствами компьютера.

Система - совокупность взаимосвязанных элементов, обладающих свойствами, отличными от свойств отдельных элементов.

Элемент - это объект, обладающий свойствами, важными для целей моделирования.

В компьютерной модели свойства элемента представляются величинами - характеристиками элемента.

Связь между элементами описывается с помощью величин и алгоритмов, в частности вычислительных формул.

В настоящее время под компьютерной моделью чаще всего понимают:

- условный образ объекта или некоторой системы объектов (или процессов), описанный с помощью взаимосвязанных компьютерных таблиц, блок-схем, диаграмм, графиков, рисунков, анимационных фрагментов, гипертекстов и т. д. и отображающий структуру и взаимосвязи между элементами объекта. Компьютерные модели такого вида мы будем называть структурно-функциональными;
- отдельную программу, совокупность программ, программный комплекс, позволяющий с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов воспроизводить (имитировать) процессы функционирования объекта, системы объектов при условии воздействия на объект различных (как правило, случайных) факторов. Такие модели мы будем далее называть имитационными моделями.

Компьютерное моделирование – метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели. Суть компьютерного моделирования заключена в получении количественных и качественных результатов по имеющейся модели.

Тема № 1. Основные понятия компьютерного моделирования.

Тема № 2. Построение моделирующих алгоритмов: формализация и алгоритмизация процессов.

Тема № 3. Универсальность математических моделей.

Тема № 4. Математические модели сложных систем.

Тема № 5. Непрерывно-детерминированные, дискретно-детерминированные, дискретно-вероятностные и непрерывно-вероятностные модели.

Построение моделирующих алгоритмов: формализация и алгоритмизация процессов

1. Формализация модели
2. Алгоритмизация процесса

На протяжении своей истории человечество использовало различные способы и инструменты для создания информационных моделей. Эти способы постоянно совершенствовались. Так, первые информационные модели создавались в форме наскальных рисунков. В настоящее время информационные модели обычно строятся и исследуются с использованием современных компьютерных технологий.

При изучении нового объекта сначала обычно строится его **описательная информационная модель** с использованием естественных языков и рисунков. Такая модель может отображать объекты, процессы и явления качественно, т. е. не используя количественных характеристик. Например, гелиоцентрическая модель мира Коперника на естественном языке формулировалась следующим образом:
Земля вращается вокруг Солнца, а Луна вращается вокруг Земли;
все планеты вращаются вокруг Солнца.

С помощью формальных языков строятся **формальные информационные модели**. Математика является наиболее широко используемым формальным языком. С использованием математических понятий и формул строятся математические модели.

В естественных науках (физике, химии и др.) строятся формальные модели явлений и процессов. Часто для этого применяется универсальный математический язык алгебраических формул (к зан. № 3).

Однако в некоторых случаях используются специализированные формальные языки (в химии - язык химических формул, в музыке - нотная грамота и т. д.) (?).

1. уч. вопрос. **Формализация моделей**

Процесс построения информационных моделей с помощью формальных языков называется формализацией.

В процессе исследования формальных моделей часто производится их **визуализация**. (?)

Для визуализации алгоритмов используются блок-схемы, пространственных соотношений между объектами - чертежи, моделей электрических цепей - электрические схемы. При визуализации формальных моделей с помощью анимации может отображаться динамика процесса, производится построение графиков изменения величин и т. д.

В настоящее время широкое распространение получили компьютерные интерактивные визуальные модели. В таких моделях исследователь может менять начальные условия и параметры протекания процессов и наблюдать изменения в поведении модели.

Первым этапом любого исследования является постановка задачи, которая определяется заданной целью.

Задача формулируется на обычном языке. По характеру постановки все задачи можно разделить на две основные группы. К первой группе можно отнести задачи, в которых требуется исследовать, как изменятся характеристики объекта при некотором воздействии на него, «что будет, если?...». Вторая группа задач: какое надо произвести воздействие на объект, чтобы его параметры удовлетворяли некоторому заданному условию, «как сделать, чтобы?..».

Второй этап - анализ объекта. Результат анализа объекта – выявление его составляющих (элементарных объектов) и определения связей между ними.

Третий этап – разработка информационной модели объекта. Построение модели должно быть связано с целью моделирования. Каждый объект имеет большое количество различных свойств. В процессе построения модели выделяются главные, наиболее существенные, свойства, которые соответствуют цели

Все то, о чем говорилось выше – это **формализация**, т. е. **замена реального объекта или процесса его формальным описанием, т.е. его информационной моделью.**

Построив информационную модель, человек использует ее вместо объекта-оригинала для изучения свойств этого объекта, прогнозирования его поведения и пр. Прежде чем строить какое-то сложное сооружение, например мост, конструкторы делают его чертежи, проводят расчеты прочности, допустимых нагрузок. Таким образом, вместо реального моста они имеют дело с его модельным описанием в виде чертежей, математических формул.

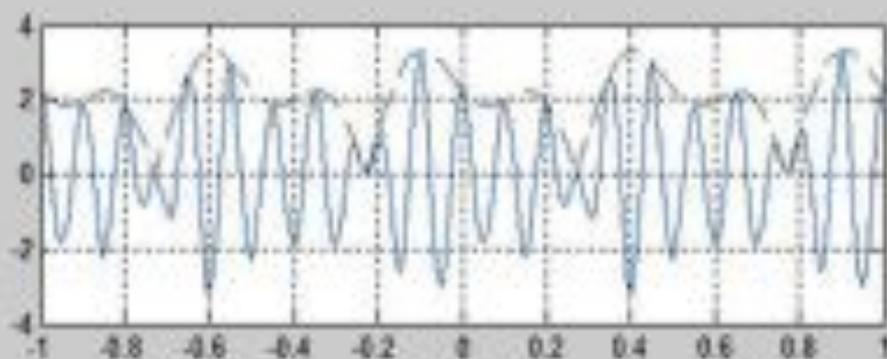
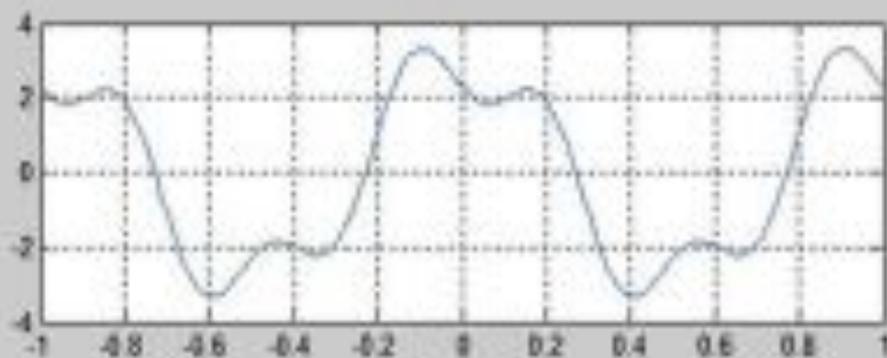
Формализация — это процесс выделения и перевода внутренней структуры объекта в определенную информационную структуру — форму.

Амплитудная модуляция (AM)

Пример: модулирующий сигнал

$$s_M(t) = 3 \cos(2\pi t) - \sin(6\pi t + \pi/4)$$

```
1. t = -1:0.01:1;
2. s_M = 3 * cos(2*pi*t) -
   sin(6*pi*t+pi/4);
3. Fc = 10; % несущая частота
4. s_AM = s_M .* cos(2*pi*Fc*t);
5. subplot(2, 1, 1);
6. plot(t, s_M)
7. grid on
8. subplot(2, 1, 2)
9. plot(t, s_AM, t, abs(s_M), '--')
10. grid on
```



По степени формализации информационные модели бывают образно-знаковые и знаковые.

Знаковые модели можно разделить на следующие группы:

- математические модели, представленные математическими формулами, отображающими связь различных параметров объекта, системы или процесса;
- специальные модели, представленные на специальных языках (ноты, химические формулы и т. п.);
- алгоритмические модели, представляющие процесс в виде программы, записанной на специальном языке.

Последовательность команд по управлению объектом, выполнение которых приводит к достижению заранее поставленной цели, называется алгоритмом управления.

Происхождение понятия «алгоритм».

Слово «алгоритм» происходит от имени математика средневекового Востока Мухаммеда аль-Хорезми (787-850). Им были предложены приемы выполнения арифметических вычислений с многозначными числами. Позже в Европе эти приемы назвали алгоритмами, от латинского написания имени аль-Хорезми. В наше время понятие алгоритма не ограничивается только арифметическими вычислениями.

Алгоритм - понятное и точное предписание совершить определенную последовательность действий, направленных на достижение указанной цели или решение поставленной задачи.

Алгоритм применительно к вычислительной машине - точное предписание, т. е. набор операций и правил их чередования, при помощи которого, начиная с некоторых исходных данных, можно решить любую задачу фиксированного типа.

Свойства алгоритмов:

Дискретность - алгоритм должен быть разбит на шаги (отдельные законченные действия).

Определенность - у исполнителя не должно возникать двусмысленностей в понимании шагов алгоритма (исполнитель не должен принимать самостоятельные решения).

Результативность (конечность) - алгоритм должен приводить к конечному результату за конечное число шагов.

Понятность - алгоритм должен быть понятен для исполнителя.

Эффективность - из возможных алгоритмов выбирается тот алгоритм, который содержит меньше шагов или на его выполнение требуется меньше времени .

Виды алгоритмов

Виды алгоритмов как логико-математических средств в зависимости от цели, начальных условий задачи, путей ее решения, определения действий исполнителя подразделяются следующим образом:

*механические алгоритмы, иначе детерминированные;
гибкие алгоритмы, иначе вероятностные и эвристические.*

Механический алгоритм задает определенные действия, обозначая их в единственной и достоверной последовательности, обеспечивая тем самым однозначный требуемый или искомый результат, если выполняются те условия процесса или задачи, для которых разработан алгоритм.

Эвристический алгоритм - это такой алгоритм, в котором достижение конечного результата программы действий однозначно не предопределено, так же как не обозначена вся последовательность действий исполнителя. В этих алгоритмах используются универсальные логические процедуры и способы принятия решений, основанные на аналогиях, ассоциациях и опыте решения схожих задач.

В процессе алгоритмизации исходный алгоритм разбивается на отдельные связанные части, называемые шагами, или **частными алгоритмами**.

Различают четыре основных типа частных алгоритмов:

линейный алгоритм;

алгоритм с ветвлением;

циклический алгоритм;

вспомогательный, или подчиненный, алгоритм.

Линейный алгоритм - набор инструкций, выполняемых последовательно во времени друг за другом.

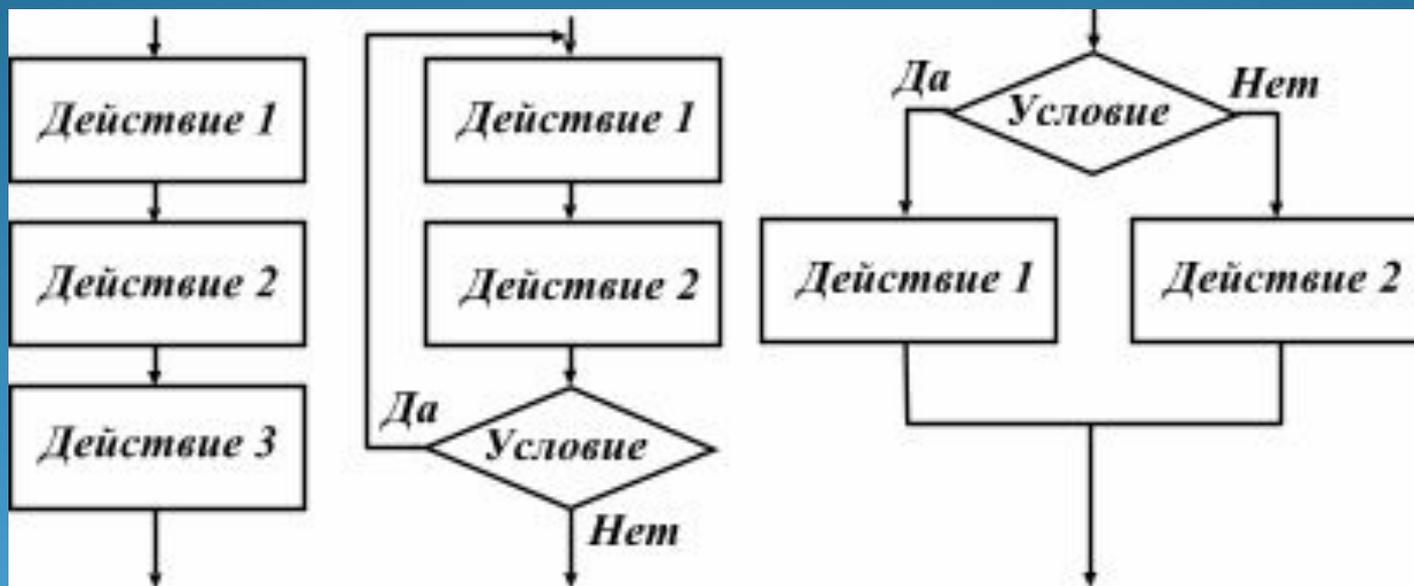
Алгоритм с ветвлением - алгоритм, содержащий хотя бы одно условие, в результате проверки которого ЭВМ обеспечивает переход на один из двух возможных шагов.

Циклический алгоритм - алгоритм, предусматривающий повторения одного и того же действия над новыми исходными данными. Необходимо заметить, что циклический алгоритм легко реализуется посредством двух ранее рассмотренных типов алгоритмов.

Вспомогательный, или подчиненный, алгоритм - алгоритм, ранее разработанный и целиком используемый при алгоритмизации конкретной задачи.

На всех этапах подготовки к алгоритмизации задачи широко используется структурное представление алгоритма в виде блок-схем.

Блок-схема - графическое изображение алгоритма в виде схемы связанных между собой с помощью стрелок (линий перехода) блоков - графических символов, каждый из которых соответствует одному шагу алгоритма. Внутри блока приведено описание совершаемых в нем действий.



Способы описания алгоритмов

Выбор средств и методов для записи алгоритма зависит прежде всего от назначения (природы) самого алгоритма, а также от того, кто (что) будет исполнителем алгоритма.

Алгоритмы записываются в виде:
словесных правил,
блок-схем,
программ.

Словесный способ описания алгоритмов - это, по существу, обычный язык, но с тщательным отбором слов и фраз, не допускающих лишних слов, двусмысленностей и повторений. Дополняется язык обычными математическими обозначениями и некоторыми специальными соглашениями.

Алгоритм описывается в виде последовательности шагов. На каждом шаге определяется состав выполняемых действий и направление дальнейших вычислений. При этом если на текущем шаге не указывается, какой шаг должен выполняться следующим, то осуществляется переход к следующему шагу.

Пример. Составить алгоритм нахождения наибольшего числа из трех заданных чисел a , b , c .

Сравнить a и b . Если $a > b$, то в качестве максимума t принять a , иначе ($a \leq b$) в качестве максимума принять b .

Сравнить t и c . Если $t > c$, то перейти к шагу 3. Иначе ($t \leq c$) принять в качестве максимума c ($t = c$).

Принять t в качестве результата.

Недостатки словесного способа описания алгоритмов:
отсутствие наглядности,
недостаточная точность.

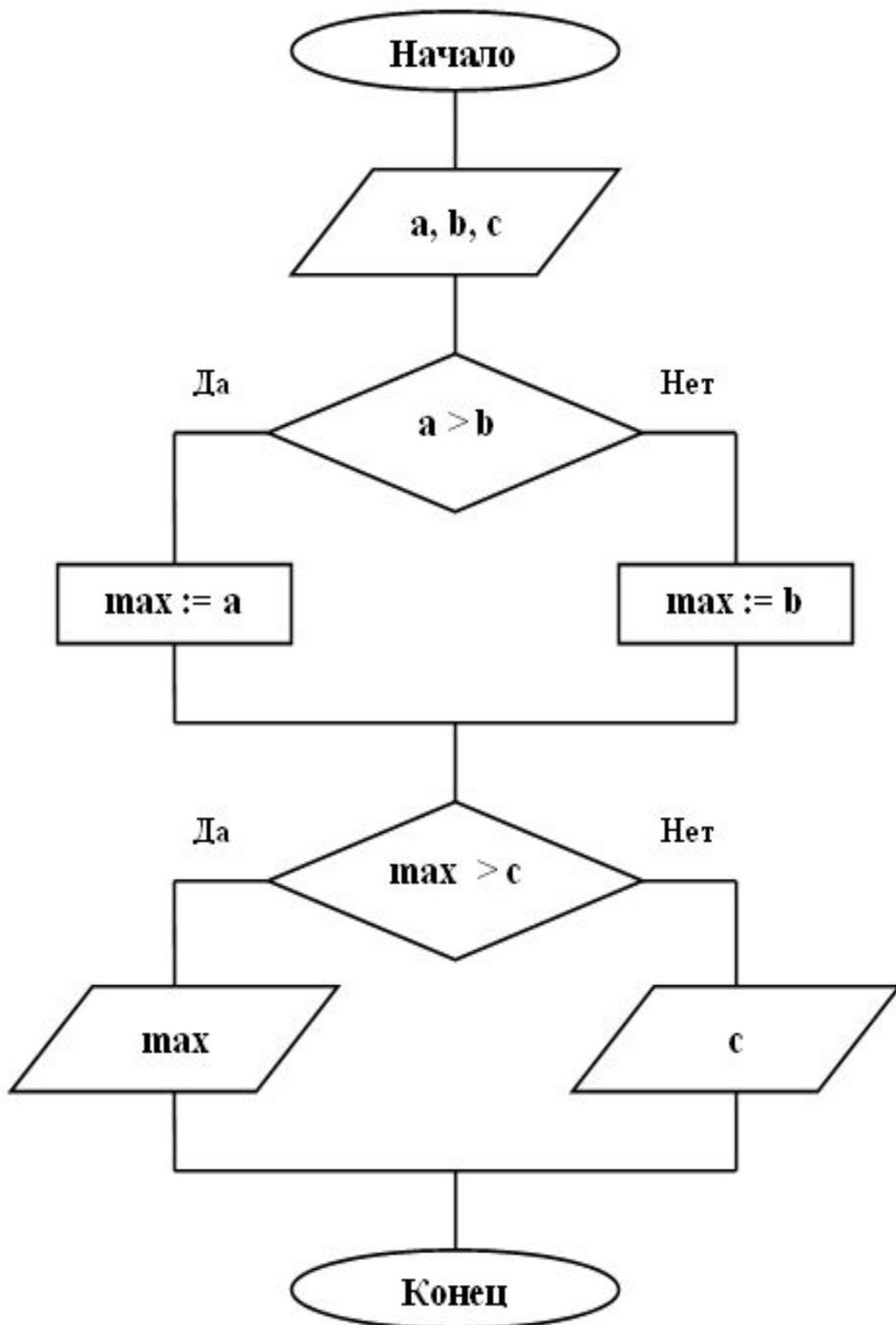
Графический способ описания алгоритмов

- это способ представления алгоритма с помощью общепринятых графических фигур, каждая из которых описывает один или несколько шагов алгоритма.

Внутри блока записывается описание команд или условий.

Для указания последовательности выполнения блоков используют линии связи (линии соединения).

Существуют определенные правила описания алгоритмов в виде блок-схем. (?)



Описание алгоритмов с помощью программ – алгоритм, записанный на языке программирования, называется программой.

Словесная и графическая формы записи алгоритма предназначены для человека. Алгоритм, предназначенный для исполнения на компьютере, записывается на языке программирования (языке, понятном ЭВМ). Сейчас известно несколько сот языков программирования. Наиболее популярные: Си, Паскаль, Бейсик и т. д.

Пример. Составить алгоритм нахождения наибольшего числа из трех заданных чисел a , b , c .

```
program MaxFromThree;  
var  
   $a, b, c, result$ : Real;  
begin  
  Write ('Введите  $a, b, c$ ');  
  ReadLn ( $a, b, c$ );  
  if  $a > b$  then  $result := a$  else  $result := b$ ;  
  if  $c > result$  then  $result := c$ ;  
  WriteLn ( ' Максимальное из трех чисел равно:',  $result$  :9:2)  
end.  
(?)
```

Пример 1

Дан одномерный массив, вычислите среднее арифметическое. (?)

Решение задачи

```
1 Program test;
2 Var i,summ:Integer;
3 massiv: array [1..5] of Integer;
4 Begin
5 summ:=0;
6 for i:=1 to 5 do
7 begin
8 Write('Введите элемент массива: ');
9 ReadLn (massiv[i]);
10 summ:=summ+massiv[i];
11 end;
12 Write('среднее арифметическое массива равно: ', summ/5);
13 WriteLn;
14 End.
```

(?)

Пример 2

Построить алгоритм процесса бросания тела под углом к горизонту

```
S = Int(S * 10) / 10
```

```
h = v0 ^ 2 * (Sin(A)) ^ 2 / (2 * 9.81)
```

```
h = Int(h * 10) / 10
```

```
t0 = S / (v0 * Cos(A))
```

```
List3.AddItem S
```

```
List4.AddItem h
```

Установить в графическом окне масштаб и нарисовать линию го

```
P1.Scale (0, 100)-(170, 0)
```

```
P1.Line (0, 10)-(170, 10)
```

В цикле нарисовать траектории движений

```
For t = 0 To t0 Step 0.001
```

```
x = 10 + v0 * Cos(A) * t
```

```
y = 10 + v0 * Sin(A) * t - 9.81 * t ^ 2 / 2
```

```
P1.PSet (x, y), vbRed
```

```
Next
```

Отметить траектории движений

```
P1.PSet (85, 10 + h)
```

```
P1.Print i
```

```
Next
```

```
End Sub
```

Траектории параболы

Движение тела, брошенного под углом к горизонту Законы движения

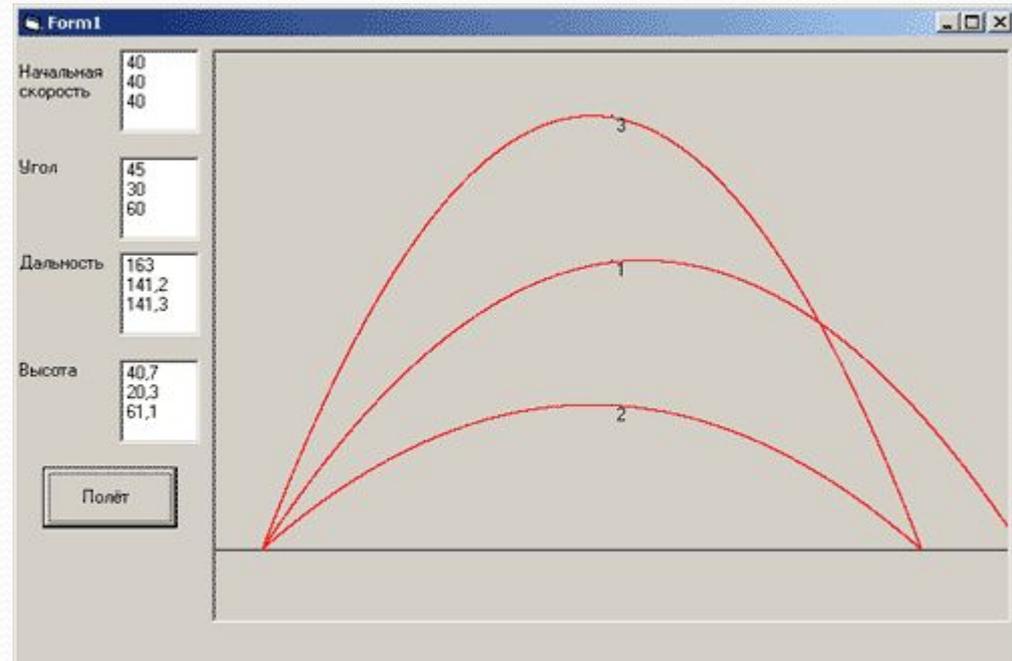
$$v_x = v_0 \cdot \cos(A) = \text{const}$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin(A) - g \cdot t$$

$$x = v_0 \cdot \cos(A) \cdot t$$

$$y = v_0 \cdot \sin(A) \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \quad \text{Дальность полёта } s = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2 \cdot A)}{g}$$

$$\text{Наибольшая высота } h = \frac{(v_0 \cdot \sin(A))^2}{2 \cdot g}$$

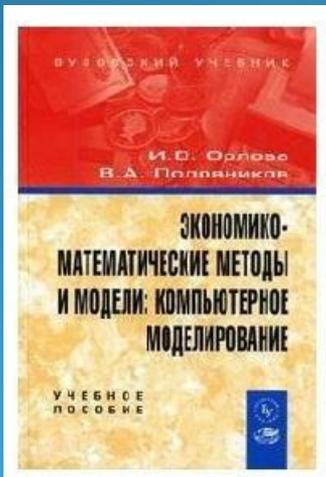


(?)

В.В. Васильев, Л.А. Симак, А.М. Рыбникова. Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/SIMULINK. Учебное пособие для студентов и аспирантов. 2008 год. 91 стр.



Компьютерное моделирование физических задач в Microsoft Visual Basic. Учебник Author: Алексеев Д.В. СОЛОН-ПРЕСС, 2009 г



Автор: Орлова И.В., Половников В.А.
Издательство: Вузовский учебник
Год: 2008

Анфилатов, В. С. Системный анализ в управлении [Текст]: учеб.пособие / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин; под ред. А. А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

Веников, В.А.. Теория подобия и моделирования [Текст] / В. А. Веников, Г. В. Веников.- М.: Высш.шк., 1984. – 439 с.

Евсюков, В. Н. Анализ автоматических систем [Текст]: учебно-методическое пособие для выполнения практических заданий / В. Н. Евсюков, А. М. Черноусова. – 2-е изд., исп. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. - 179 с.

Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике [Текст]: учеб. для вузов / Под ред. В. С.Зарубина, А. П. Крищенко. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2001. – 496 с.

Колесов, Ю. Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы [Текст]: уч. пособие / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 224 с.

Колесов, Ю.Б. Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход [Текст] : Уч. пособие / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 192 с.

Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования [Текст]: учеб.для вузов / И. П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. – 360 с.

Скурихин, В.И. Математическое моделирование [Текст] / В. И. Скурихин, В. В. Шифрин, В. В. Дубровский. - К.: Техника, 1983. – 270 с.

Черноусова, А. М. Программное обеспечение автоматизированных систем проектирования и управления: учебное пособие [Текст] / А. М. Черноусова, В. Н. Шерстобитова. - Оренбург: ОГУ, 2006. - 301 с.