

Московский Государственный университет  
имени М.В. Ломоносова  
Х и м и ч е с к и й ф а к у л ь т е т

---

Калугина О.Б., Люцарев В.С.

# **П Р А К Т И К У М**



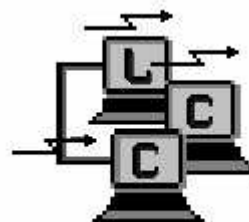
М е т о д и ч е с к а я р а з р а б о т к а

Москва - 1999

Microsoft Excel – это универсальная программа для хранения и математической обработки различных данных в виде электронных таблиц. В документах Excel пользователь может создавать как небольшие таблицы с несложными расчетными формулами, так и производить профессиональную обработку больших информационных массивов. Средства этой программы помогают анализировать различные тенденции, иллюстрировать данные наглядными диаграммами, быстро производить поиск или выборку информации по заданному критерию.

Цели данной методической разработки – помочь начинающему пользователю освоить основные принципы работы с процессором электронных таблиц, на конкретных примерах продемонстрировать возможности богатого инструментария Microsoft Excel.

Адресована студентам 1-го курса общего потока Химического факультета МГУ в рамках курса “Программирование и решение задач на ЭВМ”.



## Содержание

### Практическое задание № 1 к теме:

#### Ввод и форматирование данных в Excel

#### Построение диаграмм .....2

Принятая терминология .....	2
Графический интерфейс окна MS Excel 2000.....	3
Изменения в структуре рабочей книги.....	4
Переименование листа рабочей книги .....	4
Вставка листов .....	5
Перемещение / Копирование листов .....	5
Удаление листов.....	6
Как выделить несколько листов рабочей книги .....	7
Данные в ячейках рабочего листа .....	8
Выделение диапазонов ячеек.....	11
Перемещение и копирование данных в Excel.....	13
Использование буфера обмена .....	13
Перемещение и копирование мышью.....	13
Маркер заполнения .....	14
Форматирование данных на рабочем листе Excel.....	16
Построение диаграммы .....	22
Шаг 1 из 4 - Выбор типа диаграммы.....	22
Шаг 2 из 4 - Источник данных для диаграммы.....	23
Шаг 3 из 4 - Параметры диаграммы.....	24
Шаг 4 из 4 - Размещение диаграммы .....	25
Изменение размеров и перемещение диаграммы .....	26
Редактирование диаграммы .....	27

### Практическое задание № 2 к теме:

#### Импорт данных в Excel

#### Расчеты по формулам на рабочем листе .....28


Импортирование данных из текстового файла .....	28
Расчеты по формулам на рабочем листе.....	30
Функции в формулах .....	33
Относительные и абсолютные ссылки на ячейки рабочего листа.....	35
Автосуммирование .....	36
Использование функции Linest .....	39

#### Приложение .....42

**Практическое задание № 1 к теме:  
Ввод и форматирование данных в Excel**

**Построение диаграмм**

- Подайте команду Start ⇒ Programs ⇒ Microsoft Excel для запуска программного приложения Excel 2000. По этой команде автоматически открывается новый документ Microsoft Excel с именем Book1. Сравните вид окна на экране компьютера с рисунком на стр.3.

 Что общего в окнах программных приложений Microsoft Word и Microsoft Excel? Идентичны ли панели инструментов Standard и Formatting программных приложений Microsoft Word и Microsoft Excel?

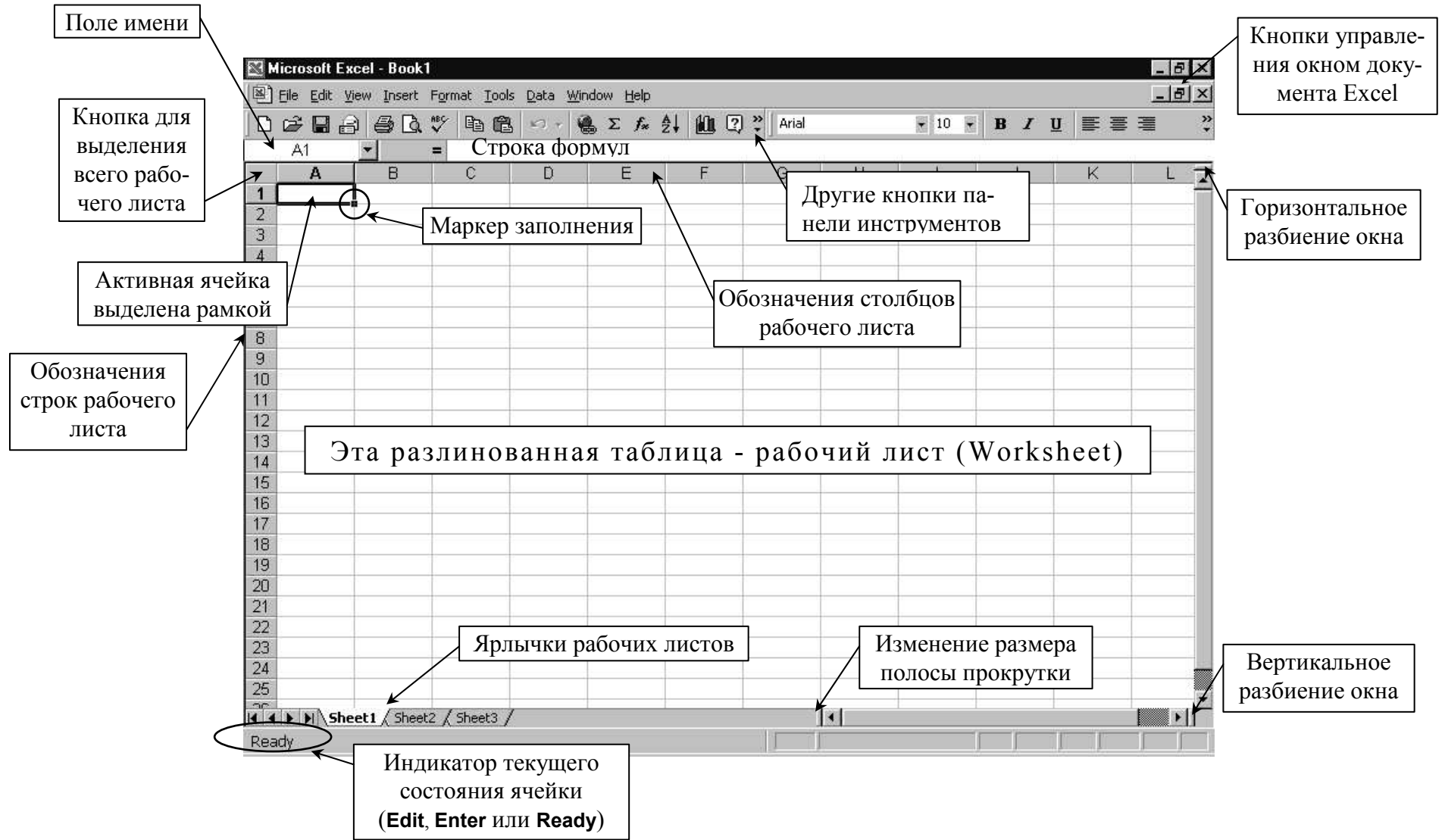
***Принятая терминология***

Рабочая книга (Workbook) - это документ Microsoft Excel. Каждая рабочая книга состоит из нескольких листов, обычно это:

***Рабочий лист (Worksheet)*** – непосредственно электронная таблица, в ячейках которой хранится и обрабатывается информация. Этот лист может иллюстрироваться диаграммами, рисунками и т.п.

***Лист диаграммы (Chart)*** – график, построенный на отдельном листе в рабочей книге.

# Графический интерфейс окна программного приложения MS Excel 2000



Каждый лист имеет свое *имя*, которое указывается на *ярлычке* в нижней части окна рабочей книги, слева от горизонтальной полосы прокрутки (см. рисунок на стр.3). Переход от одного листа к другому осуществляется щелчком мыши на соответствующем ярлычке.

Новая рабочая книга Excel обычно состоит из трех<sup>1</sup> рабочих листов (Sheet1, Sheet2, Sheet3). Каждый из них представляет собой разливную таблицу из 256 столбцов и 65536 строк. Каждое пересечение строки (Row) и столбца (Column) образует ячейку (Cell). Столбцы обозначены буквами, строки - цифрами, адрес любой ячейки определяется их сочетанием (например, A1 - это адрес ячейки на пересечении столбца A и строки 1; G8 - столбца G и строки 8 и т.п.). Перемещение к ячейкам, находящимся за видимыми границами по вертикали и горизонтали, производится с помощью соответствующих полос прокрутки или клавиш перемещения курсора.

## ***Изменения в структуре рабочей книги***

### **Переименование листа рабочей книги**

Два раза щелкните левой кнопкой мыши на ярлычке рабочего листа –



текущее его имя будет подсвечено.

Далее следует набрать новое имя (не более 31 символа, включая пробелы) и подтвердить его нажатием **Enter**, либо щелчком мыши вне указанного имени.

➤ Переименуйте Sheet1 в Новый лист.

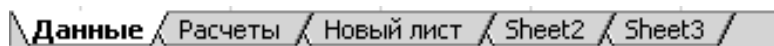
---

<sup>1</sup> Это количество может быть легко изменено.

## Вставка листов

Для вставки дополнительных листов в рабочую книгу служит команда Insert ⇒ Worksheet.

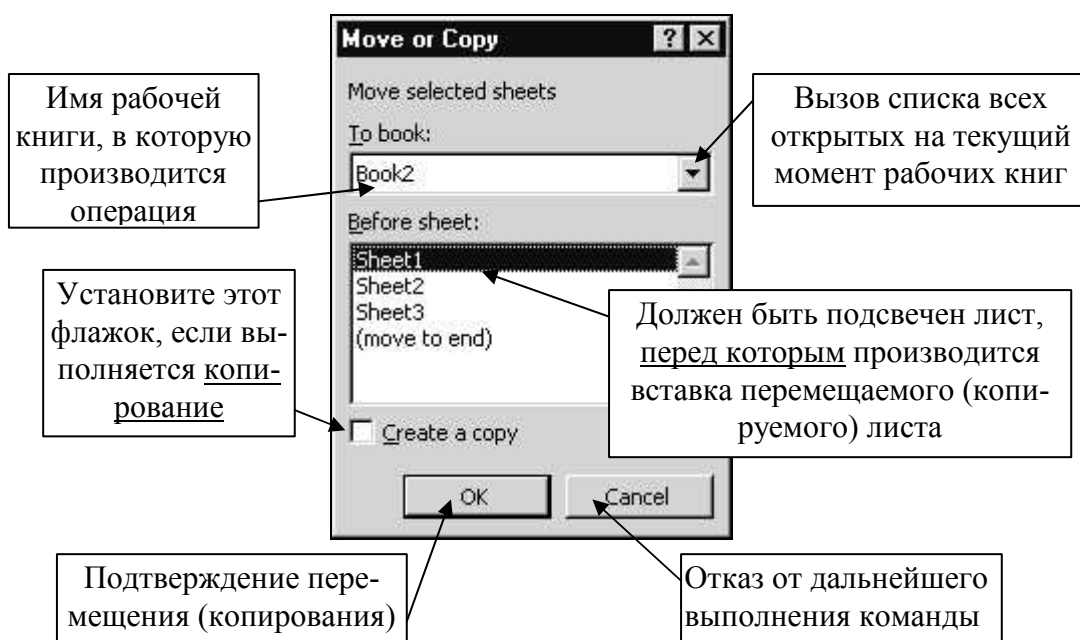
- Измените структуру своей рабочей книги по образцу рисунка



## Перемещение / Копирование листов

Эти операции осуществляются командой Edit ⇒ Move or Copy Sheet...

В появившемся диалоговом окне следует указать:



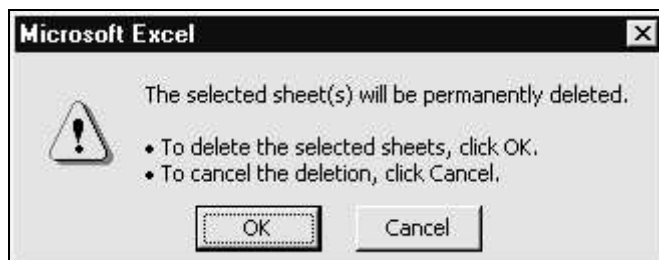
Быстро изменить порядок следования рабочих листов в книге Excel можно и обычным перетаскиванием их ярлычков мышью.

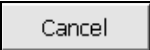
- Измените порядок следования листов в своей рабочей книге по образцу рисунка



## Удаление листов

Осуществляется по команде Edit ⇨ Delete Sheet. В диалоговом окне появится сообщение

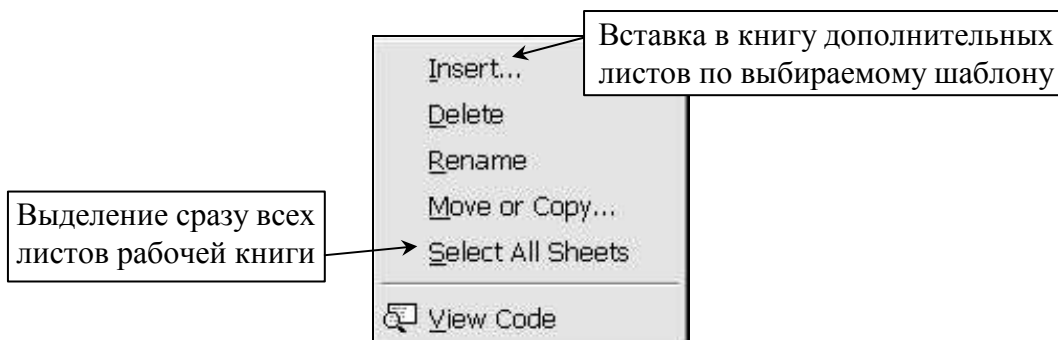


о том, что после удаления из рабочей книги данный лист уже нельзя будет восстановить (командой Edit ⇨ Undo). Именно сейчас есть возможность приостановить выполнение команды удаления щелчком на  в диалоговом окне.

➤ Удалите из своей рабочей книги лист с именем Sheet3.

Каждая из перечисленных выше команд (переименование, вставка, перемещение, удаление рабочих листов) может быть подана через контекстное меню к ярлычкам соответствующих листов рабочей книги.

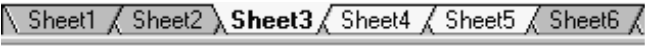
Для вызова контекстного меню щелкните правой кнопкой мыши на любом из них.





## Как выделить несколько листов рабочей книги

Если одна и та же команда должна быть выполнена для нескольких листов рабочей книги, целесообразно их предварительно сгруппировать и один раз подать нужную команду. В этой ситуации возможны два случая:

- В списке ярлычков группируемые листы расположены последовательно 

Щелкните на ярлычке первого из листов группы (в примере на рисунке Sheet3), при нажатой клавише **Shift** щелкните на ярлычке последнего листа, помещаемого в группу (в примере на рисунке Sheet5): ярлычки указанных и всех листов между ними будут подсвечены.

- Ярлычки группируемых листов стоят «в разбивку»:

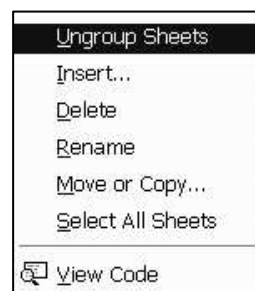


Щелкните на ярлычке первого из листов группы (в примере на рисунке Sheet1), удерживая нажатой клавишу **Ctrl**, щелчками мыши добавляйте в группу ярлычки других листов (в примере на рисунке Sheet3, Sheet5, Sheet6).

## Если лист помещен в группу ошибочно...

Щелчок мышью на выделенном (помещенном в группу) ярлычке при нажатой клавише **Ctrl** снимает выделение указанного листа.

Когда некоторые из листов рабочей книги сгруппированы, в их контекстном меню присутствует



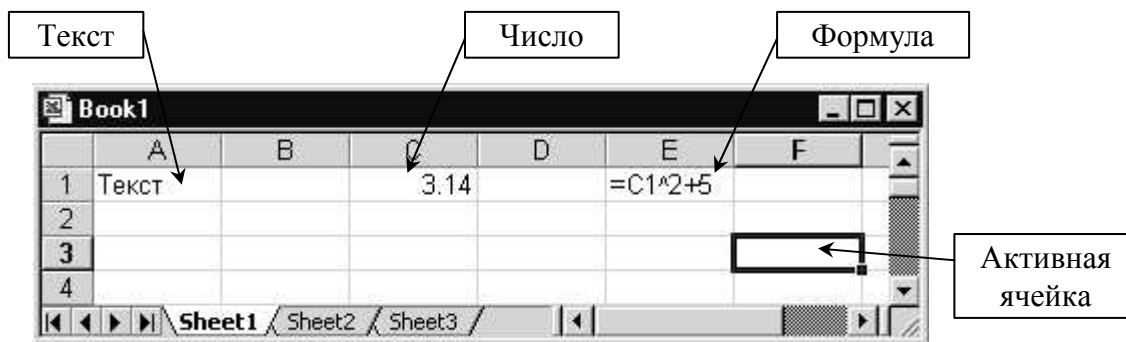
еще одна команда Ungroup sheets, позволяющая отменить любую группировку листов рабочей книги.

- Удалите из своей книги листы Новый лист и Sheet2, предварительно сгруппировав их.

  Сколько листов теперь в Вашей рабочей книге?


### **Данные в ячейках рабочего листа**

Содержимым ячейки в Excel может быть:



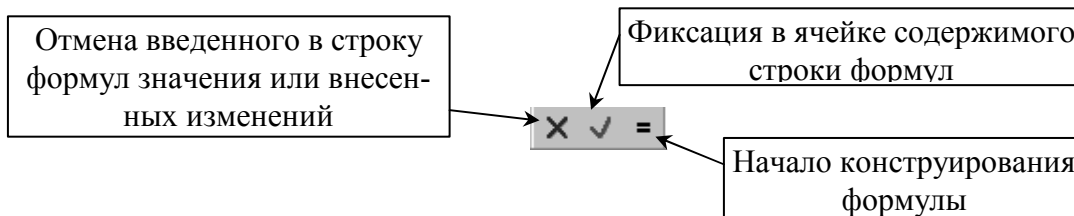
Убедитесь, что активна именно та ячейка, в которую Вы собираетесь заносить информацию<sup>2</sup>, и начинайте набор данных на клавиатуре.

Набираемые на клавиатуре символы отражаются одновременно в ячейке и в строке формул в верхней части окна Excel (см. рис. на стр.3). Если при наборе допущена ошибка, внести исправления можно с помощью клавиш **Backspace** или **Delete**

Чтобы набранная последовательность символов была зафиксирована в текущей ячейке, следует нажать **Enter** или щелкнуть предназначенную для этого кнопку  в строке формул слева.

<sup>2</sup> Рамка активной ячейки устанавливается щелчком мыши на нужной ячейке, либо перемещается по рабочему листу клавишами перемещения курсора.

Как только начинается работа со строкой формул (ввод данных или их редактирование), сразу же слева в этой строке появляются три кнопки:

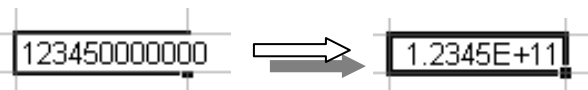


**Число** - может содержать только цифры и специальные знаки, характеризующие само значение (+ - . e) или формат его представления в ячейке (% \$ р.).

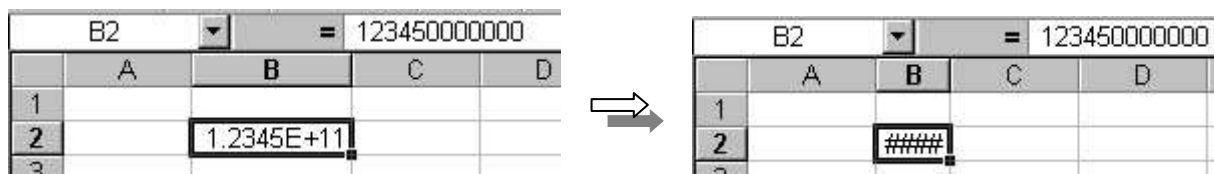
C
3.14

После фиксации в ячейке числовое значение автоматически выравнивается вправо.

Числовое значение отображается в ячейке не более чем с 15 цифрами. Для больших или, наоборот, близких к нулю числовых значений Excel использует экспоненциальное представление:



При уменьшении ширины столбца не уместяющиеся числовые значения отображаются последовательностью символов ###.



?? Изменяется ли при этом числовое значение в ячейке?

Ширину столбца в подобных случаях удобно регулировать командой **Format** ⇒ **Column** ⇒ **Autofit Selection** (Автоподбор ширины столбца).

**Текст** - последовательность практически любых символов. Если последовательность цифр в ячейке должна являться текстом, начните ввод с апострофа (например, '123).

	<b>A</b>	
1	Текст	

После фиксации текстового значения в ячейке, оно автоматически выравнивается влево.

Пока соседняя справа ячейка пуста, длинное текстовое значение размещается поверх нее.

	<b>A2</b>	<b>=</b>	Первое значение		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	
1					
2	Первое значение				

⇒

	<b>A2</b>	<b>=</b>	Первое значение		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	
1					
2	Первое значение	Второе значение			

**Формула** - всегда начинается со знака равенства (=). Может включать в себя числа, ссылки на другие ячейки, вызовы функций с указанием их аргументов, круглые скобки и знаки математических операций:

$\wedge$  (возведение в степень)      \* (умножение)      + (сложение)  
/ (деление)      - (вычитание)

Если порядок вычислений в формуле не задан явно с помощью круглых скобок, то в первую очередь выполняются возведения в степень, затем операции умножения и деления, а лишь затем – сложения и вычитания. Операции одинакового ранга выполняются слева направо.

Обычно формула содержит ссылки на другие ячейки рабочего листа. Ввод адреса той или иной ячейки с клавиатуры повышает вероятность ошибок при конструировании формулы.

При конструировании формулы достаточно щелкнуть на ту ячейку, адрес которой Вы собираетесь увидеть в позиции текстового курсора.

- На рабочем листе **Данные** введите значения, аналогичные рисунку на стр.8: в ячейку A1 – текст, C1 – число 3.14
- Перейдите к ячейке E1 и нажмите знак равенства – этим Вы начнете ввод формулы.
- Щелкните мышью по ячейке C1: она будет обведена бегущей пунктирной линией<sup>3</sup>, а ее адрес автоматически появится в подготавливаемой формуле.
- Укажите знак возведения в степень: ^ ( Shift + 6 ) и укажите саму степень: 2
- Завершите ввод формулы = C1^2+5 и зафиксируйте ее в ячейке.

?? Что находится в ячейке E1 после того, как ввод формулы завершен?

### **Выделение диапазонов ячеек**

В случаях применения одной и той же команды сразу к нескольким ячейкам рабочего листа диапазон (несколько диапазонов) ячеек необходимо предварительно выделить.


---

<sup>3</sup> Не нужно пытаться удалять эту пунктирную линию, это лишь визуальная подсказка о текущей ссылке на данную ячейку.

Каждый диапазон смежных ячеек характеризуется адресами ячеек в верхнем левом и правом нижнем углах, например, A1:C2:

	A	B	C	D
1				
2				
3				

Его можно выделить следующими способами:

- Подвести указатель мыши  к ячейке угла диапазона. При нажатой левой кнопке отметить мышью все необходимые ячейки (пока не отпущена кнопка мыши, можно варьировать количество выделяемых ячеек).
- Щелкнуть мышью на ячейке угла. При нажатой **Shift** щелкнуть по ячейке, определяющей противоположный угол диапазона.

Если требуется выделить несколько разрозненных диапазонов на рабочем листе, например, A1:C2; E1:F1; E3:F4

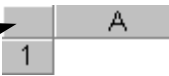
	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						

выделите первый из них, а затем при нажатой на клавиатуре **Ctrl** выделяйте мышью все остальные.

Выделить целиком строку рабочего листа можно, щелкнув мышью на ее номере.

Подобным образом можно выделить и несколько строк.

	A	B	C	D	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Аналогично выделяются целиком и столбцы. Наконец, выделить сразу все ячейки рабочего листа можно щелчком на кнопке  в левом верхнем углу электронной таблицы.

Отмена выделения любого диапазона ячеек производится щелчком по произвольной ячейке на рабочем листе.

## ***Перемещение и копирование данных в Excel***

### **Использование буфера обмена**

Универсальным способом перемещения или копирования информации является использование буфера обмена. Сначала данные из выделенных ячеек помещаются в буфер обмена (команда Edit ⇒ Cut - для перемещения, Edit ⇒ Copy - для копирования), затем отмечается ячейка, где нужно произвести вставку<sup>4</sup>, и подается команда вставки содержимого буфера обмена: Edit ⇒ Paste. Перемещать или копировать данные ячеек таким путем можно как в пределах одного листа, так и между листами рабочей книги. Аналогично производят обмен информацией между разными рабочими книгами.


- Через буфер обмена произведите копирование содержимого ячеек A1 и C1 листа Данные в ячейки A3 и B3 листа Расчеты.

### **Перемещение и копирование мышью**

В пределах одного листа перемещение или копирование данных между ячейками можно произвести манипуляциями мышью. Активизируйте ячейку (выделите диапазон ячеек), чье содержимое должно

---

<sup>4</sup> Если необходимо осуществить вставку нескольких ячеек, обычно указывают ячейку, определяющую верхний левый угол вставляемого блока.

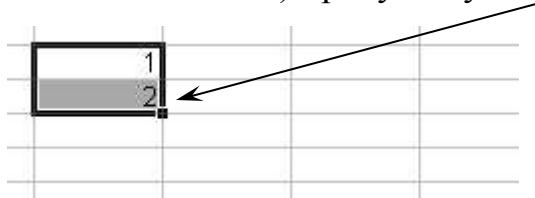
быть перемещено или скопировано в другие ячейки рабочего листа. На внешнем контуре выделенного объекта указатель мыши примет вид стрелки . Нажав в этот момент левую кнопку мыши, произведите перемещение. Новое местоположение зафиксируется, как только будет отпущена кнопка мыши.

Если перемещение мышью производить при нажатой **Ctrl**, будет создана копия.

- На листе **Расчеты** выполните мышью перемещение и копирование данных:
- переместите текст из ячейки **A3** в ячейку **A7**;
  - продублируйте числовое значение ячейки **B3** в ячейке **B7**.

### Маркер заполнения

Обычно в правом нижнем углу рамки активной ячейки (или выделенного блока ячеек) присутствует *маркер заполнения*.



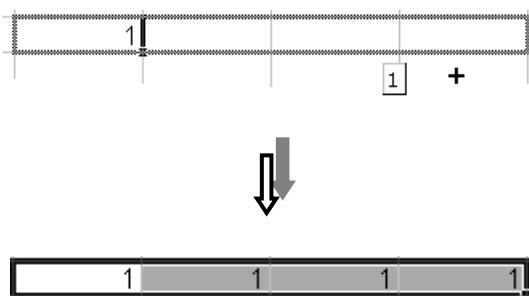
На маркере заполнения указатель мыши принимает вид **+**. Если именно в этот момент нажать левую кнопку мыши и растянуть рамку на соседние ячейки столбца (строки), то эти ячейки будут заполняться аналогично исходно выделенным.

Если маркер заполнения “зацеплен” от одной ячейки,





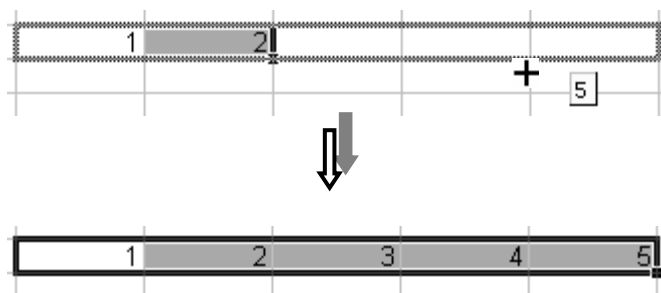
произойдет копирование ее содержимого<sup>5</sup> во все выделяемые мышью смежные ячейки листа, например:



Если предварительно был выделен блок ячеек, содержимое которых изменяется с определенной закономерностью,



отмеченные с помощью маркера соседние ячейки будут заполнены с учетом той же закономерности, например:



Отмеченные свойства маркера заполнения действуют на рабочем листе в любом направлении, как по горизонтали, так и по вертикали.

➤ Проверьте функции маркера заполнения в свободных ячейках рабочего листа **Данные**.

---

<sup>5</sup> В случае если содержимое ячейки не является элементом списка (например, одним из дней недели или названием месяца года).

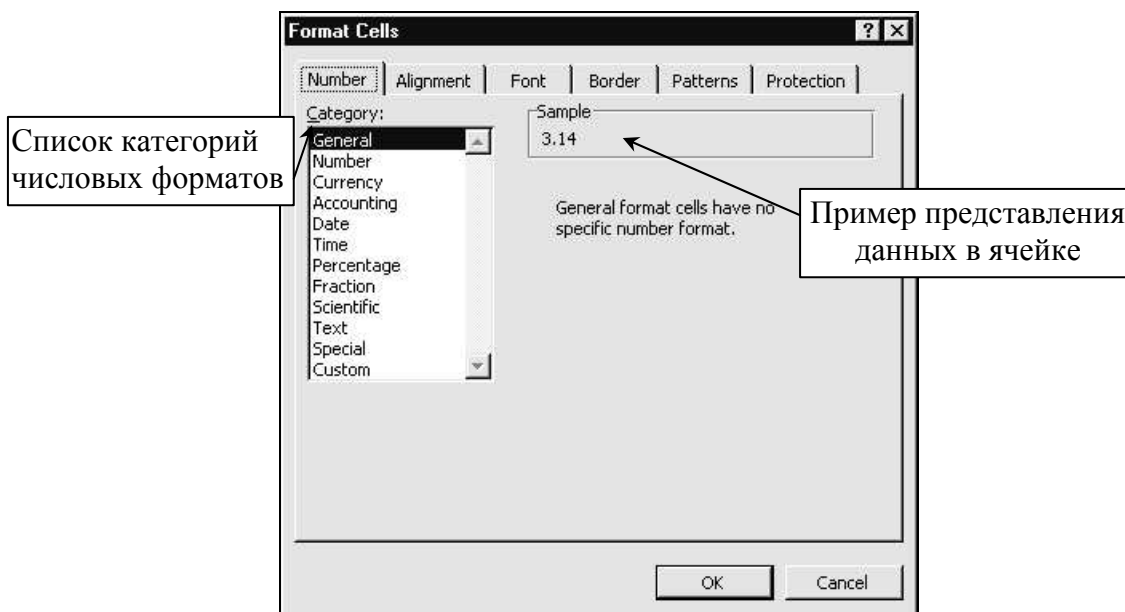
## Форматирование данных на рабочем листе Excel

Для форматирования данных в ячейках рабочего листа можно воспользоваться кнопками панели инструментов Formatting:



Универсальной командой форматирования данных в любой указанной ячейке рабочего листа является команда **Format ⇒ Cells...**, которая выводит диалоговое окно, включающее шесть различных вкладок:



1. **Number** – изменение формы представления числового значения.



В Excel предусмотрены различные числовые форматы. Например, одно и то же число 1440,6 может быть представлено как:

General	1440.6
Number	1440.60
Currency	\$1,440.60
Accounting	\$ 1,440.60
Date	10-Dec-03

Time	2:24:00 PM
Percentage	1440060.00%
Fraction	1440 3/5
Scientific	1.44E+03
Text	1440.6

В панели инструментов Formatting щелчок на кнопке  – быстрое преобразование формата числового значения в ячейке к виду Currency, а на кнопке  – к виду Percentage.

2. Alignment – задание различных вариантов выравнивания данных.

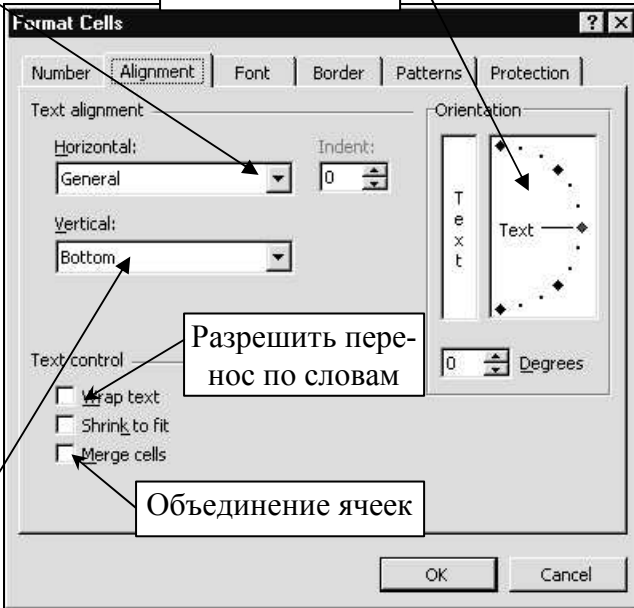
**По горизонтали:**

- По значению (General): текст – влево, число – вправо
- По левому краю (Left)
- По центру (Center)
- По правому краю (Right)
- С заполнением (Fill)
- По ширине (Justify)
- По центру выделенного диапазона ячеек (Center Across Selection)

**По вертикали:**

- По верхнему краю (Top)
- По центру (Center)
- По нижнему краю (Bottom)
- По высоте (Justify)

Направление текста

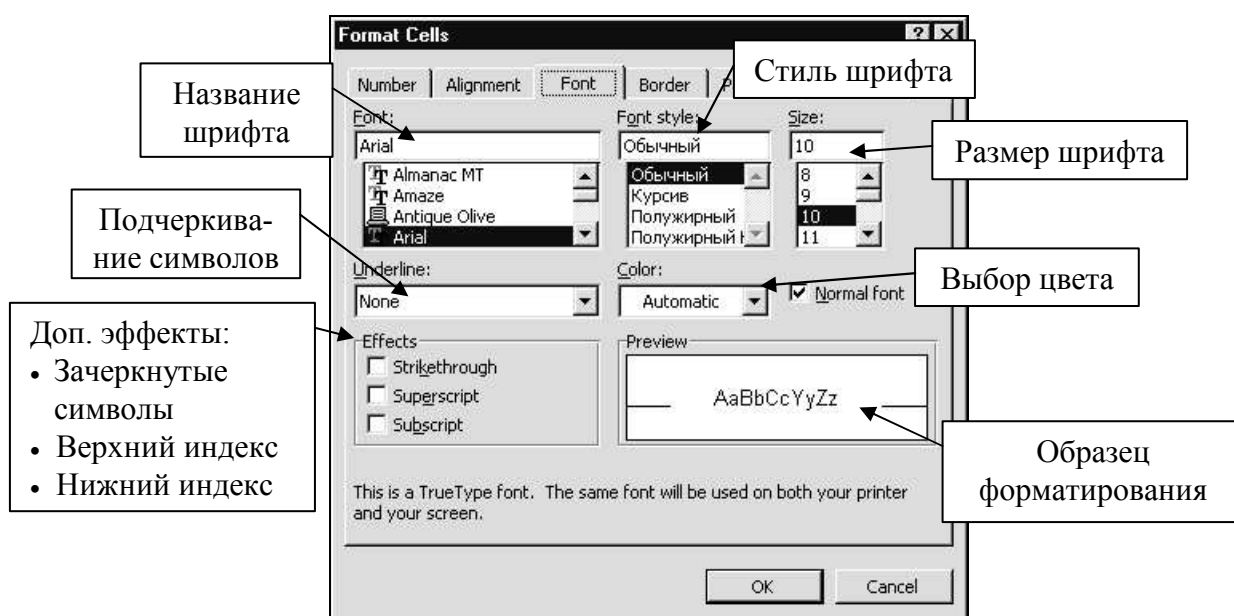


Разрешить перенос по словам

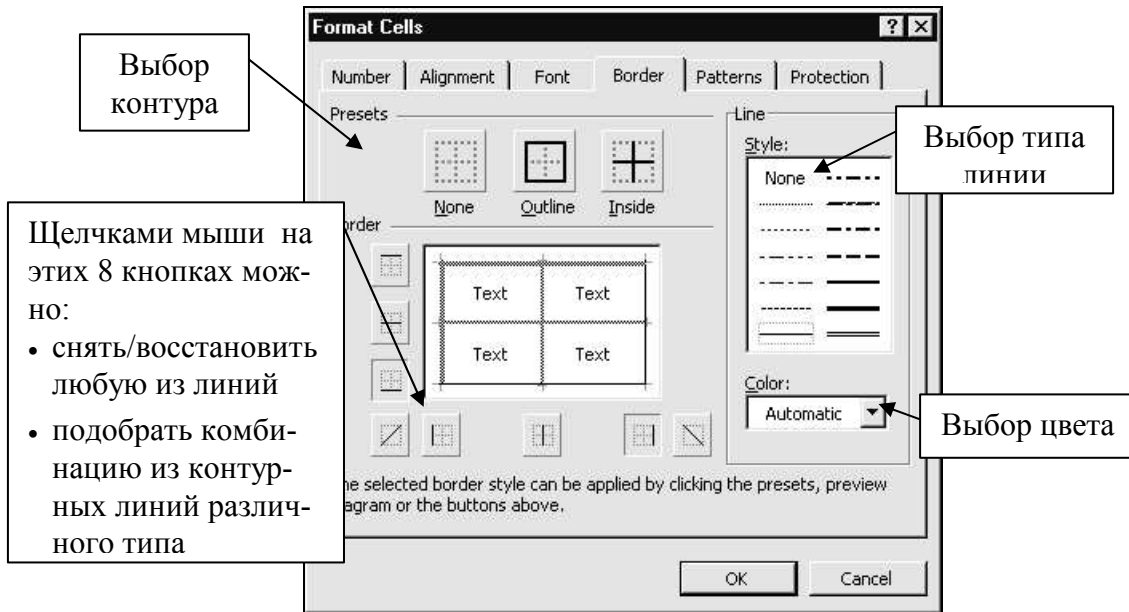
Объединение ячеек

Выравнивание данных в ячейках			
Center Across Selection			
Left			
Center		Fill Fill Fill Fill	
Right			
Text	Top		Center
		Bottom	

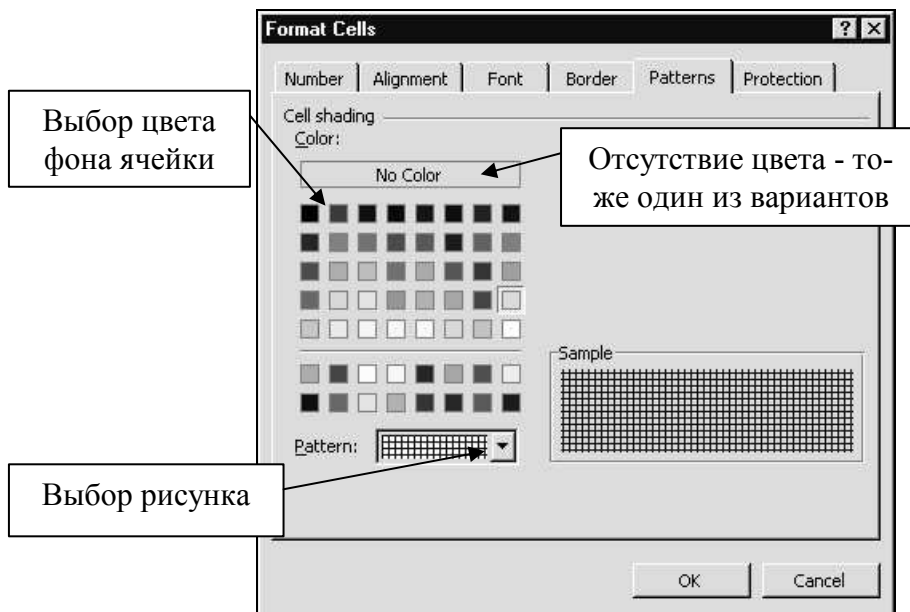
### 3. Font – шрифтовые изменения для символов в ячейке.



#### 4. Border - обрамление и заполнение ячеек.

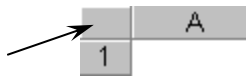


#### 5. Patterns - Заливка, выбор цвета фона в ячейке.



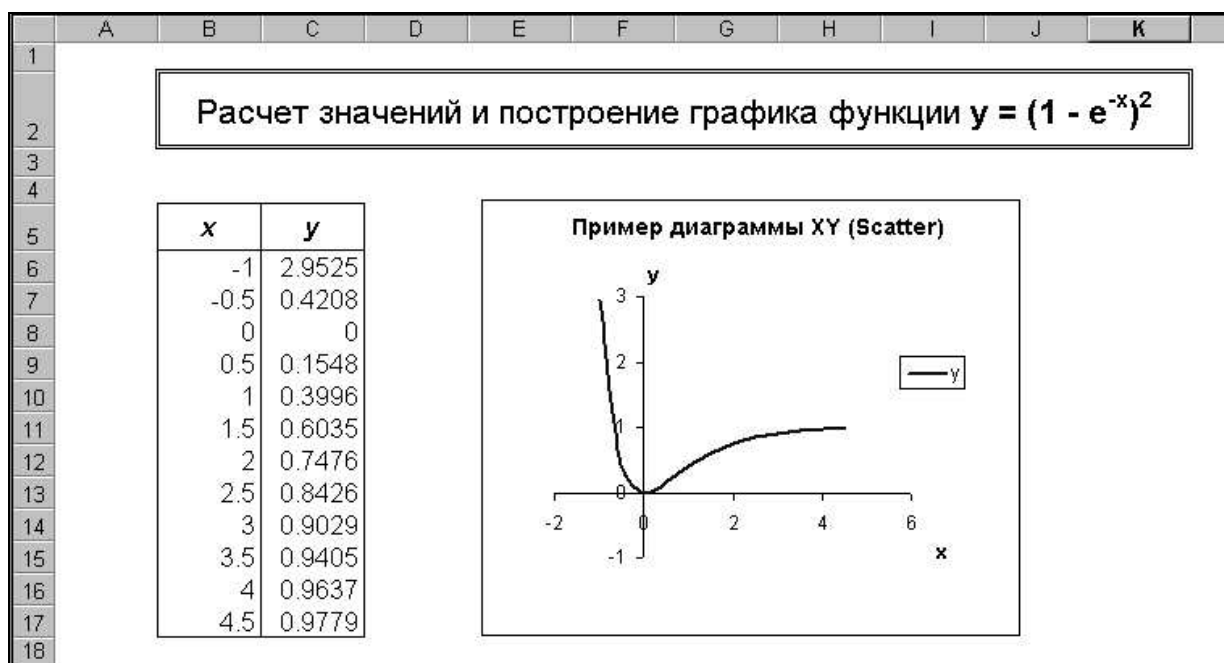
#### 6. Protection – защита содержимого ячеек от внесения изменений.

Перед выполнением практического задания произведите на рабочем листе **Расчеты** следующие действия:

- Щелкните на кнопке  для выделения сразу всех ячеек рабочего листа.
- Подайте команду **Edit** ⇒ **Clear** ⇒ **All**.



Подготовьте на рабочем листе **Расчеты** таблицу со значениями функции и проиллюстрируйте ее диаграммой.



Разделим поставленную задачу на два последовательных этапа.


### **Ввод и форматирование данных в ячейках рабочего листа**



- Наберите в ячейке **B2** заголовок (**Расчет значений и ...**) Пока соседняя справа ячейка пуста, длинный текст автоматически размещается поверх нее.
- Через панель инструментов **Formatting** установите для ячейки **B2** шрифт **Arial**, **16 pt**.

- Укажите новое значение для высоты второй строки: 35.25

Чтобы задать значение высоты указанной строки<sup>6</sup> рабочего листа, следует подать команду Format ⇒ Row ⇒ Height... и ввести нужное значение в появившемся диалоговом окне.

- Отцентрируйте введенный текст по диапазону ячеек B2:K2.

Чтобы отцентрировать значение по диапазону выделенных ячеек, нужно выделить соответствующий диапазон ячеек и щелкнуть кнопку  (Merge and Center) в панели Formatting.

- В ячейках B5 и C5 введите названия столбцов подготавливаемой таблицы и оформите их в соответствии с примером рисунка.
- Введите числовые значения в ячейки B6 и B7: -1.0 и -0.5.
- Выделите ячейки B6 и B7 и через маркер заполните соответствующими числовыми значениями ячейки B8 : B17.
- В ячейке C6 наберите формулу:  $= (1 - \exp(-B6))^2$ . Щелкните на кнопке , чтобы зафиксировать ее в ячейке. Сравните полученное числовое значение с примером.
- Продублируйте формулу для ячеек C7 : C17. Для этого поместите копию содержимого ячейки C6 в буфер обмена. Выделите блок ячеек C7 : C17 и щелкните кнопку  (Paste). Сопоставьте с примером полученные числовые значения.

---


<sup>6</sup> Команда будет отнесена к выделенной целиком строке, либо к строке, в которой находится активная ячейка или указан диапазон ячеек.

В формуле, помещенной в ячейку С6, был указан *относительный* адрес ячейки В6.

Относительные адреса ячеек при копировании формулы автоматически изменяются.<sup>7</sup>

- Проверьте, что в ячейке С7 после копирования исходная формула преобразилась к виду  $= (1 - \exp(-B7))^2$ , в ячейке С8 будет вычисляться  $= (1 - \exp(-B8))^2$  и т.д.
- Установите контурные рамки для ячеек на своем рабочем листе по аналогии с рисунком на стр.20 через вкладку Border диалогового окна Format Cells.
- Выделите диапазон ячеек В6 : С17.

### Построение диаграммы

- Вызовите Мастер диаграмм щелчком на кнопке  (Chart Wizard). Построение диаграммы с помощью Мастера Диаграмм происходит за четыре последовательных шага, каждый из которых представлен своим диалоговым окном. На каждом шаге необходимо задать те или иные установки, связанные с построением диаграммы. Переход от одного шага к другому осуществляется с помощью кнопок **Next >** и **< Back**.

### Шаг 1 из 4 - Выбор типа диаграммы

Диалоговое окно содержит две вкладки: Standard Types (Стандартные типы) и Custom Types (Нестандартные типы).

---

<sup>7</sup> Это правило распространяется при копировании формулы последовательно на все выделенные ячейки.

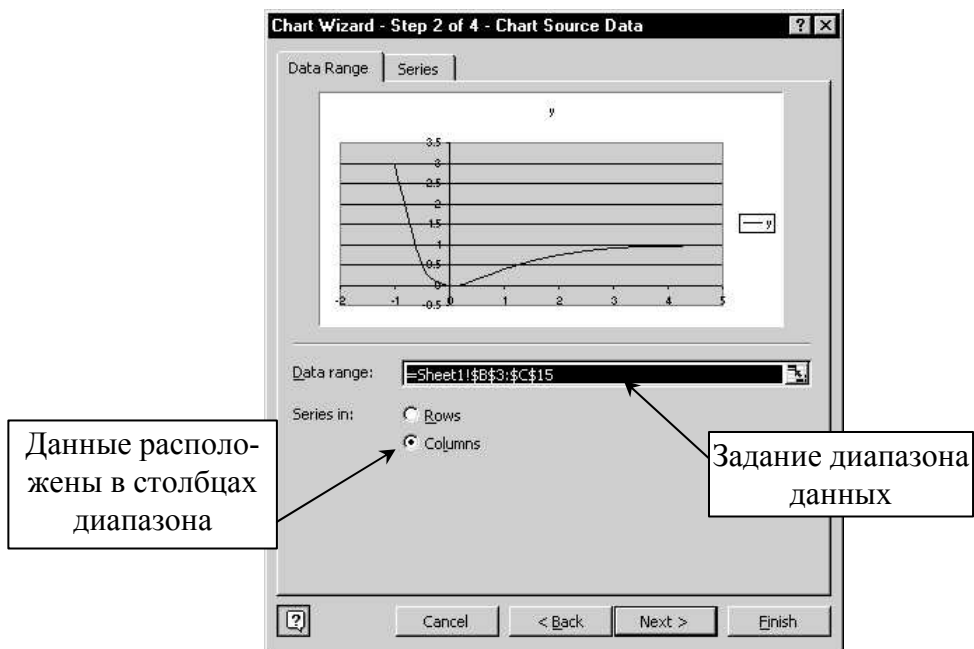




- Выберите тип XY (Scatter) и подтип диаграммы сглаженных линий, соединяющих точки без маркеров.

## Шаг 2 из 4 - Источник данных для диаграммы

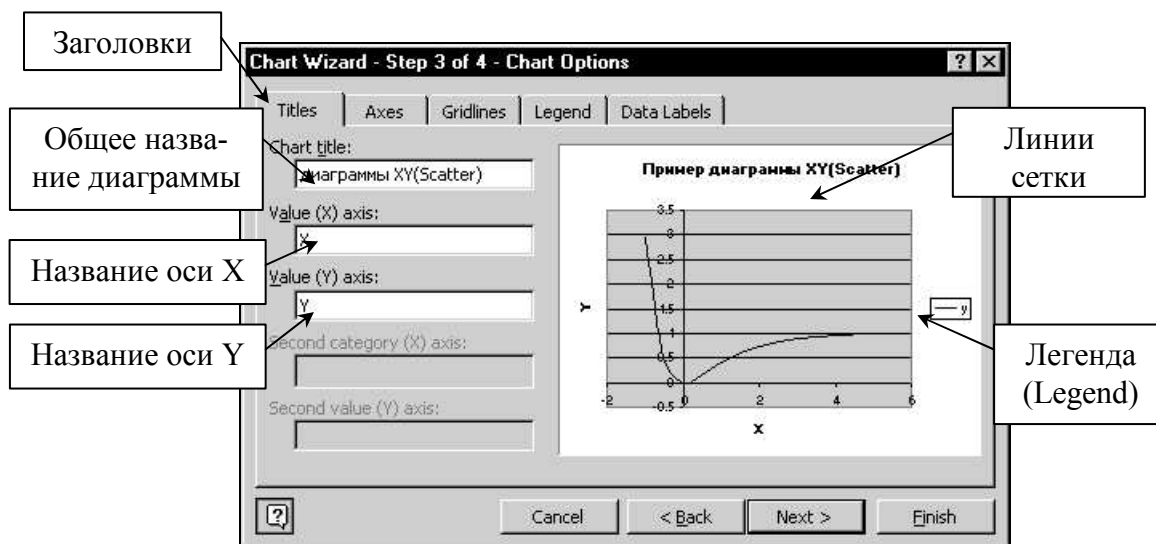
Диалоговое окно содержит две вкладки: Data Range (Диапазон данных) и Series (Ряд).




- Проверьте соответствие указанного диапазона примеру и перейдите к следующему шагу.

### Шаг 3 из 4 - Параметры диаграммы

Диалоговое окно может иметь различные вкладки<sup>8</sup>: Titles (Заголовки); Axes (Оси); Gridlines (Линии сетки); Legend (Легенда); Data Labels (Подписи данных); Data Table (Таблица данных).



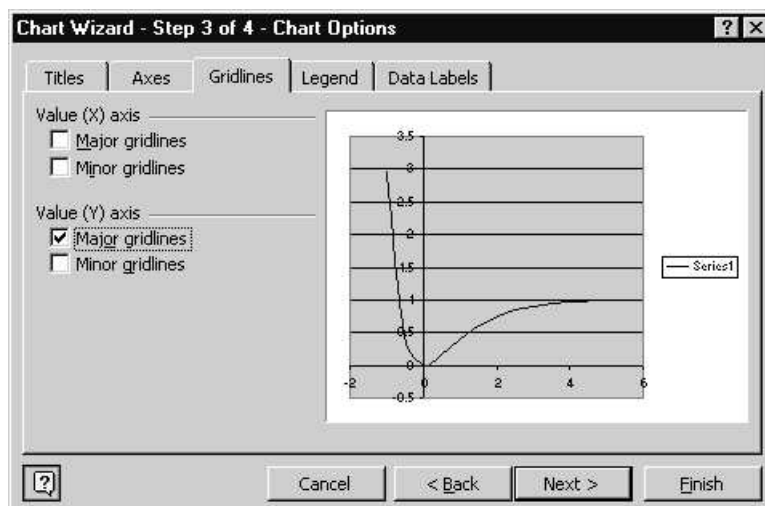
- Укажите название диаграммы: Пример диаграммы XY (Scatter); название осей: X и Y соответственно.

 Отражаются ли сразу на образце диаграммы вносимые изменения?

- Перейдите к вкладке Gridlines том же диалоговом окне.

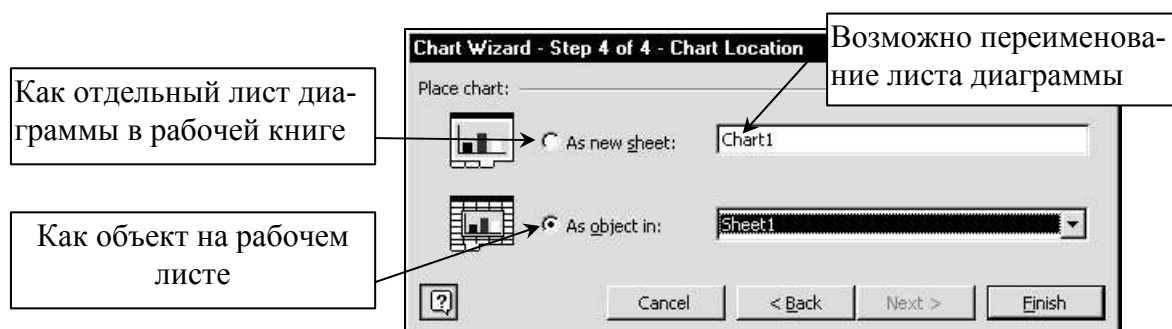
На вкладке Gridlines с помощью флажков задаются сеточные линии, проходящие в области дигаммы через основные или вспомогательные деления осей ординат и абсцисс соответственно.

<sup>8</sup> Количество и состав вкладок диалогового окна определяется типом диаграммы.

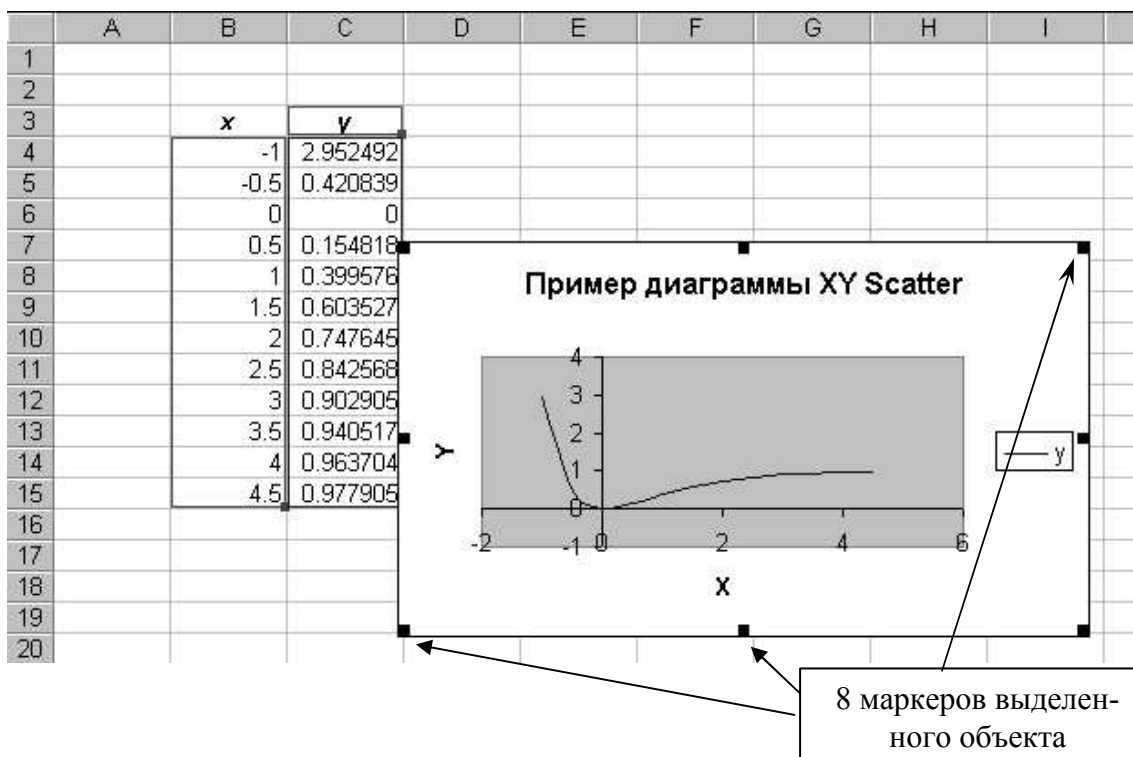


- Откажитесь от горизонтальных линий, проходящих через основные значения оси Y снятием флажка Major gridlines для Value Y axes.
- Самостоятельно определите назначение вкладок Axes, Legend и Data Labels, оставив при переходе к следующему шагу для каждой из этих вкладок начальные установки.
- Перейдите к следующему, завершающему шагу построения диаграммы.

#### Шаг 4 из 4 - Размещение диаграммы



- Выберите вариант, соответствующий нашему примеру и щелкните кнопку **Finish** – диаграмма появится в рабочей книге:



### Изменение размеров и перемещение диаграммы на рабочем листе

На узлах контурной рамки курсор мыши превращается в двунаправленную стрелку, и у Вас появляется возможность изменять размер диаграммы при нажатой левой кнопке мыши.

Перемещать график по таблице можно, установив курсор в любом месте внутри контурной рамки и нажав левую кнопку мыши.

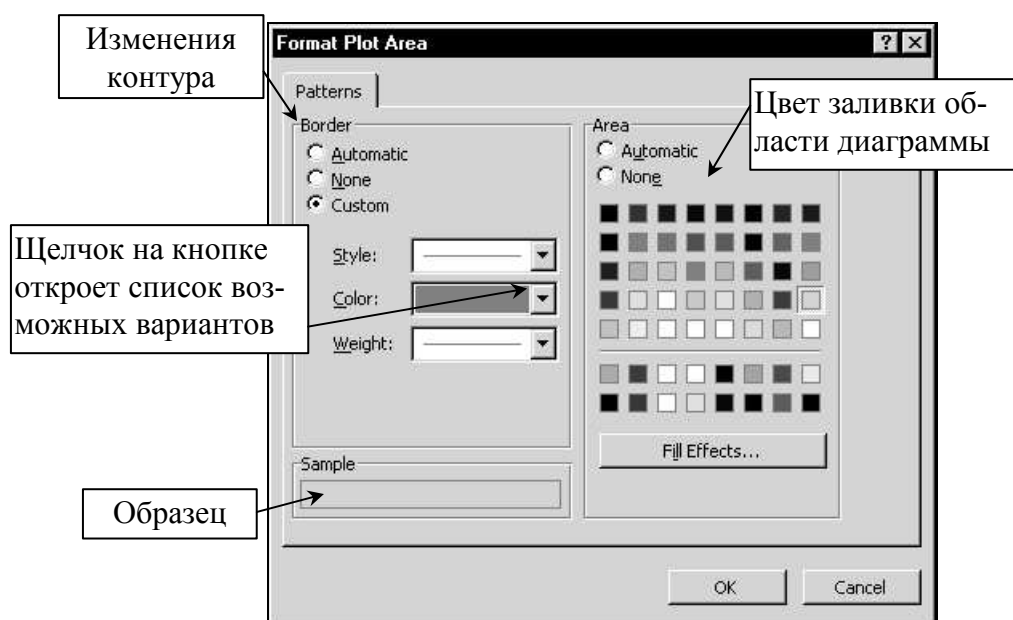
Возможности варьирования размеров или местоположения диаграммы активны, пока нажата левая кнопка мыши. Как только кнопка будет отпущена, видоизменения зафиксируются на рабочем листе. Если они произведены неудачно, повторите аналогичные действия, либо вернитесь к первоначальному варианту, воспользовавшись командой Edit ⇒ Undo.

- Измените размеры диаграммы и расположите ее слева от таблицы с числовыми значениями так, как показано на рисунке (стр. 20).

### Редактирование диаграммы

Двойной щелчок на любой из частей, составляющих диаграмму, открывает диалоговое окно свойств, позволяющих вносить необходимые коррективы.

Двойным щелчком на сером фоне области диаграммы (Plot Area) вызовите диалоговое окно Format Plot Area.



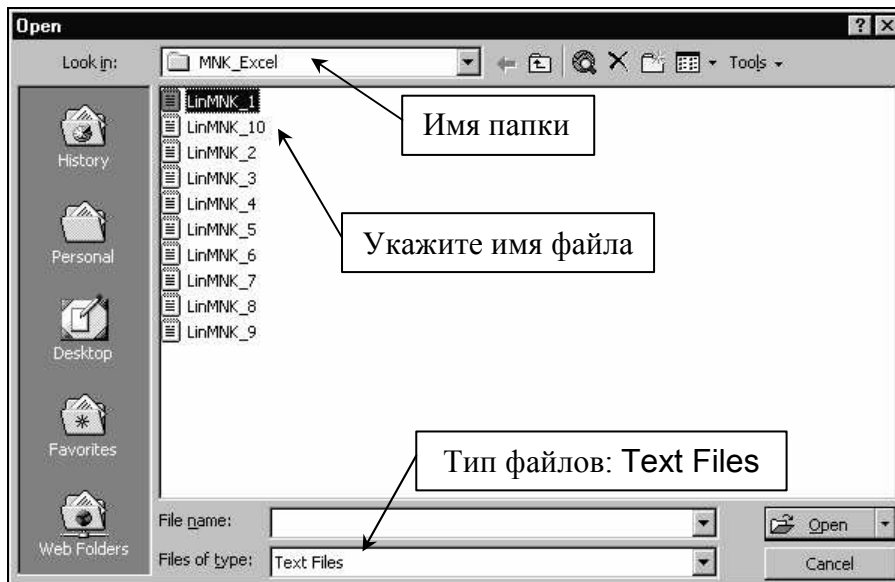
- Задайте белый цвет для Plot Area.
- Самостоятельно разберитесь, как внести изменения в шкалу значений оси ординат в соответствии с рисунком на стр.20.

## Практическое задание № 2 к теме: Импорт данных в **Excel** Расчеты по формулам на рабочем листе

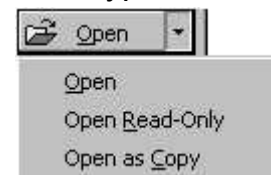
### Импортирование данных из текстового файла

Данные в ячейки рабочего листа могут не только вводиться с клавиатуры, но и импортироваться из файлов других форматов (например, текстовых).

- Запустите Excel и подайте команду File ⇨ Open...



- В появившемся диалоговом окне откройте список Files of type и выберите Text Files. Укажите в поле Look in: папку, в которой находится текстовый файл с данными, и установите подсветку на имя этого файла. Затем откройте список возможностей для команды Open и выберите Open as Copy (Открыть копию).



На экране появится диалоговое окно первого шага мастера импорта текста в Excel:

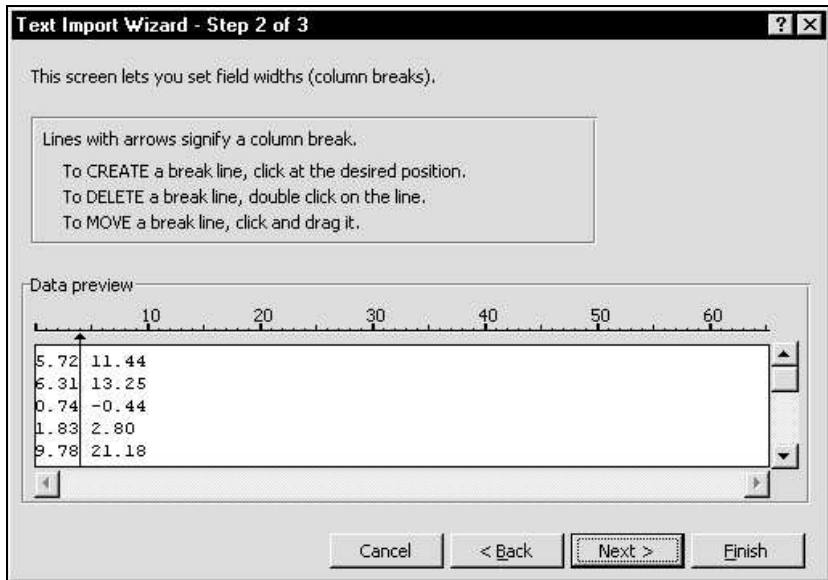
Отдельные значения в строке разделяются символом (например, запятой)

Отдельные значения располагаются строго в определенных позициях строки



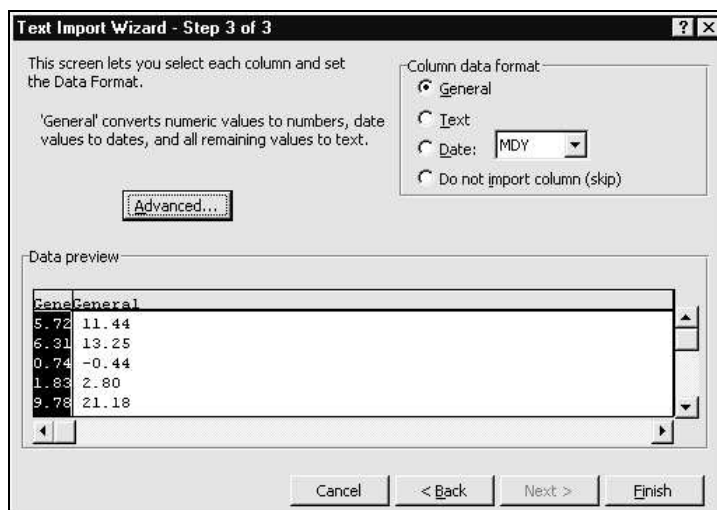
➤ Установите опцию Fixed width и перейдите к следующему шагу, щелкнув кнопку **Next >**.

В следующем окне можно оценить правильность предлагаемого разделения данных по столбцам на рабочем листе.



➤ Если разделение данных на столбцы верно, щелкните **Next >**.

В противном случае сначала откорректируйте мышью положение вертикальной стрелки, разделяющей столбцы.



На последнем шаге работы с мастером импорта текста для каждого столбца данных можно задать числовой формат.

- Оставьте без изменений опцию  **General** и щелкните кнопку **Finish**. В первых столбцах рабочего листа должны появиться числовые значения.

**?** Как называется текущий рабочий лист? Сколько листов сейчас в Вашей рабочей книге?

- Переименуйте рабочий лист с импортированными данными в Данные для МНК.

### **Расчеты по формулам на рабочем листе**

Расчетные формулы в Excel могут включать вызовы функций. Вместо ввода с клавиатуры можно выбрать имя функции и задать ее аргументы командой Insert ⇒ Function...

Аналогичная кнопочная команда ***f<sub>x</sub>*** (Paste Function) находится в панели инструментов Standard.



Использование в формулах встроенных функций Excel будет рассмотрено на примере выполнения конкретного задания.



Провести обработку экспериментальных данных по методу наименьших квадратов.

В приложении данной методической разработки приведена математическая постановка задачи и вывод основных расчетных формул. Здесь же мы остановимся на вопросах о том, как поставленную задачу решить средствами Excel. Импортированные из текстового файла столбцы данных представляют собой два числовых массива экспериментальных точек  $\{x_i, y_i\}$ , где  $i = \overline{1, n}$ .

	A	B	C	D	E
1	9.54	-30.29			
2	0.96	0.9			
3	8.35	-25.37			
4	3.5	-7.57			
5	9.44	-29.99			
6	7.18	-21			
7	5.99	-17.22			
8	5.92	-16.75			
9	7.37	-22.26			
10	4.47	-11.82			

- Подготовьте на рабочем листе Данные для МНК таблицу для расчетов, применив форматирование по приведенному далее образцу.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	<b>Расчет коэффициентов прямой по методу наименьших квадратов</b>								
3									
4		$x_i$	$y_i$	$(x_i - x_{cp})$	$(x_i - x_{cp})^2$	$(y_i - y_{cp})$	$(x_i - x_{cp}) * (y_i - y_{cp})$	$y_i^{теор.} = ax_i + b$	
5		9.54	-30.29						
6		0.96	0.9						
7		8.35	-25.37						
8		3.5	-7.57						
9		9.44	-29.99						
10		7.18	-21						
11		5.99	-17.22						
12		5.92	-16.75						
13		7.37	-22.26						
14		4.47	-11.82						
15									
16									
17									

В этой ячейке следует вычислить среднее значение по  $x$

В этой ячейке следует вычислить среднее значение по  $y$

Сумма числовых значений этого столбца

Сумма числовых значений этого столбца

Чтобы воспользоваться расчетными формулами

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n [(y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})]}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad b = \bar{y} - a\bar{x},$$


где  $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$      $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ ,

необходимо вычислить средние значения по  $x$  и  $y$ , а также суммы числителя и знаменателя для формулы коэффициента  $a$ . Условимся разместить эти значения в последней (пока пустой) строке расчетной таблицы: под столбцом значений  $x_i$  – среднее значение по  $x$ , под столбцом значений  $y_i$  – среднее значение по  $y$ , под столбцами значений  $(x_i - \bar{x})^2$  и  $(y_i - \bar{y}) * (x_i - \bar{x})$  – соответственно суммы этих значений (см. стр. 32).

Итак, приступайте к заполнению таблицы числовыми значениями<sup>1</sup>.

### Функции в формулах

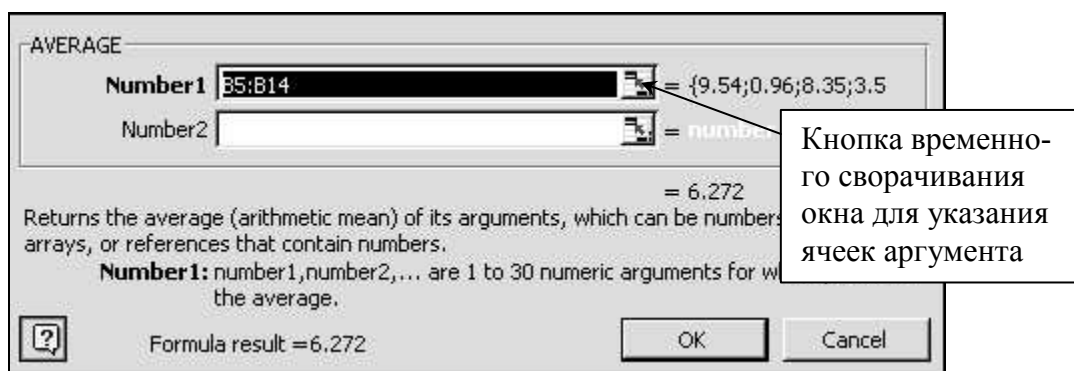
Для подсчета среднего арифметического в Excel предусмотрена функция AVERAGE из категории Statistical.

- Выделите ячейку для подсчета среднего значения. Щелкните на кнопку  (Paste Function) – появится первое диалоговое окно Paste Function для выбора функции. Выберите в списке Function Name: название функции AVERAGE (если ее нет в категории Most

<sup>1</sup> Далее в пояснениях к выполнению задания приводятся адреса ячеек, соответствующих примеру таблицы на стр. 32. При составлении формул соразмеряйте пример с таблицей на своем рабочем листе!

Recently Used, задайте Function Category: Statistical). После указания имени функции перейдите к следующему шагу.

Непосредственно под строкой формул будет развернуто диалоговое окно для задания аргументов выбранной Вами функции<sup>2</sup>.

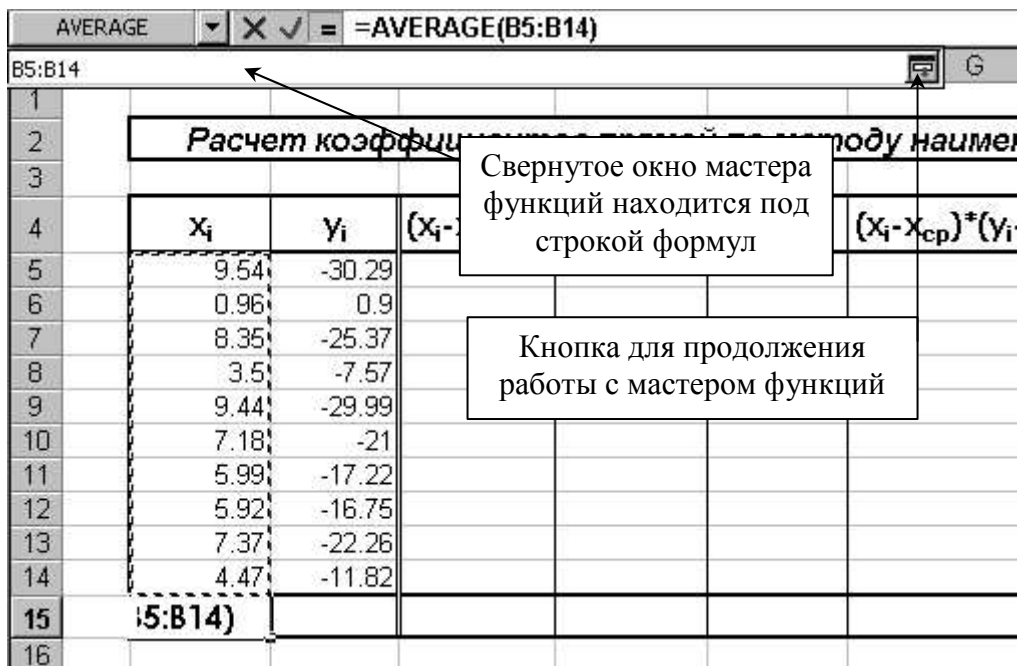



Такие функции как вычисление среднего значения или суммирование, удобно задавать по указанному диапазону аргументов. После выбора имени функции программа обычно сразу предлагает в качестве аргументов наиболее подходящий вариант диапазона ячеек на рабочем листе. Но Вы можете задать аргументы и самостоятельно.

- Щелкните на кнопке сворачивания окна мастера для аргумента **Number1** и укажите мышью диапазон ячеек с числами (для примера на стр.32 диапазон ячеек B5:B14).



---

<sup>2</sup> В зависимости от специфики конкретной функции задаются определенное количество и порядок следования аргументов.



➤ После того как задан диапазон ячеек (они отмечены бегущим пунктиром на рабочем листе, а соответствующий адрес подставлен в строке формул), щелкните кнопку : будет восстановлено окно мастера функций.

➤ В нижней части диалогового окна сразу отражается результат вычислений (Formula result). Если он ожидаем, щелкните  – вычисленное значение появится в ячейке, указанной перед вызовом мастера функций.

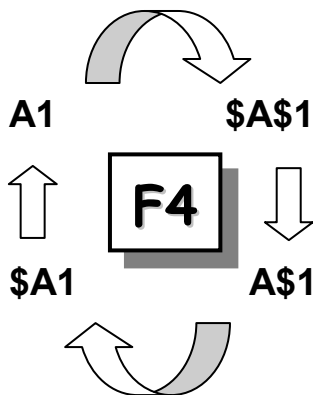
  Что находится в строке формул для ячейки с вычисленным средним значением?

➤ Вычислите среднее значение по  $y$ .

### Относительные и абсолютные ссылки на ячейки рабочего листа

Формируемые в ячейках рабочего листа Excel формулы могут содержать как относительные, так и абсолютные ссылки на другие ячейки. Например, A1 - относительный адрес, \$A\$1 - абсолютный адрес. В

отличие от относительных адресов, абсолютные ссылки на другие ячейки остаются неизменными при копировании формул.



Пока текстовый курсор при вводе или редактировании формулы указывает на адрес какой-либо ячейки, возможен перебор различных вариантов ссылок на эту ячейку последовательными нажатиями клавиши **F4**.

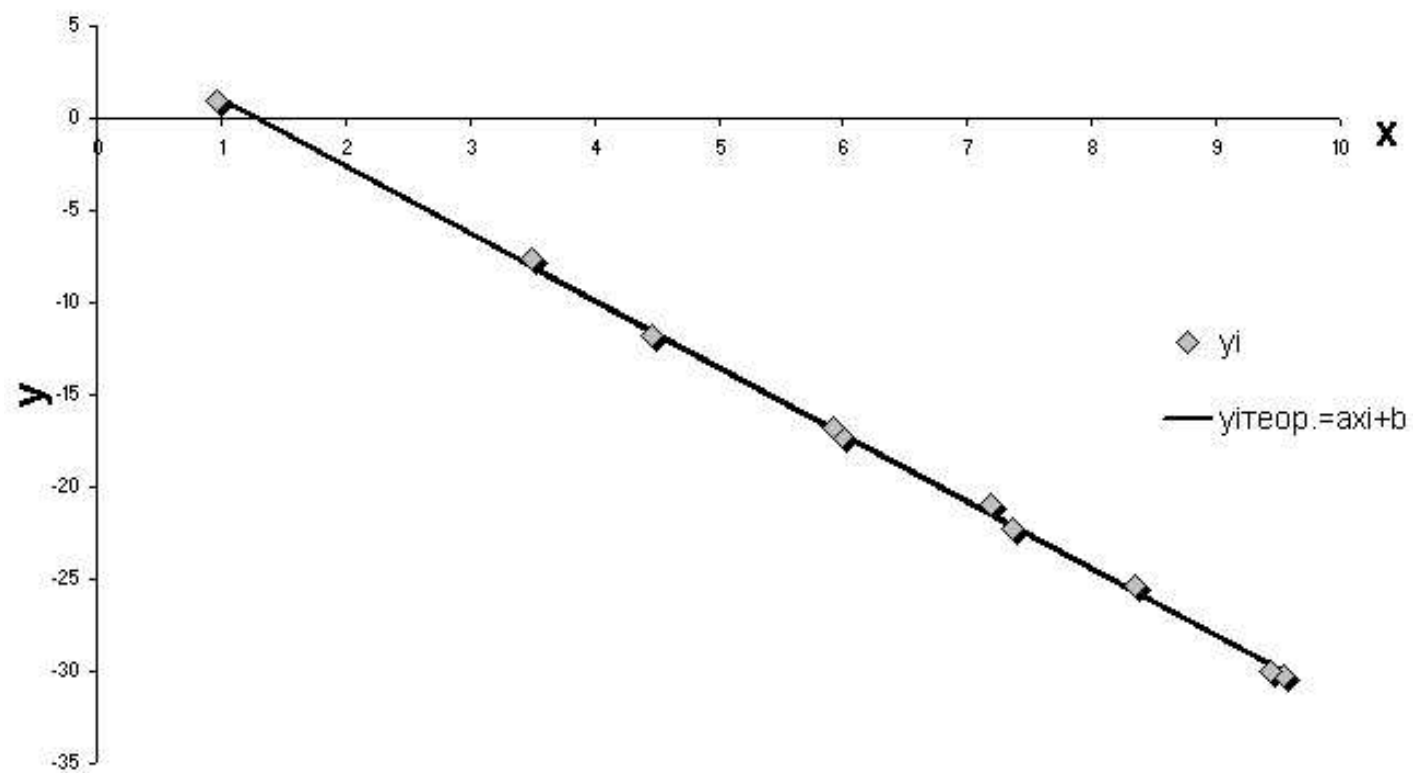
- В третьем столбце своей таблицы в ячейке под заголовком ( $X_i - X_{cp}$ ) подготовьте и зафиксируйте формулу: `=B5-$B$15`.
- Через маркер заполнения распространите формулу для разности значений ( $X_i - X_{cp}$ ) на весь третий столбец своей таблицы.
- В четвертом столбце подсчитайте квадраты полученных значений ( $X_i - X_{cp}$ ).

### Автосуммирование

Функция SUM из категории Math & Trig используется для суммирования указываемых значений. Так как эта функция очень распространена, то для ее ввода предусмотрена специальная кнопка **Σ** AutoSum (Автосуммирование) на панели инструментов Standard. Если выделить пустую ячейку на рабочем листе, например, непосредственно под столбцом числовых значений и щелкнуть **Σ**, то Excel введет формулу: `=SUM( )`, а в качестве аргумента подставит наиболее подходящий интервал ячеек.

- Укажите ячейку под столбцом с вычисленными значениями  $(X_i - X_{cp})^2$  и щелкните кнопку  $\Sigma$ . Подсчитайте сумму по столбцу таблицы.
- Самостоятельно подготовьте соответствующие формулы и заполните по ним столбцы таблицы  $(Y_i - Y_{cp})$  и  $(X_i - X_{cp}) * (Y_i - Y_{cp})$ .
- Подсчитайте сумму значений по столбцу произведений разностей.
- Под расчетной таблицей на рабочем листе предусмотрите ячейки для коэффициентов прямой  $a$  и  $b$ . Найдите значения этих коэффициентов, руководствуясь аналитическими формулами на стр.33.
- Получив значения коэффициентов прямой, подготовьте формулу для последнего столбца таблицы  $y_i^{теор.} = ax_i + b$  и заполните ячейки столбца соответствующими числовыми значениями.
- Заполнив расчетную таблицу, выделите столбцы с экспериментальными точками  $X_i$ ,  $Y_i$  и вычисленными значениями  $y_i^{теор.}$ . Постройте диаграмму на отдельном рабочем листе книги. Экспериментальные значения нанесите в виде отдельных маркеров, а теоретические изобразите сплошной тонкой линией.

## Линейный метод наименьших квадратов






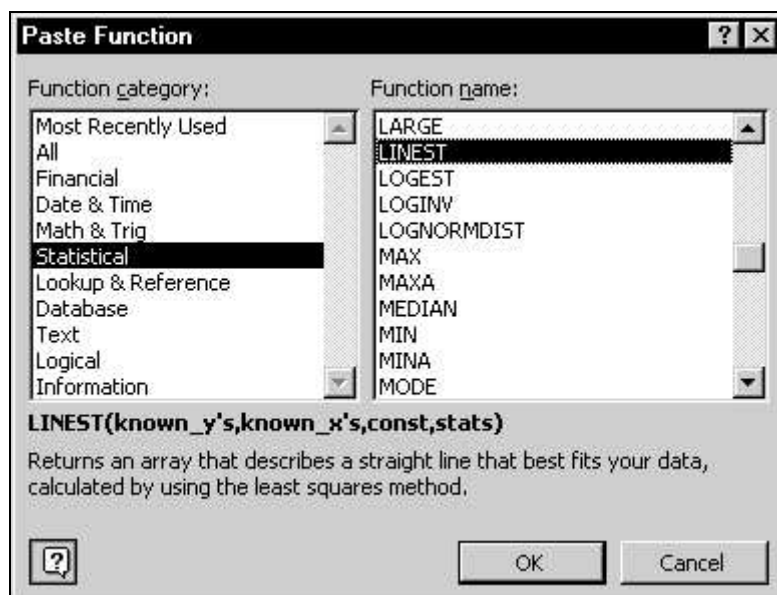
## Использование функции Linest

Правильность произведенных расчетов можно проверить, воспользовавшись функцией Linest из категории Statistical. Эта функция возвращает коэффициенты линейной регрессии и, при необходимости, массив различных статистических характеристик (стандартные ошибки, сумма квадратов регрессии и т.д.)

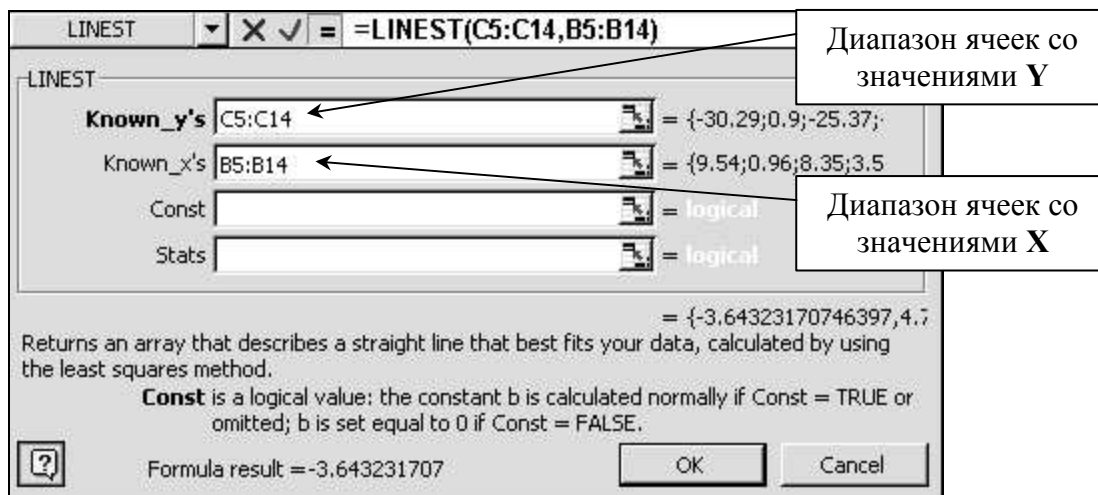
Перед вызовом функции Linest необходимо указать диапазон ячеек, достаточный для размещения возвращаемых функцией значений.

Здесь мы ограничимся лишь простейшим случаем применения в Excel данной функции – подсчетом коэффициентов прямой.

- Выделите две свободные ячейки на рабочем листе, где Вы ожидаете увидеть вычисленные коэффициенты  $a$  и  $b$  соответственно.
- Щелкните кнопку  (Paste Function). В появившемся диалоговом окне из категории Statistical выберите функцию Linest:



- В следующем диалоговом окне следует ввести аргументы.



- Необязательные аргументы с названиями **Const** и **Stats** – логические константы. По умолчанию значение **Const = True** (Истина) – свободный член  $b$  в уравнении прямой не равен нулю, **Stats = False** (Ложь) – возвращаемый массив значений содержит только коэффициенты прямой без дополнительных статистических характеристик.
- Задайте адреса диапазонов ячеек со значениями Y и X соответственно в полях **Known\_y's** и **Known\_x's** и оставьте незаполненными поля **Const** и **Stats**.
- Не спешите щелкать по кнопке  в диалоговом окне или нажимать ! Поскольку результатом вычислений будет не одно, а несколько значений (массив), то ввод формулы необходимо завершить специальной командой:  +  + .

Что произошло на рабочем листе по Вашей команде

+  +  ?

Общие результаты расчетов на рабочем листе должны быть представлены аналогично следующему рисунку.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	<b>Расчет коэффициентов прямой по методу наименьших квадратов</b>							
3								
4		<b><math>X_i</math></b>	<b><math>Y_i</math></b>	<b><math>(X_i - X_{cp})</math></b>	<b><math>(X_i - X_{cp})^2</math></b>	<b><math>(Y_i - Y_{cp})</math></b>	<b><math>(X_i - X_{cp}) * (Y_i - Y_{cp})</math></b>	<b><math>Y_{теор.} = aX_i + b</math></b>
5		9.54	-30.29	3.268	10.679824	-12.153	-39.716004	-30.04308122
6		0.96	0.9	-5.312	28.217344	19.037	-101.124544	1.21584683
7		8.35	-25.37	2.078	4.318084	-7.233	-15.030174	-25.70763549
8		3.5	-7.57	-2.772	7.683984	10.567	-29.291724	-8.037961707
9		9.44	-29.99	3.168	10.036224	-11.853	-37.550304	-29.67875805
10		7.18	-21	0.908	0.824464	-2.863	-2.599604	-21.44505439
11		5.99	-17.22	-0.282	0.079524	0.917	-0.258594	-17.10960866
12		5.92	-16.75	-0.352	0.123904	1.387	-0.488224	-16.85458244
13		7.37	-22.26	1.098	1.205604	-4.123	-4.527054	-22.13726841
14		4.47	-11.82	-1.802	3.247204	6.317	-11.383234	-11.57189646
15		<b>6.272</b>	<b>-18.14</b>		<b>66.4162</b>		<b>-241.96946</b>	
16								
17		<b>Коэффициенты прямой</b>						
18								
19		<b>Расчет</b>			<b>Функция Linest</b>			
20								
21		<b>a</b>	<b>b</b>		<b>a</b>	<b>b</b>		
22		-3.6432	4.7133		-3.64323	4.71335		

## Приложение

### Метод наименьших квадратов

В процессе обработки результатов эксперимента часто встает задача аппроксимации полученных данных линейной зависимостью. При этом обычно известно, что теоретически результаты должны укладываться на прямую линию, однако из-за ошибок эксперимента строго этого не происходит.

В общем случае имеется  $n$  пар чисел  $(x_i, y_i), i = 1 \dots n$ , являющихся результатом эксперимента. Требуется найти коэффициенты  $a$  и  $b$  прямой линии  $y(x) = ax + b$ , которая проходит ближе всего сразу от всех экспериментальных точек.

Прежде всего, следует математически определить критерий, по которому мы можем судить о “качестве” той или иной прямой линии. Для одной точки мерой ее удаленности от прямой может служить абсолютная величина отклонения  $\Delta_i(a, b) = f(x_i) - y_i = ax_i + b - y_i$ , которая зависит от параметров  $a$  и  $b$ . Для характеристики “суммарного” отклонения всех точек от прямой можно использовать сумму квадратов индивидуальных отклонений.

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^n \Delta_i^2 = \sum_{i=1}^n (ax_i + b - y_i)^2$$

Значение этой суммы является функцией параметров  $a$  и  $b$ . Для того чтобы найти значения параметров, обеспечивающие минимальное отклонение экспериментальных точек от прямой, нужно найти минимум функции  $S(a, b)$ .

Пусть нам известно оптимальное значение параметра  $a$ . Тогда  $S$  зависит только от  $b$ , и для того, чтобы найти минимум, надо приравнять нулю производную:

$$S'_b = \sum_{i=1}^n 2 \cdot \Delta_i \cdot (\Delta_i)'_b = \sum_{i=1}^n 2 \cdot (ax_i + b - y_i) \cdot 1 = 2 \cdot \left( a \sum_{i=1}^n x_i + bn - \sum_{i=1}^n y_i \right) = 0$$

Отсюда получаем

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - a \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \bar{y} - a\bar{x}$$

где  $\bar{y}$  и  $\bar{x}$  - средние арифметические от соответствующих величин.

Подставим получившееся выражение для  $b$  в исходное выражение для  $S(a,b)$  и получим “качество” как функцию только от  $a$ :

$$S(a) = \sum_{i=1}^n \left[ a(x_i - \bar{x}) - (y_i - \bar{y}) \right]^2$$

Приравняв нулю производную от этой функции, получим выражение для оптимального значения  $a$ :

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n [(y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})]}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$