

Интернет-технология  
обучения математическим  
дисциплинам, основанная  
на системе  
«ВебМатематика»

Е.М. Воробьев, МИЭМ

В.А. Никишкин, МЭСИ

# ВебМатематика

Прикладная программа для Ява-сервера, обеспечивающая доступ по Интернету к вычислительному ядру системы «Математика»

# «Математика»

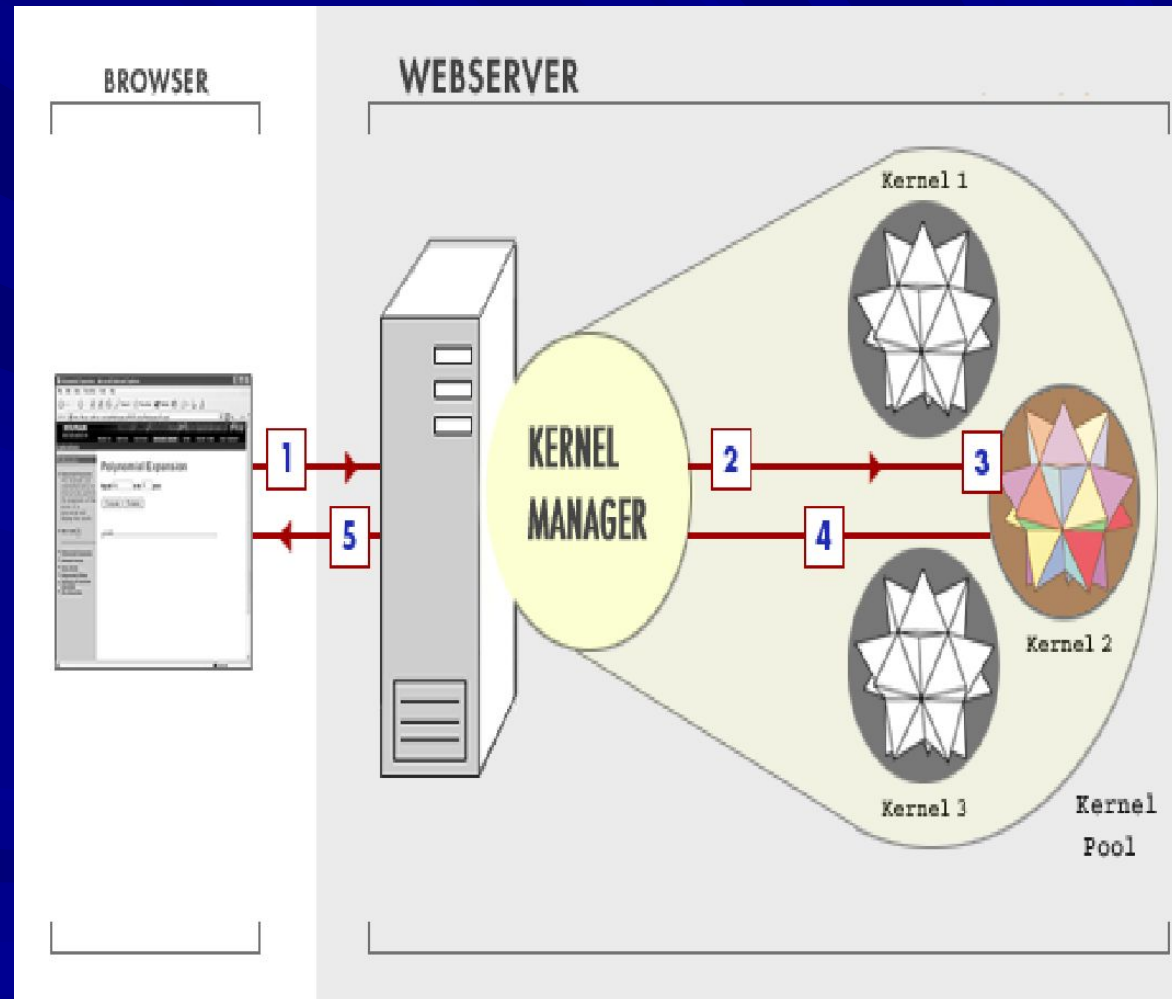
- Интегрированная программная система для проведения символьных, графических и численных расчетов.
- Интегрированность означает, что все типы расчетов можно выполнять в одном сеансе работы с системой
- С точки зрения структуры «Математика» состоит из самостоятельных подсистем: интерфейса и вычислительного ядра

- Интерфейс и вычислительное ядро взаимодействуют по специальному протоколу MathLink
- Этот протокол был модифицирован с тем, чтобы взаимодействие могло проходить на языке Ява.
- Последнее обстоятельство позволило написать веб-интерфейс для вычислительного ядра системы «Математика»

# Технология

- Структура ВебСервера

ВебМатематика создает на Ява-сервере HTML-страницы, на которых можно выполнять математические вычисления



# Ключевые достоинства для обучения. «ВебМатематика»

- Обеспечивает удаленный доступ к интерактивным учебным материалам с компьютера, который оснащен только Веб-браузером
- Не требует от пользователя знания команд системы «Математика», хотя и предполагает владение основами ее синтаксиса

# “Математика” и “ВебМатематика” электронные интерактивные учебные пособия

- Математический анализ

Differ.nb \*

## Calculus Labs using "Mathematica"

Lab Number: 5

### Differential. Taylor polynomials

© E.M. Vorob'ev, 2004

- Initialization
- Tangents, parabolas and Taylor polynomials
- Labs
- Brief "Mathematica" Reference Guide

100%

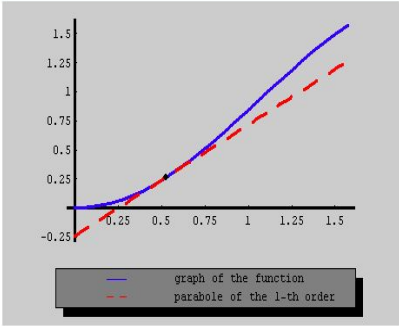
Differ.nb \*

### The patterns of problem solving

■ Pattern 1.

**Problem.** For what values of the argument  $x$  belonging to the segment  $[0, \pi/2]$  the function  $x \cdot \sin[x]$  may be approximately evaluated with the help of its differential at the point  $c = \frac{\pi}{6}$ . The relative error of approximation must be less than 1%?

```
In[15]:= TaylorPlot[x Sin[x], {x, 0, Pi/2}, Pi/6, 1]
```

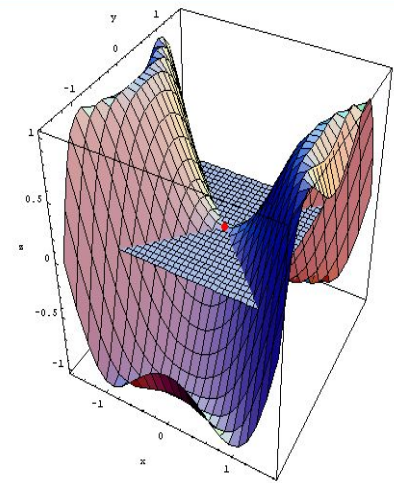

$$x \sin[x] = \frac{\pi}{12} + \left( \frac{1}{2} + \frac{\pi}{4\sqrt{3}} \right) \left( -\frac{\pi}{6} + x \right) + o\left( -\frac{\pi}{6} + x \right)$$

100%

TwoVar.nb \*

`var2, c, d ]` returns the graph of the **function** of the arguments `var1, var2` together with the tangent plane to the graph of the function at the **point**. The range of the graph is the segment `[a, b]` in the first variable and the segment `[c, d]` in the second variable. It is recommended that the point `c` locates in the vicinity of the center of the rectangle `[a,b ; c,d]`.

```
In[37]:= TangentPlane[Sin[x^2 - y^2], {0, 0}, {x, -Pi/2, Pi/2}, {y, -Pi/2, Pi/2}];
```



**Definition.** The points where the first partial derivatives of the function  $f[x,y]$  vanish are called the **stationary or critical points** of the function.

As in the case of the functions of one argument, it is possible that the local minima and maxima of the functions

100%



# “Математика” и “ВебМатематика” электронные интерактивные учебные пособия

- Линейная алгебра

Linear algebra Labs  
with "Mathematica"

Lab 1

## Vectors in the plane

© E.M. Vorob'ev, 2005

- Initialization
- Background
- Labs
- Programs

Example of subtraction:

```
In[70]:= VectorOperations[vector[{1, 2}, {2, 3}], vector[{-2, 3}, {-1, 1}], {0, 2}, Minus];
```

If both vectors are applied to the same point and the result is supposed to be applied to the same point, then the argument **point** is not obligatory:

```
In[71]:= VectorOperations[vector[{1, 2}, {2, 3}], vector[{1, 2}, {-1, 1}], Plus];
```

The arguments **vector1** and **vector2** are also can be determined by their coordinates in the form `vector[a,b]`. In that case, they are supposed applied to the origin O of the coordinate system.

```
VectorOperations[vector[2, 3], vector[-1, 1], Plus];
```

Calculate also the operator matrix in the Jordan basis.

**Solution.** Print in the matrix A:

```
In[78]:= A = {{2, 0, 0, 0}, {6, -1, -3, 1}, {0, 0, 2, 0}, {20, -9, -10, 5}};
```

Calculate the characteristic polynomial of the operator A:

```
In[79]:= f[lambda] = Det[A - lambda IdentityMatrix[4]]
```

Find the roots of the characteristic polynomial:

```
In[80]:= lambda /. Solve[f[lambda] == 0, lambda]
```

The operator A has the only root  $\lambda = 2$  of the multiplicity 4.

Calculate the eigenvectors. To this end, solve the linear system  $(A - 2E)u = 0$ :

```
In[79]:= SystemForEigenvectors[A, 2]
```

Equations:  $\{6x[1] - 3x[2] - 3x[3] + x[4] = 0, 20x[1] - 9x[2] - 10x[3] + 3x[4] = 0\}$

Eigenvectors:  $\left\{ \begin{matrix} x[2] \\ x[4] \\ x[3] \\ x[4] \end{matrix} \right\}$



# Математика и Векторная электронные интерактивные учебные пособия

- Дифференциальные уравнения

Calculus Labs  
using "Mathematica"

Lab Number 11

Ordinary differential equations

© E.M. Vorob'ev, 2004

Initialization
Basics
Examples. DSolve and PlotIntegralCurve commands
Laboratory work
Growth models
Programs

100% Mathematica 5.1 - [ODE.nb \*]

InitialPoints[{x1,y1}, {x2,y2}, ...].

```
In[105]= PlotIntegralCurve[VectorField[1, 2 x (1 - y)], InitialPoints[{-0.6, 0.3}, {-0.5, -0.7}, {0.1, 1.8}],  
Coordinate1[x, -2, 2], Coordinate2[y, -1.5, 2]];
```

Legend:

- initial point
- integral curve
- vector field v

Example 2.

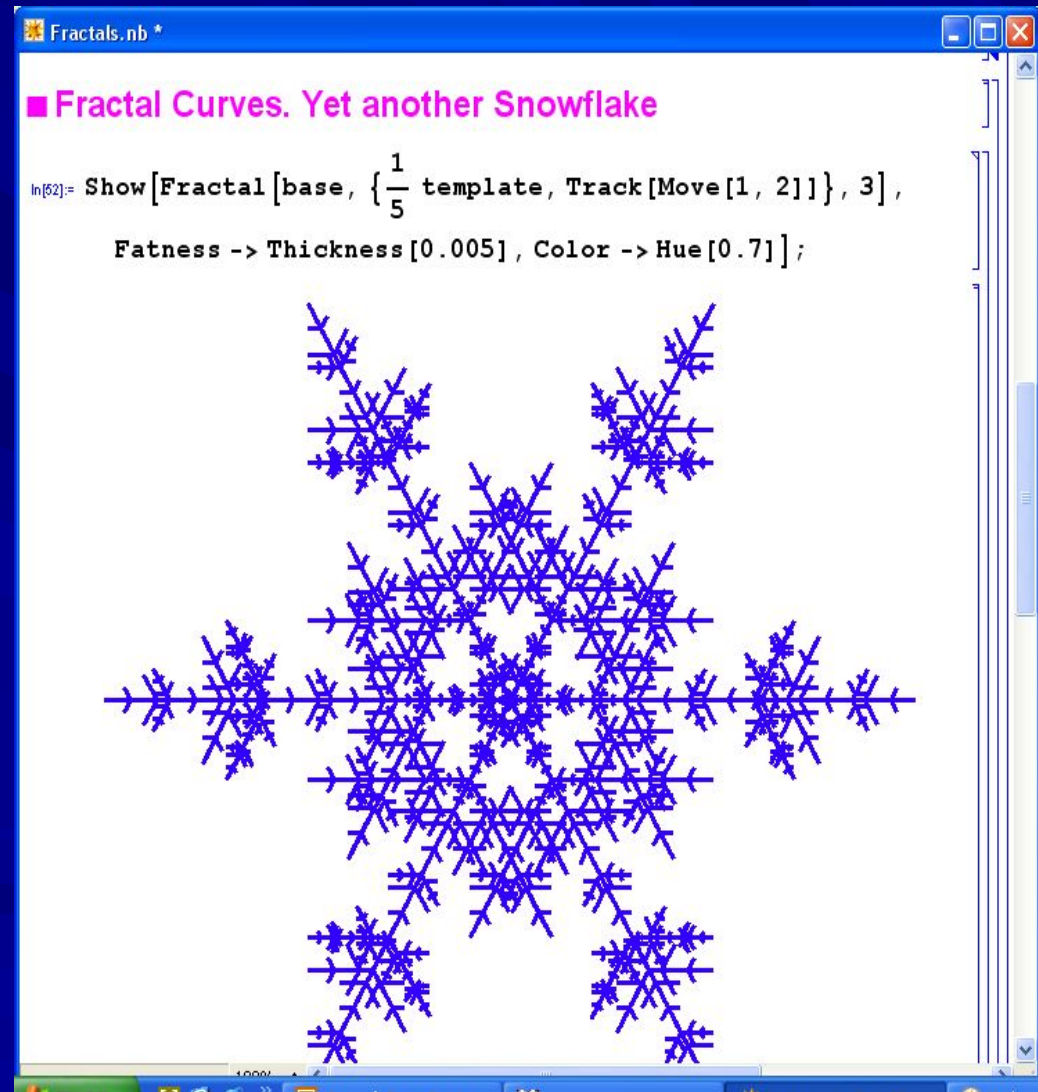
Example 3.

Example 4.

100% Mathematica 5.1 - [ODE.nb \*]

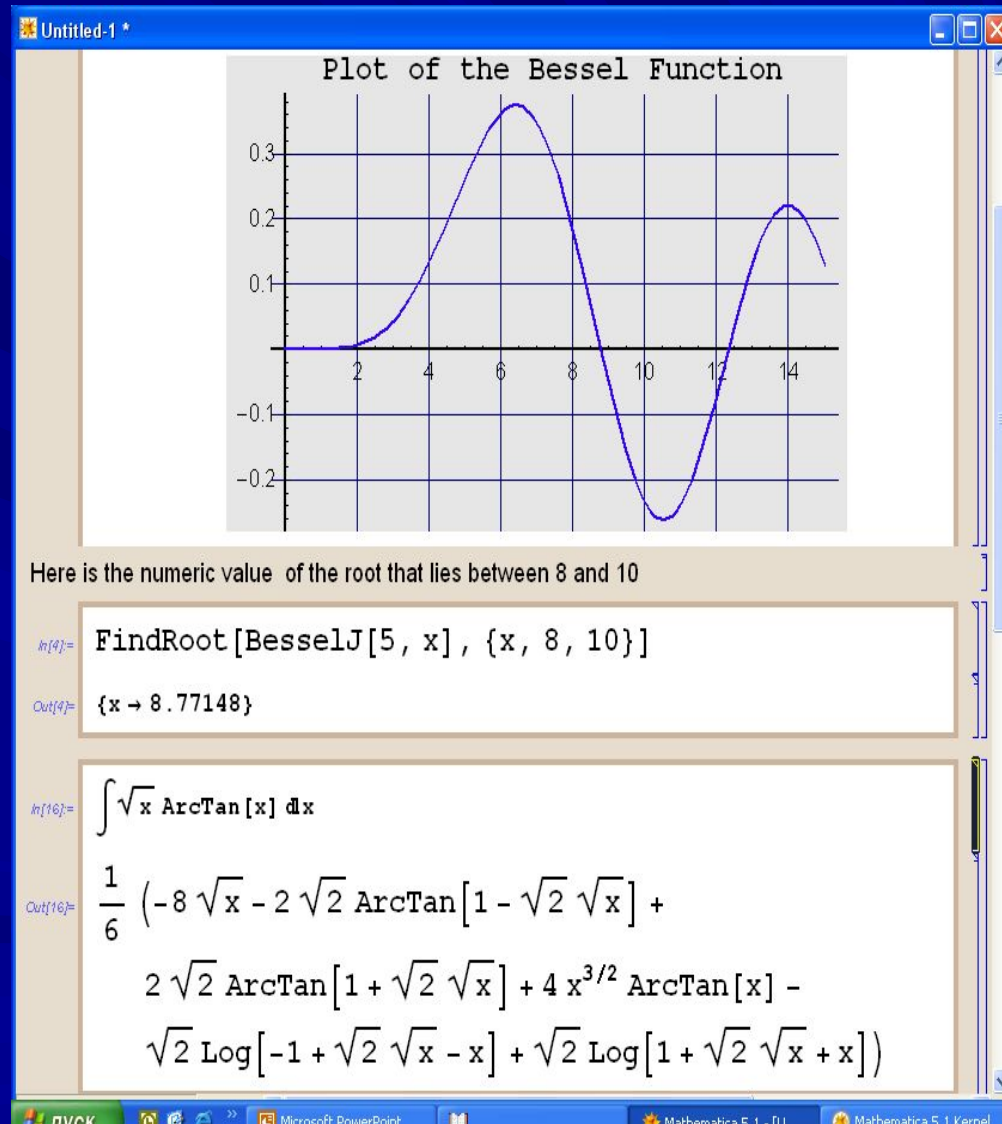
# Проблемы, решаемые с помощью “ВебМатематики”

- Преподаватель может обсуждать вопросы практически недоступные для традиционной технологии преподавания



# Проблемы, решаемые с помощью “ВебМатематики”

- Студенты могут сконцентрировать свое внимание на концепциях, а не на утомительных и сложных вычислениях



# Проблемы, решаемые с помощью “ВебМатематики”

- Визуализация превращает трудные математические конструкции в легко доступные для понимания

