

# Лекции для заочников

Методы и средства  
профессиональной  
деятельности

# Введение

- Цель дисциплины

Подготовка специалистов, владеющих общими принципами и методами автоматизации инженерной деятельности и имеющих навыки их практического использования в области электромеханики и энергетики

# Программные продукты

1. Прикладной программный продукт «Electronics Workbench»;
2. Программа Microsoft Excel;
3. Программа «ELCUT»;
4. Прикладная программа «Mathcad»;
5. Применение пакета «T-Flex CAD»;
6. Система автоматизированного проектирования «P-CAD»;
7. Моделирование в системе «MATLAB/Simulink».

# Electronics Workbench

- Относится к интегрированным программным системам схемотехнического моделирования;
- Позволяет создавать и редактировать виртуальные модели принципиальных электрических схем различных устройств;
- Позволяет рассчитать режимы работ модели; их частотные характеристики и переходные процессы;

# Достоинства программы EWB

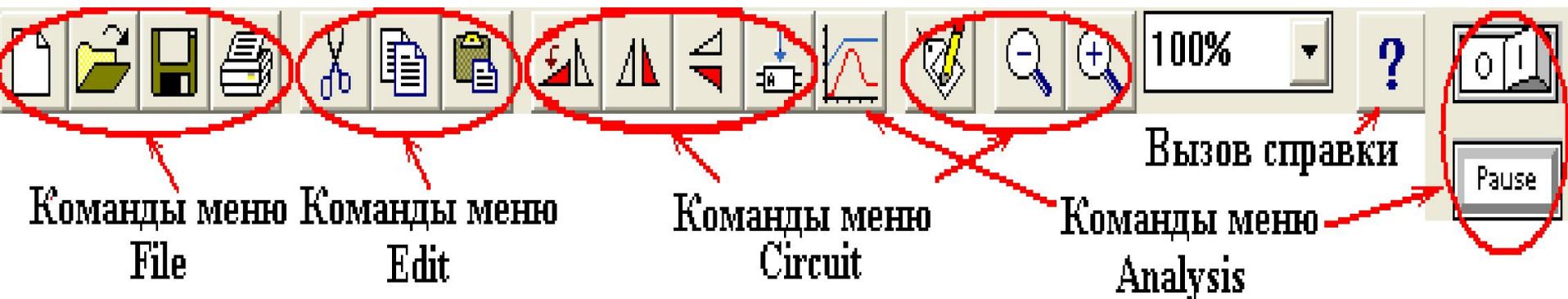
- Программа EWB позволяет создать на каждом компьютере виртуальную электронную лабораторию.
- Она имеет широкий набор измерительных приборов.
- Все приборы изображаются в виде, максимально приближенном к реальному виду.
- У пользователя создается полная иллюзия наблюдения процессов, происходящих в реальной схеме и оперирования с реальными измерительными приборами



# Структура интерфейса EWB

1. Строка меню. Она содержит:  
**File, Edit, Circuit, Analysis, Window, Help.**
2. Стандартная панель инструментов.
3. Панель линейки инструментов, которая является библиотекой инструментов.

# Панель инструментов

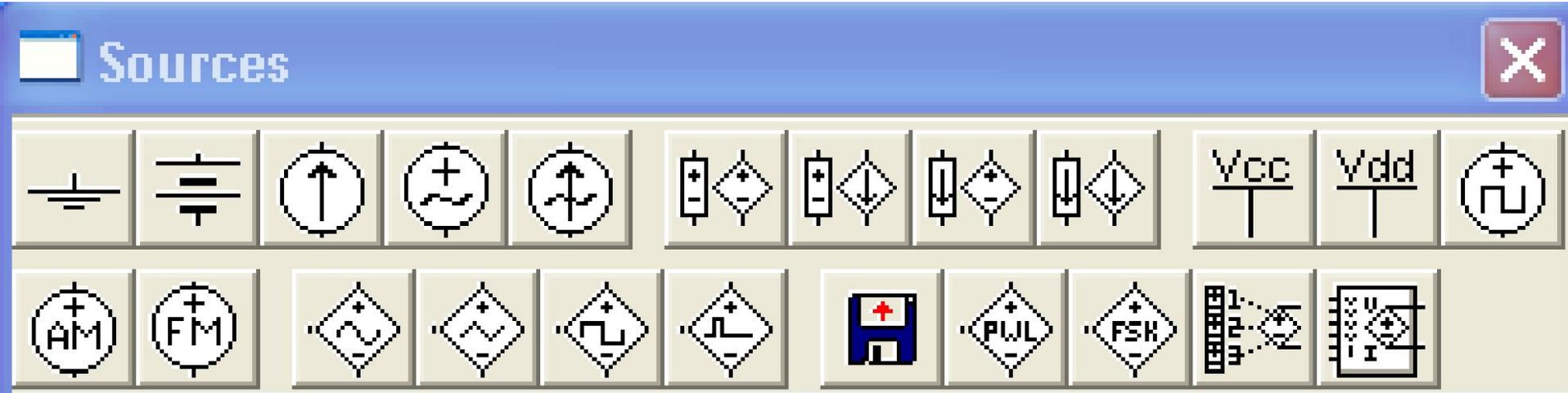


# Панель линейки инструментов

- Панель линейки инструментов позволяет выбрать элементы для моделируемой схемы и набор необходимых измерительных приборов.
- Она содержит следующие библиотеки элементов:

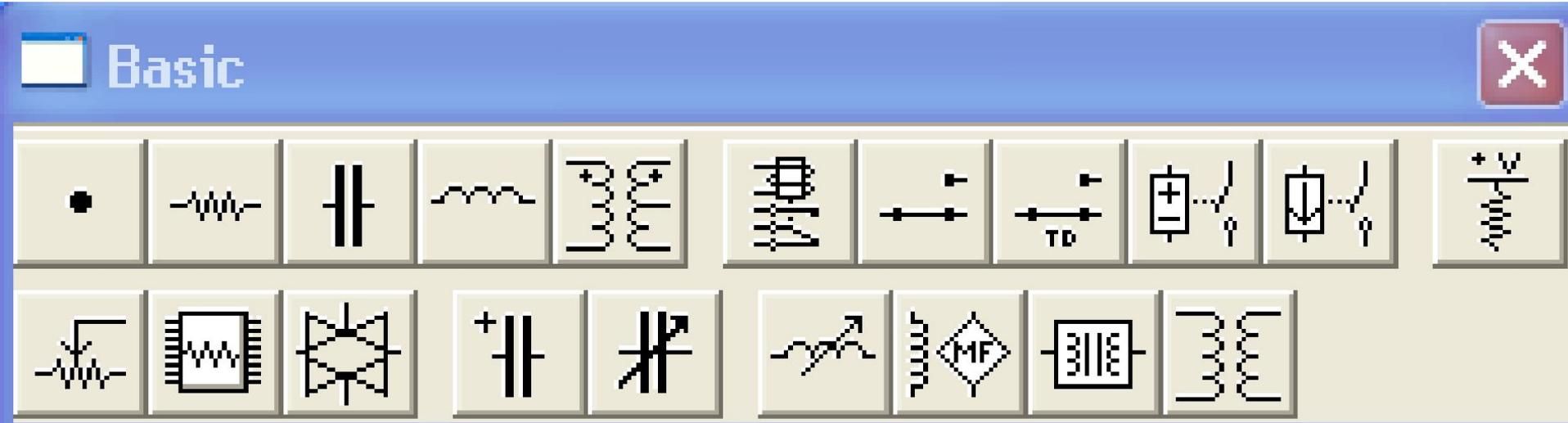
# Панель Sources

## *Источники питания*



# Панель Basic

## *Пассивные элементы*



Панель Basic содержит библиотеку пассивных элементов электрических цепей и коммутирующих устройств

# Панель Diodes

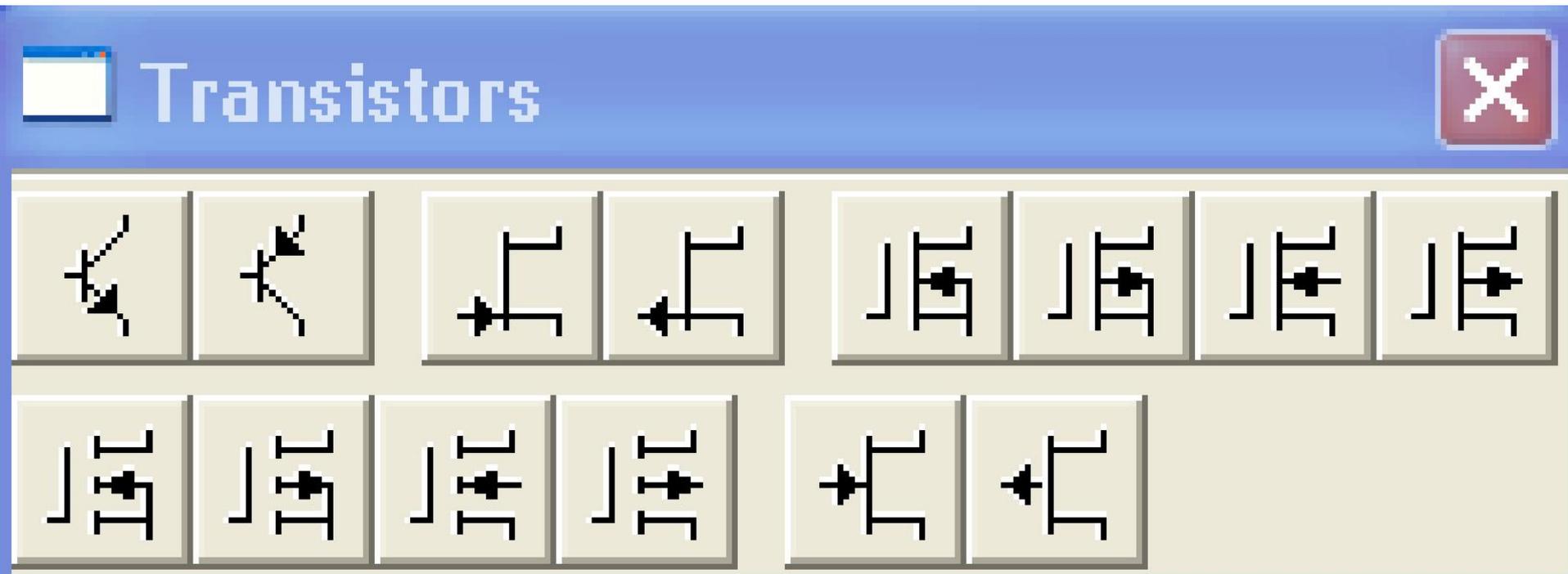
## *Диоды*



Панель Diodes содержит полупроводниковые элементы

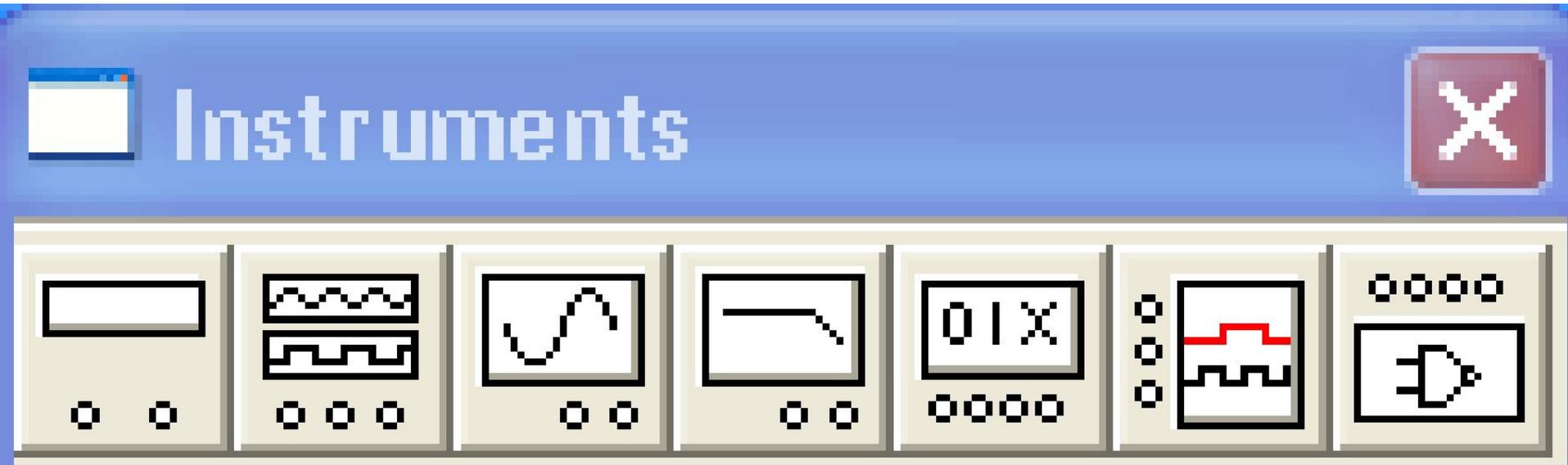
# Панель Transistors

## Транзисторы



**Панель Transistors** содержит биполярные и полевые транзисторы всех известных типов

# Панель *Instruments*



содержит контрольно-измерительные приборы и генераторы, используемые для анализа работы электрических и электронных схем.

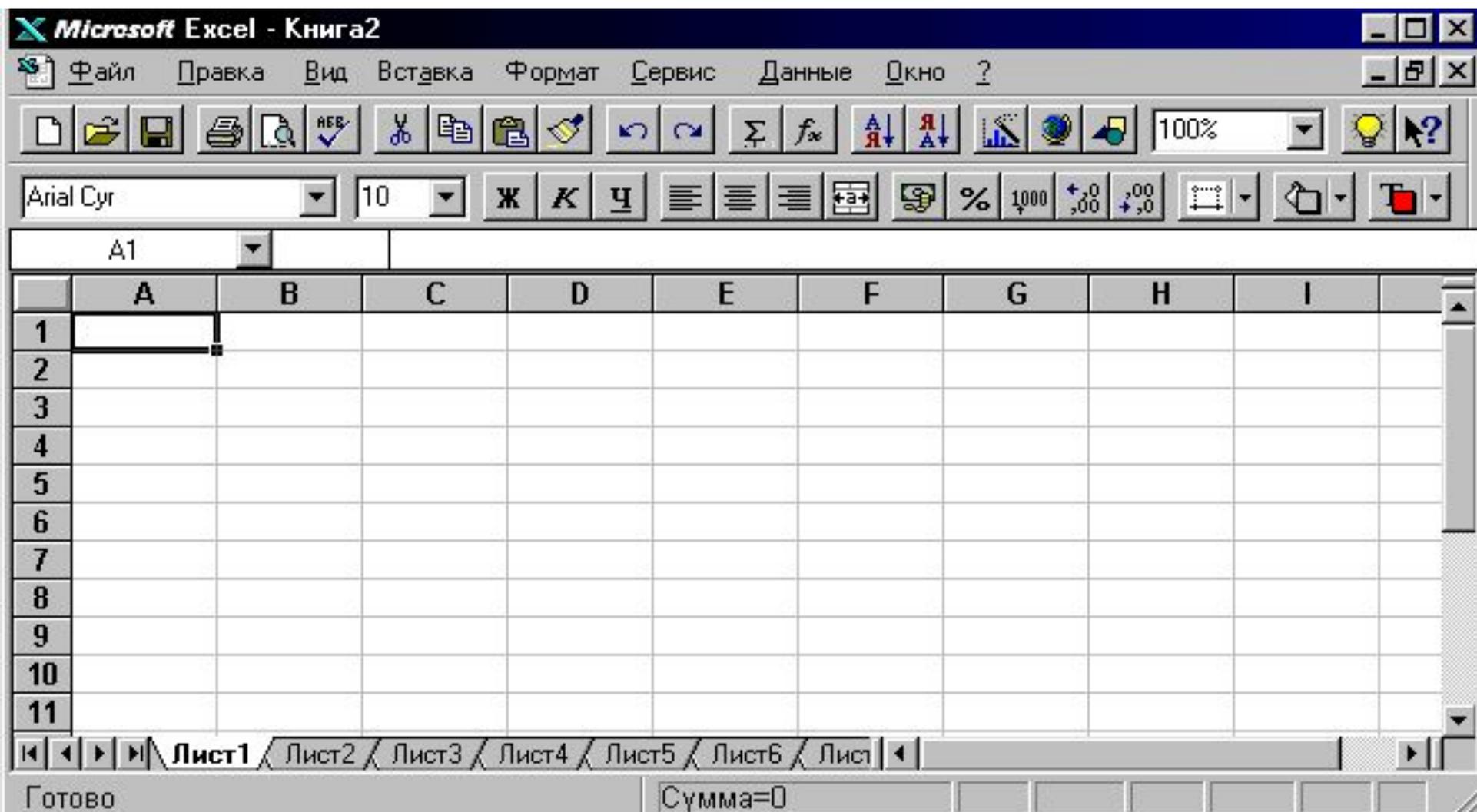
# Excel

- Excel — это программа для работы с электронными таблицами, входящая в состав пакета Microsoft Office и предназначена для математической обработки и визуализации числовых массивов данных.
- С помощью Excel можно создавать и форматировать книги, можно отслеживать данные, разрабатывать модели анализа данных, создавать формулы для вычислений с этими данными, а также отображать их на диаграммах различных видов.

# Преимущество электронных таблиц

- Программа Microsoft Excel относится к классу программ, называемых *электронными таблицами*.
- Преимущество электронных таблиц проявляется:
  1. Когда вычисления достаточно сложны и многократно повторяются;
  2. Когда необходимо провести анализ данных;
  3. Когда необходимо создать базу данных и работать с ними.

# ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ *EXCEL*

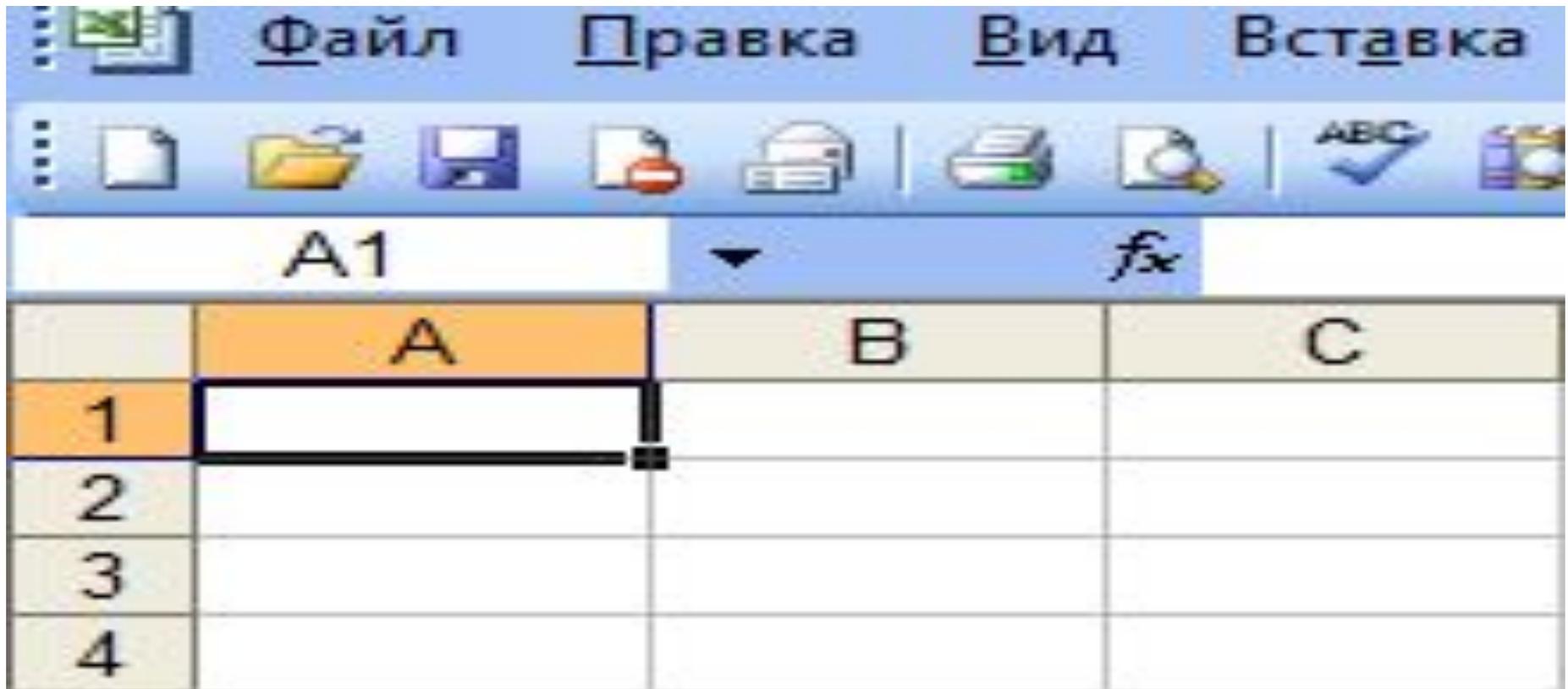


# Структура интерфейса EXCEL

1. *Строка заголовка.*
2. *Строка меню.* Она содержит **главное меню** программы.
3. *Панели инструментов.*
4. *Строка формул.* Она является отличительной особенностью электронных таблиц **EXCEL.**
5. *Основная часть окна - пустая таблица.*
6. *Последняя строка окна называется **строкой состояния.***

# Строка формул

- *Строка формул* состоит из трех частей и с ее помощью производится обработка содержимого ячеек.



# Правила работы с формулами

1. формула всегда начинается со знака =;
2. формула может содержать знаки арифметических операций + – \* / (сложение, вычитание, умножение и деление);
3. если формула содержит адреса ячеек, то в вычислении участвует содержимое ячейки;

# ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ В ГРАФИЧЕСКОМ ВИДЕ

- Microsoft Excel предоставляет пользователю возможности для визуализации числовых данных из таблиц в виде: **диаграмм, гистограмм и графиков.**
- Для этого необходимо использовать программу, которая называется **Мастером диаграмм.** Пользователю только необходимо в окне диалога определить параметры изображения.

# РАБОТА С ФУНКЦИЯМИ

- Excel содержит более 150 встроенных функций для обработки данных.
- Для вставки функции в формулу можно воспользоваться **Мастером функций**.
- Вызов мастера функции через команду **Вставка – Функция** или нажатием на пиктограмму  $f_x$ .
- Главными задачами при использовании функции являются определение самой функции и аргумента.

# ELCUT

- **ELCUT** - это мощный современный комплекс программ для инженерного моделирования электромагнитных, тепловых и механических задач методом конечных элементов.
- **ELCUT** - это полноценное Windows приложение, которое было разработано специально для этой платформы и полностью использует все преимущества современных компьютеров

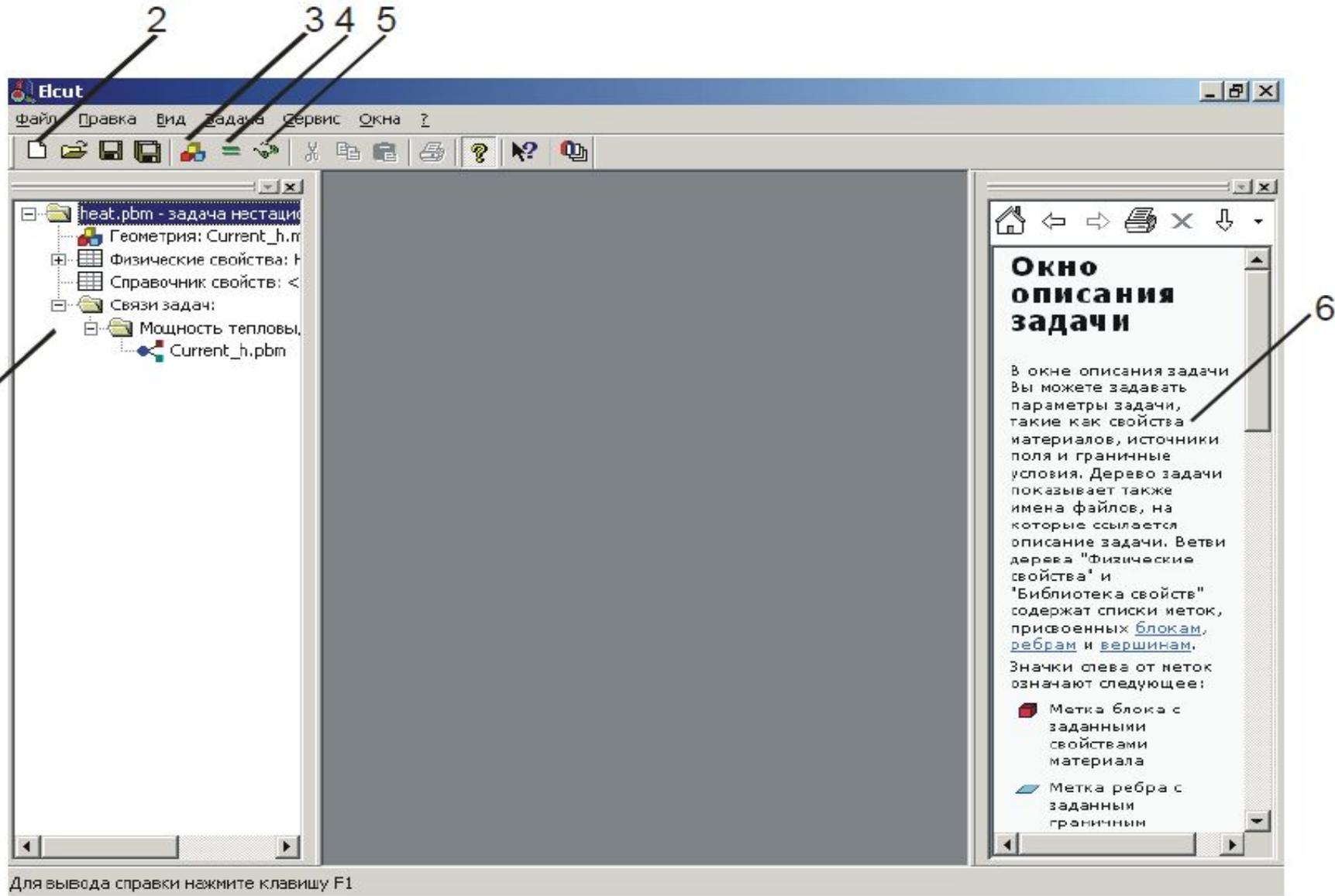
# Применение пакета ELCUT

- ELCUT широко используется в научных *исследованиях, промышленности и образовании.*
1. *Академические и прикладные научные центры* используют его при моделировании полевых физических задач.
  2. *Промышленные предприятия* используют его :  
для расчета электромагнитных параметров и тепловых режимов электрических машин, анализе магнитного поля существующих машин, либо при расчёте машин нетрадиционных конструкций;  
для анализа электрического поля в высоковольтных вводах, обмотках, изоляционных системах используется при проектировании силовых трансформаторов и других высоковольтных аппаратов.

**3.** При обучении студентов его используют при изучении таких дисциплин как:

Теоретические основы электротехники (ТОЭ), электрические машины, изоляция, электротехнологии, электроприводы, энергообеспечение предприятий, электромеханика, автоматизация, системы автоматизированного проектирования (САПР) и других.

# Интерфейс ELCUT



Для вывода справки нажмите клавишу F1

# Структура интерфейса ELCUT

- В верхней части рабочего экрана расположены главное меню и кнопки, позволяющие ускорить работу программы.
- Слева от рабочего окна располагается задача, которая была активной на момент последнего закрытия программы (1).
- В правой части экрана находится справочная панель (6), панель с подсказками, которая сопровождает нас в течение всего времени работы с системой, автоматически вводя нужный раздел справки.

- Кнопка 2 позволяет приступить к созданию новой задачи.
- Кнопка 3 позволяет открыть модель и провести с ней редактирование.
- Кнопка 4 включает решатель программы для решения задачи.
- Кнопка 5 позволяет просмотреть результат решения задачи.

# Особенности создания задач

- Создание новой задачи в ELCUT осуществляется в три этапа:
  1. описания геометрии расчетной области;
  2. дискретизации области;
  3. задания свойств сред, источников поля и граничных условий с помощью меток

# Система MathCAD

- Mathcad — прикладная программа для выполнения и документирования инженерных и научных расчётов.
- Она находит применение в сложных проектах для визуализации результатов математического моделирования с использованием распределённых вычислений и традиционных языков программирования.

- MathCAD объединяет в себе простой текстовый редактор, математический интерпретатор и графический процессор.
- Имеет возможности интерактивной работы с документами.
- Имеет возможности диалога с другими математическими системами.
- Имеет простой интерфейс и входной язык математических символов

Она позволяет выполнять:

- Решение дифференциальных уравнений различными численными методами;
- Построение двух- и трёхмерных графиков функций;
- Выполнение вычислений в символьном режиме;
- Выполнение операций с векторами и матрицами;
- Символьное решение систем уравнений;
- Выполнение подпрограмм;
- Интеграцию с системами управления, использующих результаты вычислений в качестве управляющих параметров.

# Интерфейс системы Mathcad

The image shows the Mathcad software interface with several numbered annotations:

- 1. Title bar: Mathcad - [Untitled:1]
- 2. Menu bar: File Edit View Insert Format Tools Symbolics Window Help
- 3. Standard toolbar: File operations, undo, redo, copy, paste, find, and zoom (100%).
- 4. Formatting toolbar: Font face (Normal, Arial), font size (10), bold (B), italic (I), underline (U), and alignment options.
- 5, 6. Specialized toolbar: Mathematical symbols like  $x =$ ,  $\int$ ,  $\frac{d}{dx}$ ,  $\sum$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ , and a search field with "My Site" and "Go" button.
- 7. Programming Toolbar: A floating tooltip.
- 8. Main workspace: The primary area for calculations and text.
- 9. Cursor: A small plus sign (+) indicating the current cursor position.

Граница листа

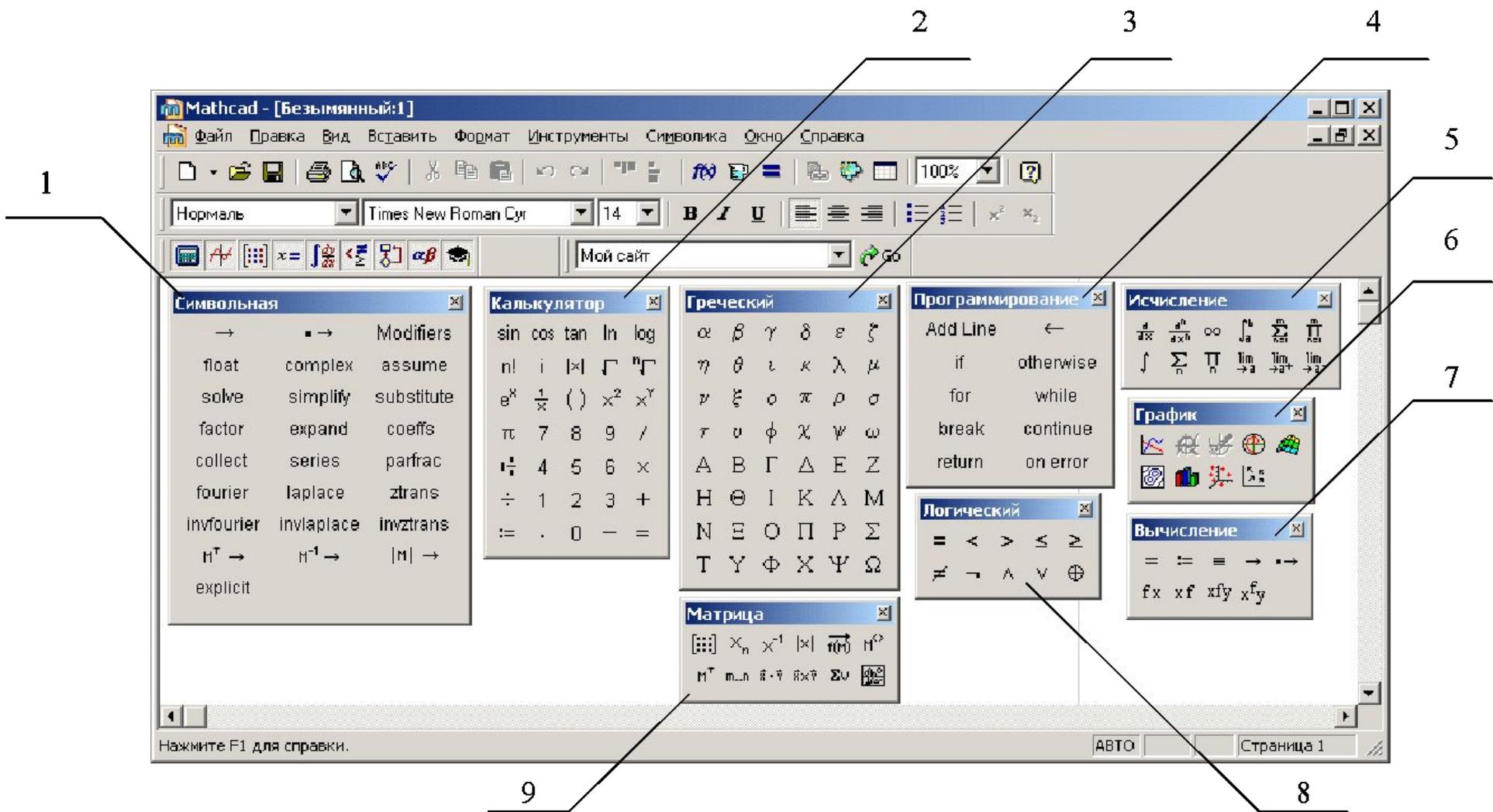
# Структура интерфейса

- Верхняя строка (1) окна включает заголовок с именем открытого документа.
- В строке (2) находится главное меню системы.
- Строка (3) стандартная панель инструментов (**Standard**).
- Строка (4) панель форматирования (**Formatting**).
- 5 и 6 панель математики (**Math**) и панель ресурсов (**Resources**)

# Основная панель MathCAD

При решении задач, связанных с расчетом, проектированием и исследованием и анализом процессов в технических системах самой используемой является панель **Math** с девятью кнопками вывода панелей (палитр) с командами соответствующей тематики.

# Математическая панель MathCAD



# Операторы и функции системы MathCAD

- Системообразующими элементами входного языка Mathcad являются операторы и функции.
- Оператор обозначается одним или последовательностью символов и инициирует в среде Mathcad определенное математическое действие или операцию.
- Функция, в отличие от операторов, имеет собственное имя, вслед за которым открываются скобки, а в скобках приводится список аргументов

# Операторы Mathcad

- Операторы Mathcad вводятся двумя способами: специальной клавишей или сочетанием клавиш либо кнопкой на одной из палитр панели ***Math***.
- В соответствии с выполняемыми действиями операторы Mathcad подразделяют на семь групп:
  1. **Операторы выражения;**
  2. **Арифметические операторы;**

- 3. Расширенные арифметические операторы;**
- 4. Операторы отношения (логические операторы);**
- 5. Матричные операторы;**
- 6. Символьные операторы;**
- 7. Операторы программирования.**

# Функции системы Mathcad

- Система MathCAD содержит расширенный набор встроенных элементарных и специальных функций, обращение к которым осуществляют через *Insert (Function)* или кнопкой  $f_x$ .
- Функции задаются своим именем и значением аргумента в круглых скобках.
- Аргумент и значение функций могут быть действительными или комплексными числами.

- Число встроенных функций Mathcad составляет несколько сотен и они для удобства распределены по тематическим группам.
- Всего в Mathcad 32 тематические группы.
- Их список, организованный в алфавитном порядке, расположен в окне ***Function Category*** (Категория функции).
- При выборе определенной категории функции ее содержание отразится в окне ***Function Name*** (Имя функции)

## Insert Function



### Function Category

- All
- Bessel
- Complex Numbers
- Curve Fitting and Smoothing
- Data Analysis
- Debugging
- Differential Equation Solving
- Expression Type
- File Access

### Function Name

- acos
- acosh
- acot
- acoth
- acsc
- acsch
- addnoise
- Ai
- Aisc

acos(z)

Returns the angle (in radians) whose cosine is z. Principal value for complex z.



OK

Insert

Cancel

# Функции системы Mathcad позволяют:

- Работать с элементарными тригонометрическими функциями;
- Осуществлять матричные вычисления;
- Упрощать выражения и реализовать алгебраические преобразования;
- Решать алгебраические уравнения и системы этих уравнений;
- Решать дифференциальные уравнения и системы этих уравнений.

# Система T-FLEX CAD

- Система T-FLEX CAD предназначена для создания конструкторской документации и автоматизации конструкторских работ различных подразделений предприятия;
- Она содержит достаточный набор функций для формирования чертежей любой сложности.
- Разработанные для системы с учетом последних достижений в области САПР функции эскизирования позволяют быстро, удобно и качественно создавать параметрические чертежи.

# Общие сведения

- Запустить систему можно двумя способами:
  1. Первый способ - **Пуск\Программы\T-FLEX\T-FLEX CAD.**
  2. Вторым способом запустить программу - щелкнуть на ярлыке «T-FLEX CAD», который вы найдете на рабочем столе Windows после завершения установки системы на ваш компьютер.
- При запуске системы откроется окно диалога «Добро пожаловать».

Добро пожаловать



  
Новый

  
Открыть...

  
Предыдущие

  
Информация

Общие | 3D Модели | Выштамповка | Сборочные | Спецификации | Фотореализм | Чертежи

 3D Модель

 Чертёж

[www.tflex.ru](http://www.tflex.ru)

Не показывать этот диалог в дальнейшем

OK

Отменить

- В этом диалоге вы можете выбрать один из способов открытия файлов.
- При нажатии кнопки «Предыдущие» в окне появятся ссылки на файлы, открытые в последних сеансах работы. Для открытия документа выберите необходимую ссылку, нажмите «ОК».
- С помощью кнопки «Открыть...» открываются документы T-Flex CAD с расширением .grb.
- Нажатием кнопки «Новый» вы создаете новый документ на основе прототипов. Кнопка по умолчанию активна (находится в нажатом состоянии). В окне вы можете выбрать соответствующий задаче прототип, например, «3D Модель» или «Чертеж» и нажать «ОК».

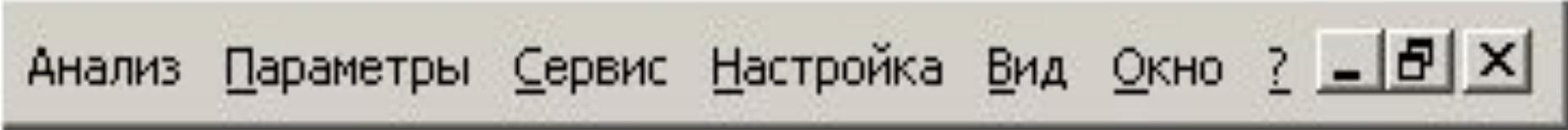
# «Чертеж»

- Откроется главное окно системы T-Flex CAD, которое содержит:

**Текстовое меню** разбитое на группы.



Файл Правка Построения Чертёж Операции Оформление

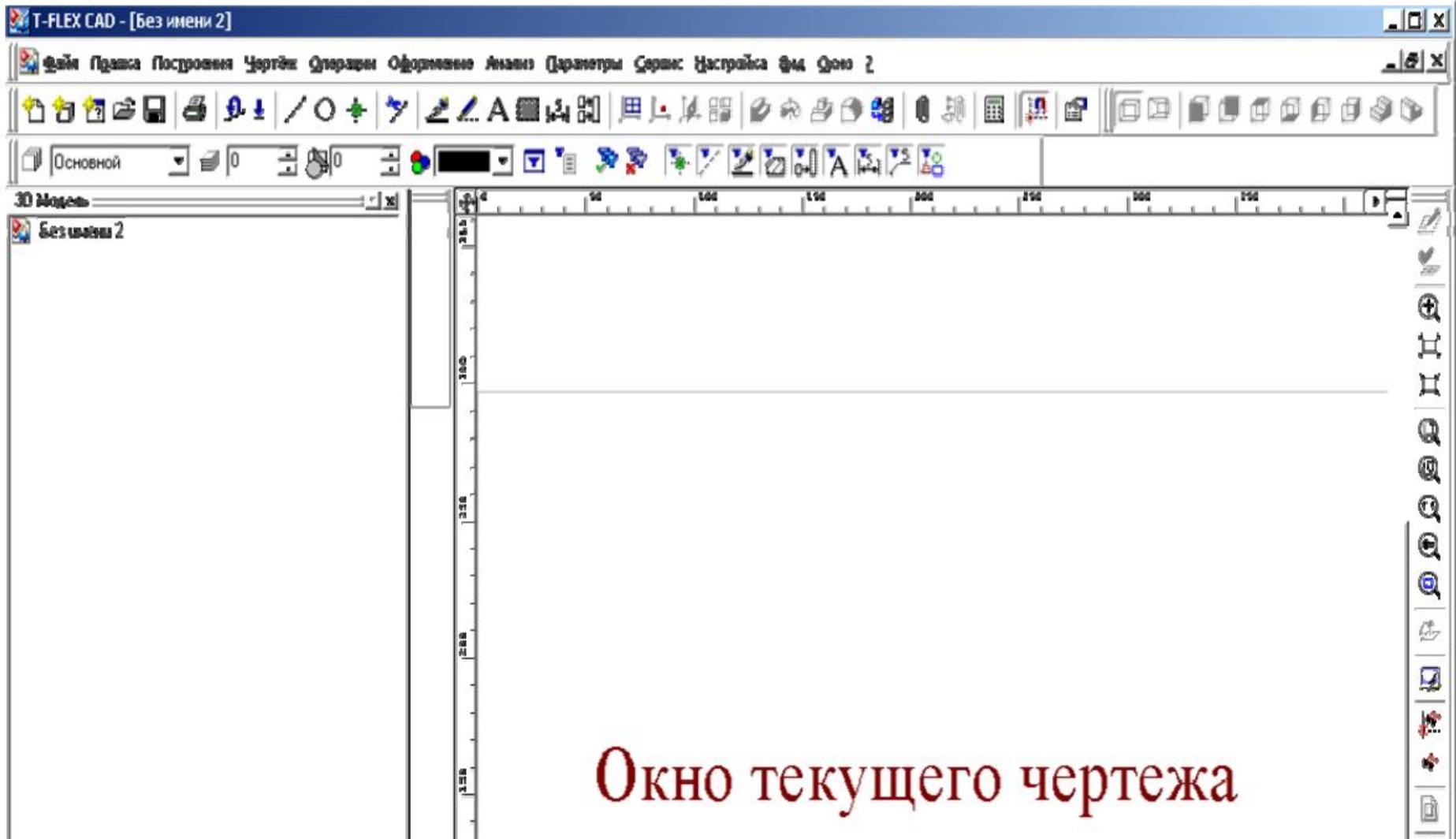


Анализ Параметры Сервис Настройка Вид Окно ?   

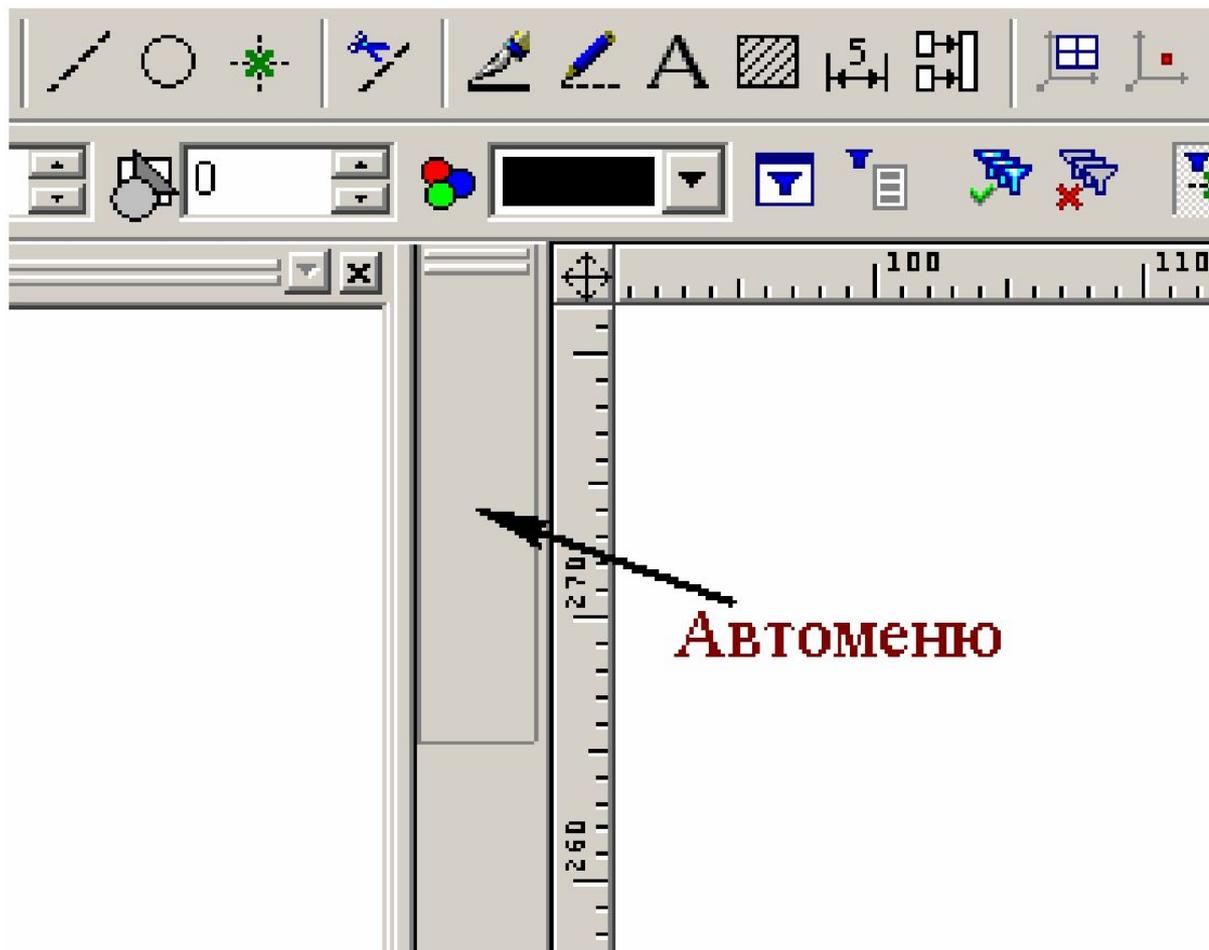
- **Панель инструментов** в виде пиктограмм. В окне системы может содержаться несколько инструментальных панелей.
- Панели могут быть плавающими или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.



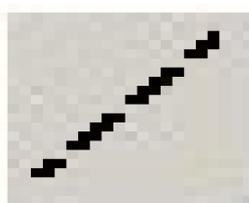
# Окно текущего чертежа предназначенное для создания и редактирования чертежей

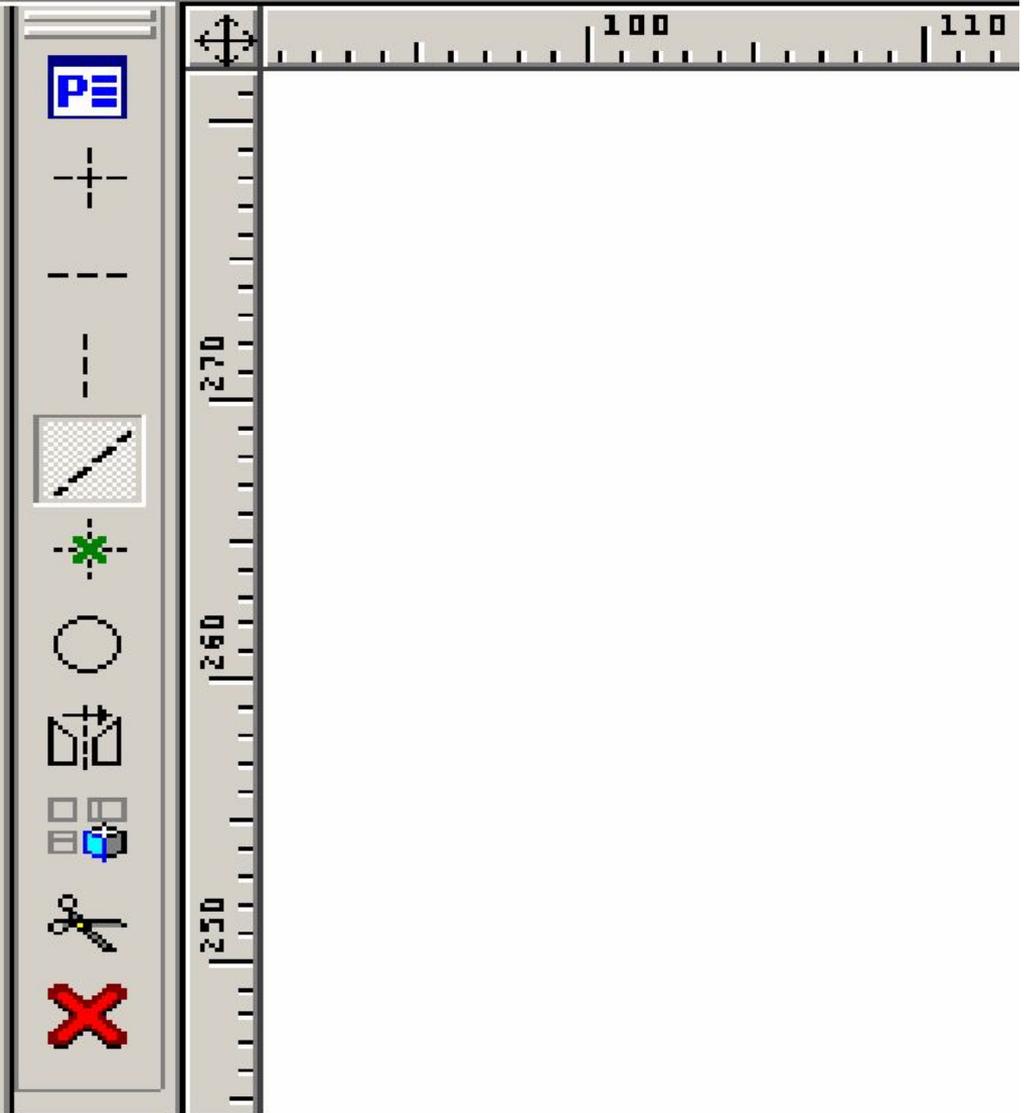


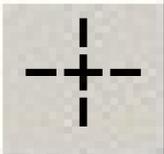
**Автоменю. Основное при работе с системой (пиктографическое) меню.**  
Показывает доступные опции текущей команды.

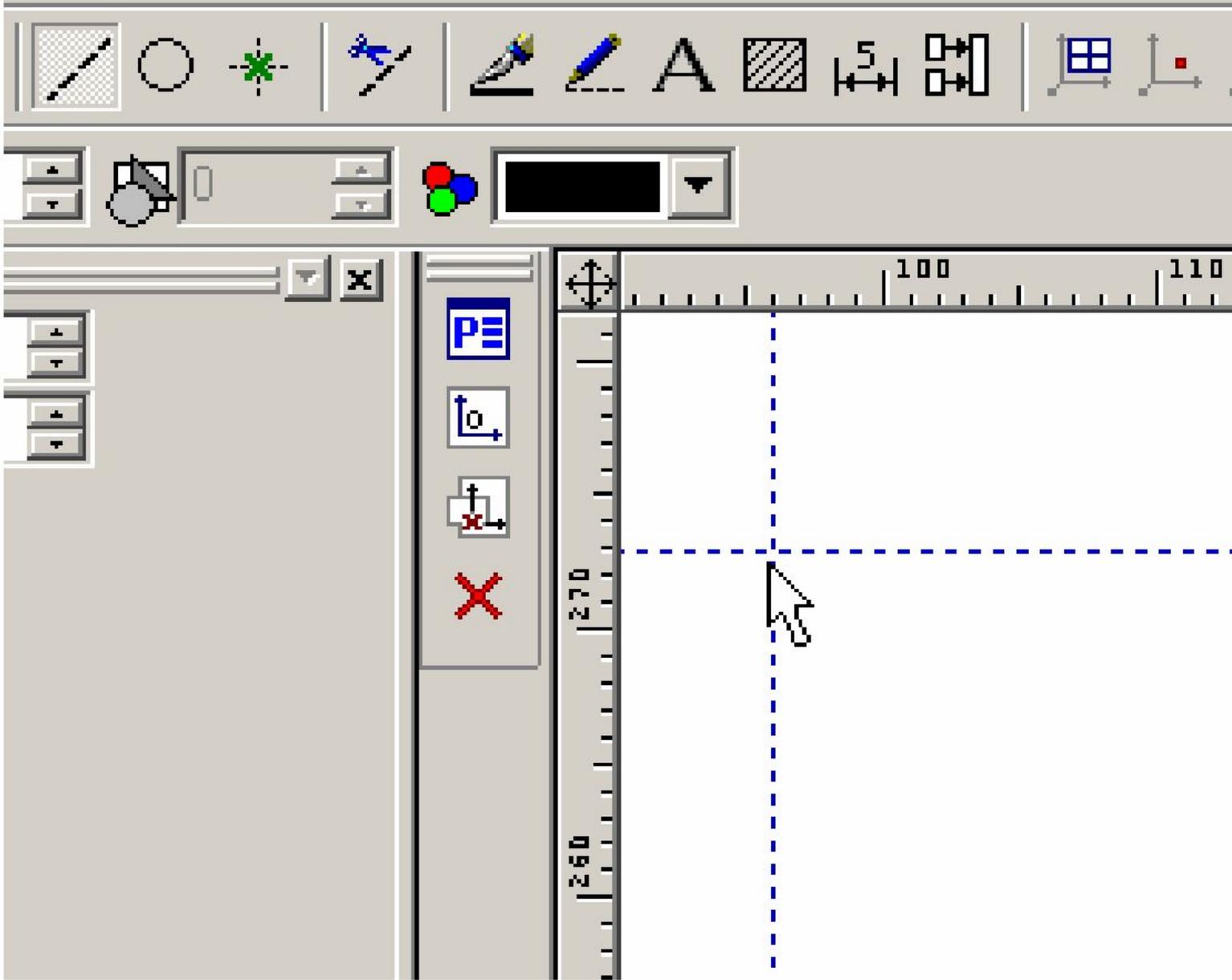


- **Автоменю** является контекстно-зависимым, т.е. его содержимое меняется в зависимости от выполняемой команды и от состояния команды.
- Остановимся на использовании **Автоменю** более подробно.
- **Выполним следующие действия:**  
запустим команду **Построения\Прямая** или нажмем на панели инструментов пиктограмму





- Обратите внимание на то, что в Автоменю стали доступны дополнительные опции.
- Теперь уже в **Автоменю** нажмем пиктограмму  .
- Таким образом работает **Автоменю** во многих 2d и 3d командах. Для того чтобы выйти из открывшегося подменю достаточно нажать  <Esc> или правую клавишу мыши.



# Селектор.

- Для удобства редактирования элементов чертежа и 3D модели в T-Flex CAD предусмотрен селектор.
- Селектор позволяет задать набор из тех элементов, которые необходимы пользователю на момент редактирования чертежа или 3D модели.
- В системной панели имеется ряд кнопок для контроля и быстрого изменения настроек селектора.

# Объектная привязка.

- Начиная работать с чертежом или с 3D моделью убедитесь, что кнопка  находится в нажатом состоянии (нажата по умолчанию).
- Объектная привязка – очень хороший помощник при создании чертежей и 3D моделей, так как при наведении указателя мыши на элемент построения рядом с курсором появляются различные значки и всплывающие подсказки.

# ***Основные принципы параметрического черчения***

- Параметрический чертеж и 3D модель в T-Flex CAD базируется на ***каркасе*** из линий построения и узлов (элементов построения).
- При выполнении чертежа на бумаге вначале чертят ***каркас*** из тонких линий. Затем обводят его «мягким» карандашом или тушью основными линиями, затем наносят штриховку.

- Точно также выполняется чертеж и в T-Flex CAD.
- Строится **каркас**, а линии изображения и штриховки (далее элементы изображения) привязываются к его узлам.
- При изменении **каркаса**, элементы изображения тоже меняют свое положение (так как они привязаны к **каркасу**).

# Порядок создания чертежа в T-Flex CAD

- 1. Каркас (элементы построения);**
- 2. Линии изображения (включая фаски);**
- 3. Штриховка (в т.ч. заливка);**
- 4. Оформление (размеры, тексты, надписи, форматка).**

# Система MATLAB

- Система MATLAB - это операционная среда и язык программирования.
- MATLAB — система автоматизации математических расчетов, построенная на расширенном представлении и применении матричных операций.
- MATLAB/Simulink - интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем.

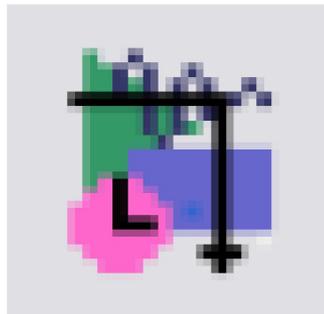
# Программа Simulink

- **Simulink** является пакетом расширения системы **MATLAB**, предназначенный для моделирования динамических систем, модели которых состоят из отдельных блоков (компонентов).
- В этом пакете реализованы принципы визуально-ориентированного программирования, что позволяет легко набирать нужные блоки и соединять их в виде модели системы или устройства.

- При этом сложнейшие уравнения состояний, описывающие работу моделей систем или устройств, формируются автоматически.
- В отличие от классических способов моделирования, пользователю **Simulink** не нужно досконально изучать язык программирования и численные методы математики, а достаточно общих знаний требующихся при работе на компьютере и, естественно, знаний той предметной области в которой он работает.

# Запуск Simulink

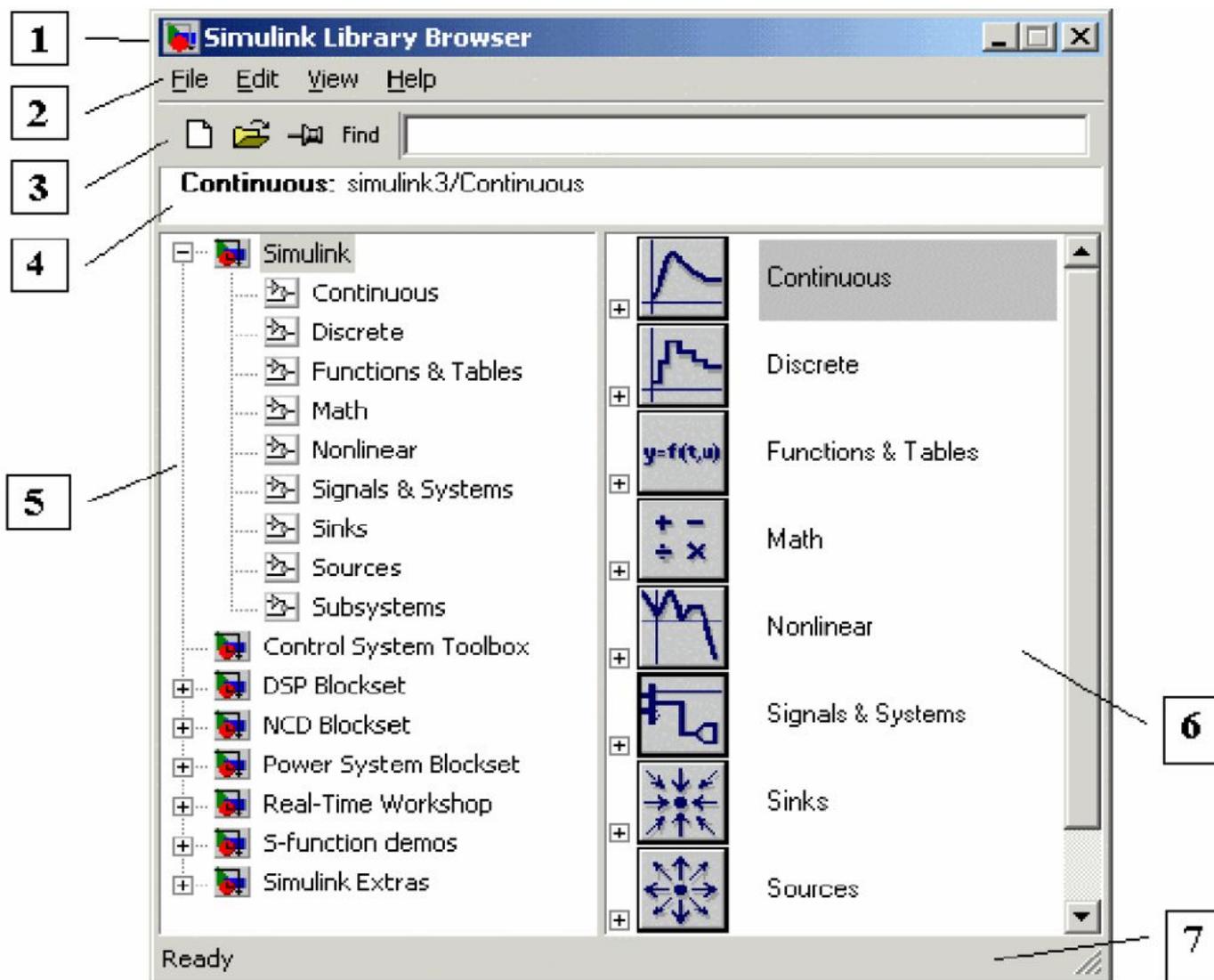
- Для запуска программы необходимо предварительно запустить пакет **MATLAB**.
- После открытия основного окна программы MATLAB нужно запустить программу Simulink. Это можно сделать нажав кнопку (Simulink) на панели инструментов командного окна MATLAB.



# Окно браузера библиотеки *Simulink* содержит:

- 1) панель с названием окна — *Simulink Library Browser*;
- 2) панель меню;
- 3) панель инструментов с кнопками;
- 4) окно с названием выбранного раздела библиотеки;
- 5) левое окно со списком разделов библиотеки
- 6) правое окно для вывода содержания открытого раздела или подраздела библиотеки в виде пиктограмм;
- 7) строку состояния окна.

# Окно браузера библиотеки *Simulink*



- Для работы с окном используются команды собранные в меню. Меню обозревателя библиотек содержит следующие пункты:

- 1. File (Файл)** — Работа с файлами библиотек.
- 2. Edit (Редактирование)** — Добавление блоков и их поиск (по названию).
- 3. View (Вид)** — Управление показом элементов интерфейса.
- 4. Help (Справка)** — Вывод окна справки по обозревателю библиотек.

# Библиотека *Simulink*

При вызове окна браузера автоматически открывается раздел библиотеки *Simulink*, в левой части которого (подстрочное подменю в виде дерева), а в правой части окна (пиктограммы разделов).

Вся библиотека *Simulink* разбита на девять разделов, а именно:

1. **Continuous** – линейные блоки.
2. **Discrete** – дискретные блоки.
3. **Functions & Tables** – функции и таблицы.
4. **Math** – блоки математических операций.
5. **Nonlinear** – нелинейные блоки.
6. **Signals & Systems** – сигналы и системы.
7. **Sinks** - регистрирующие устройства.
8. **Sources** — источники сигналов и воздействий.
9. **Subsystems** – блоки подсистем

# Создание модели

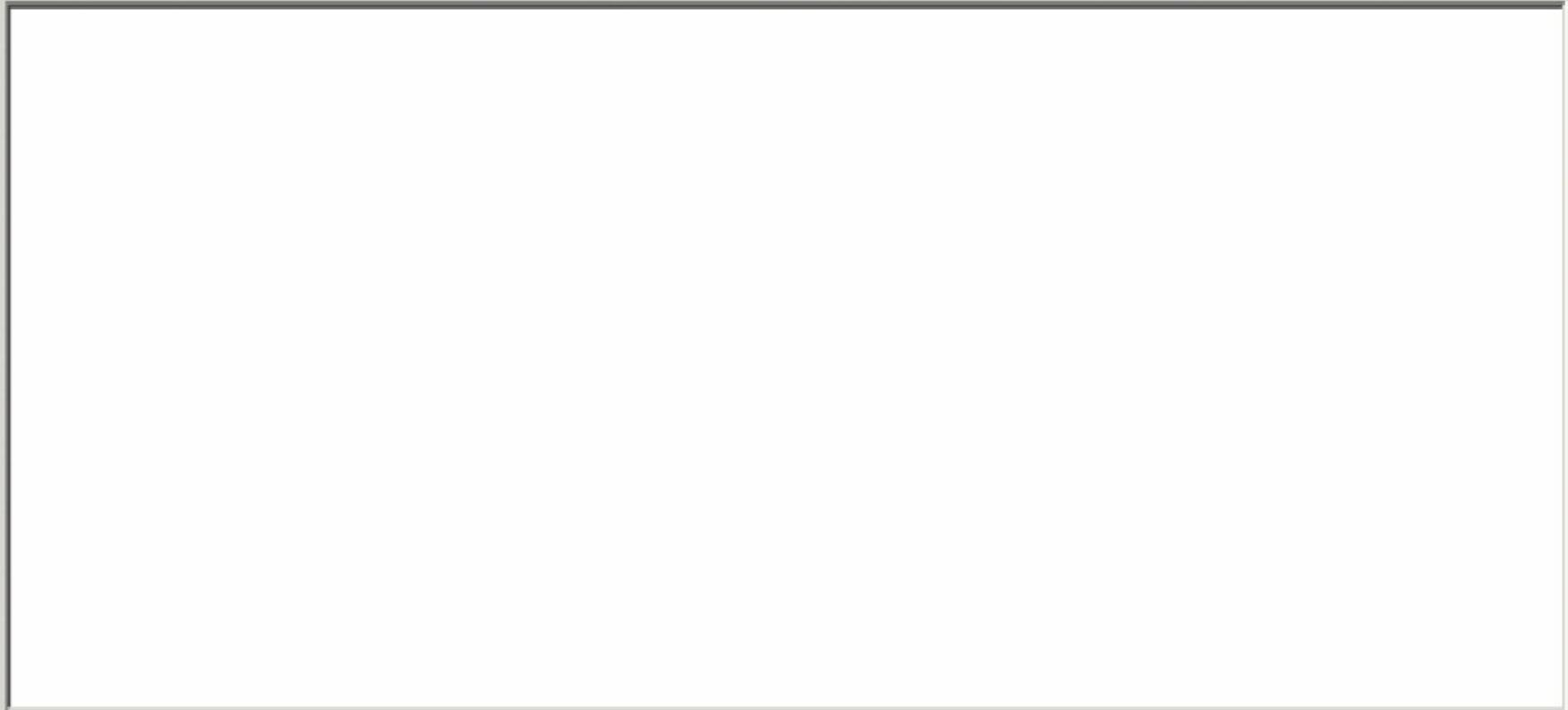
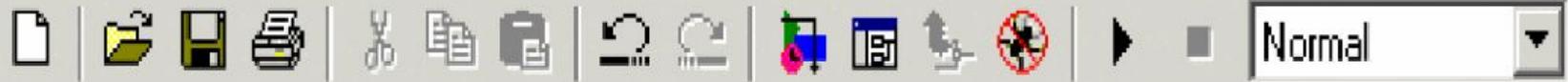
- Для создания модели в Simulink необходимо последовательно выполнить ряд действий:
  1. **Создать новый файл** модели с помощью команды **File/New/Model**, или используя кнопку на панели инструментов.

Вновь созданное окно модели имеет вид

untitled \*



File Edit View Simulation Format Tools Help



Ready

150%

ode23tb



Окно модели содержит следующие области:

1. панель названия окна или имени модели;
2. панель меню;
3. панель инструментов;
4. окно для непосредственного создания модели;
5. строка состояния, содержащая сведения о состоянии модели

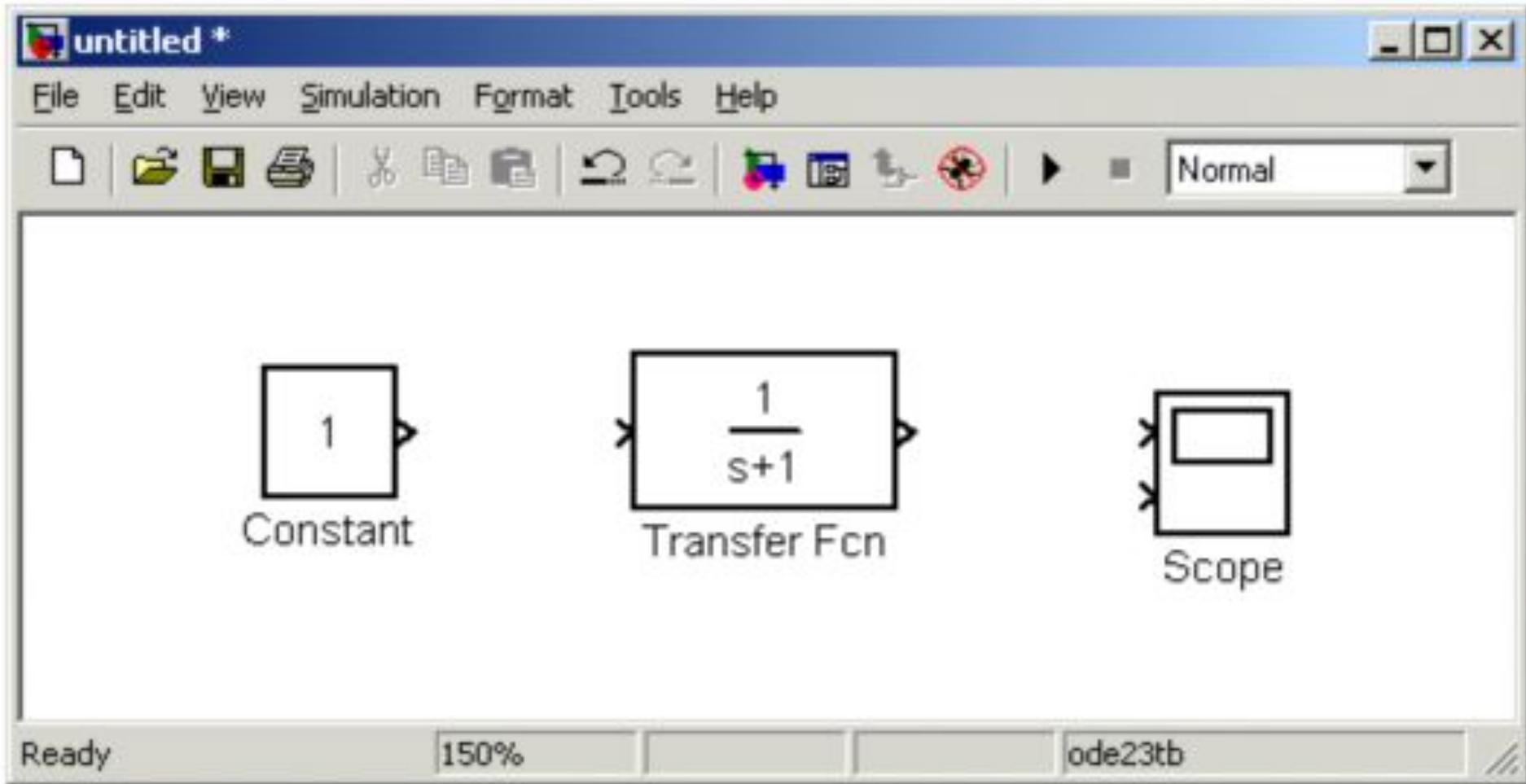
## 2. Расположить блоки в окне модели.

Для этого необходимо открыть соответствующий раздел библиотеки (Например, *Sources - Источники*).

Далее, указав курсором на требуемый блок и нажав на левую клавишу “мыши” - “перетащить” блок в созданное окно. *Клавишу мыши нужно держать нажатой.*

Для удаления блока необходимо выбрать блок (указать курсором на его изображение и нажать левую клавишу “мыши”), а затем нажать клавишу *Delete* на клавиатуре.

Окно модели, содержащее блоки имеет  
ВИД

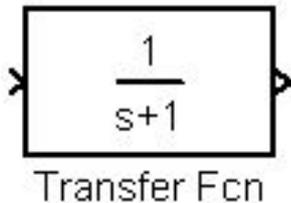


### 3. Если требуется изменить параметры блока, то:

- Необходимо дважды щелкнуть левой клавишей “мыши”, указав курсором на изображение блока.
- Откроется окно редактирования параметров данного блока. При задании численных параметров в качестве десятичного разделителя должна использоваться точка, а не запятая.
- После внесения изменений нужно закрыть окно кнопкой **ОК**.

# Пример

Блок передаточной функции и окно редактирования параметров данного блока.



Block Parameters: Transfer Fcn

Transfer Fcn

Matrix expression for numerator, vector expression for denominator. Output width equals the number of rows in the numerator. Coefficients are for descending powers of s.

Parameters

Numerator:

[1]

Denominator:

[1 1]

Absolute tolerance:

auto

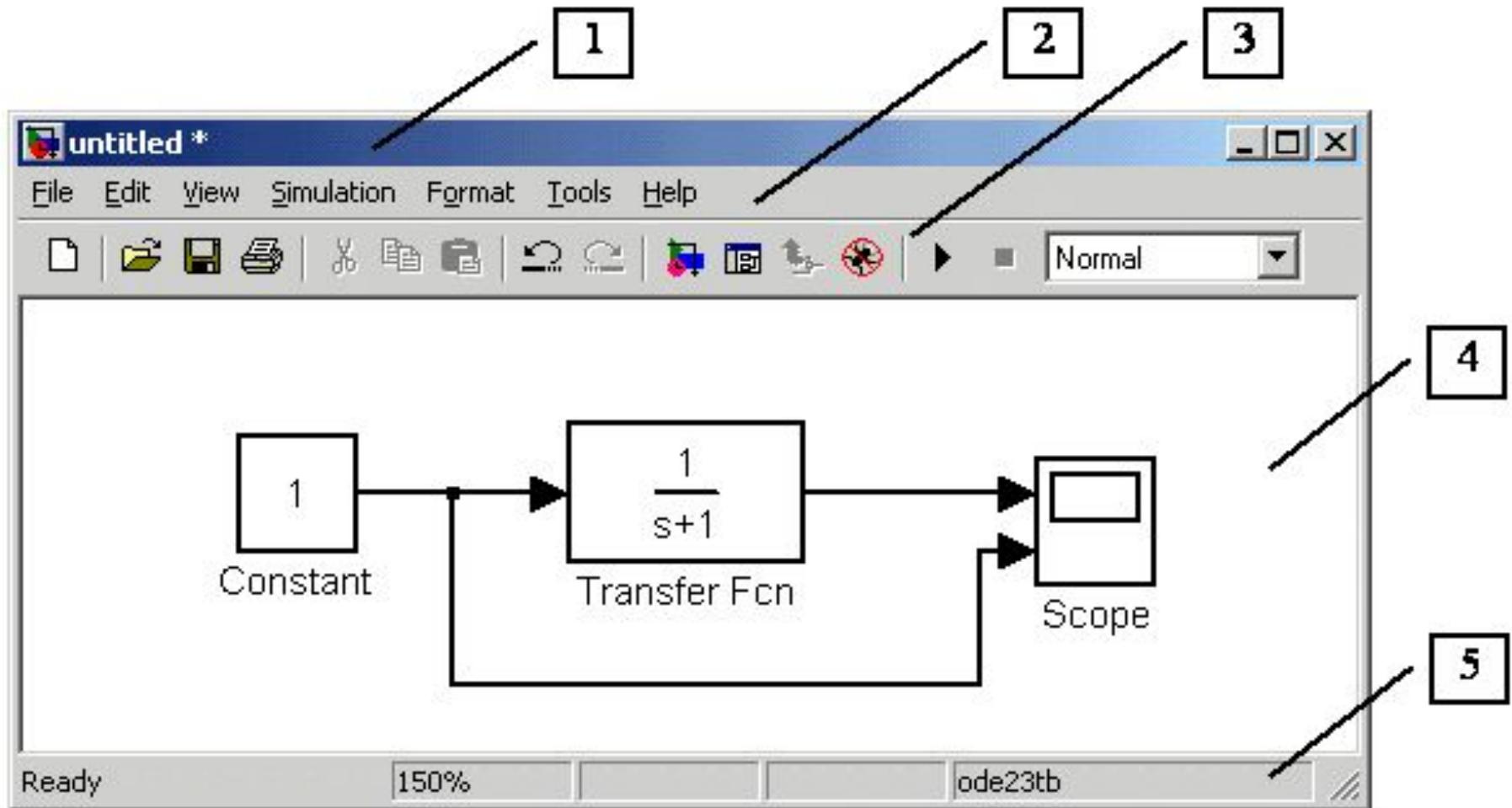
OK Cancel Help Apply

The screenshot shows a dialog box titled "Block Parameters: Transfer Fcn". It has a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into sections. The first section is "Transfer Fcn" with a text box containing the transfer function description. The second section is "Parameters" with three input fields: "Numerator:" containing "[1]", "Denominator:" containing "[1 1]", and "Absolute tolerance:" containing "auto". At the bottom, there are four buttons: "OK", "Cancel", "Help", and "Apply".

## 4. Сборка модели

- После установки в рабочем окне всех блоков из требуемых библиотек выполняют соединение элементов схемы.
- Для соединения блоков необходимо указать курсором на “выход” блока, а затем, нажав и, не отпуская левую клавишу “мыши”, провести линию к входу другого блока. После чего отпустить клавишу.

# Пример модели



- После составления расчетной схемы необходимо сохранить ее в виде файла на диске, выбрав пункт меню **File/Save As...** в окне схемы и указав папку и имя файла.
- При последующем редактировании схемы можно пользоваться пунктом меню **File/Save**.
- При повторных запусках программы **SIMULINK** загрузка схемы осуществляется с помощью меню **File/Open...** в окне обозревателя библиотеки или из основного окна **MATLAB**.

# Система P-CAD

- Система P-CAD – предназначена для проектирования и конструирования электронных устройств различной степени сложности. В первую очередь эта система широко используется для разработки печатных плат непосредственно на компьютере, и выпуском конструкторской документации в соответствии с ЕСКД

- Программные средства системы позволяют автоматизировать весь процесс проектирования электронных средств, начиная с ввода принципиальной схемы (ПС), ее моделирования, упаковки ее в печатную плату (ПП), интерактивного размещения радиоэлектронных компонентов (РЭК) на ПП и автотрассировку соединений.

- Позволяет получить конструкторскую документацию и подготовить информацию для производства плат на технологическом оборудовании.
- Таким образом современная система P-CAD способна обеспечить автоматизированную поддержку работ инженеров и специалистов на всех стадиях цикла проектирования и изготовления новой продукции.

# Процесс проектирования ПП

- Процесс проектирования ПП состоит из нескольких этапов. На каждом из них используются отдельные модули системы **P-CAD**.
- Перейдем к систематическому описанию основных этапов проектирования ПП

# ***Этап 1.***

- Первым этапом проектирования любого устройства является формирование технического задания и разработка структуры объекта. На этом этапе основной является текстовая документация, которая сопровождается выпуском структурных или функциональных схем.
- В системе P-CAD существует возможность создания такой документации с помощью редакторов P-CAD Schematic и P-CAD PCB.

## ***Этап 2.***

- Это этап создания принципиальной электрической схемы.
- Включает в себя создание чертежа принципиальной электрической схемы (файл с расширением **\*.SCH**) с помощью редактора **P-CAD Schematic**, составление списков электрических связей схемы, архивацию библиотечного файла и проверка схемы на короткие замыкания.

- **Этап 3.** Схемотехническое моделирование с помощью программ **MicroCAP, Electronics Workbench, P-Spice** или аналогичными программами.
- **Этап 4.** Формирование контура печатной платы, размещение компонентов на нее вручную с помощью графического редактора **P-CAD PCB**.
- **Этап 5.** Трассировка соединений с помощью программы **Quick Route** или бессеточного трассировщика **Shape-Based Router**.

- **Этап 5.** Работа со вспомогательными программами (утилитами) для верификации ПП, сопоставления чертежей принципиальных электрических схем и ПП и внесение в них изменений, выпуск текстовых документов.
- **Этап 6.** Выпуск конструкторско-технологической документации.