

# Электронные таблицы

§ 26. Введение

§ 27. Редактирование и форматирование  
таблицы

§ 28. Стандартные функции

§ 29. Сортировка данных

§ 30. Относительные и абсолютные ссылки

§ 31. Диаграммы

§ 32. Условные вычисления

§ 33. Обработка больших массивов данных

§ 34. Численные методы

§ 35. Оптимизация

# Электронные таблицы

## § 26. Введение

# Что такое электронная таблица?

**Электронная таблица (табличный процессор)** — это программа, которая хранит данные в виде таблиц и автоматически пересчитывает результаты по введённым формулам при изменении этих данных.



*Microsoft Excel*



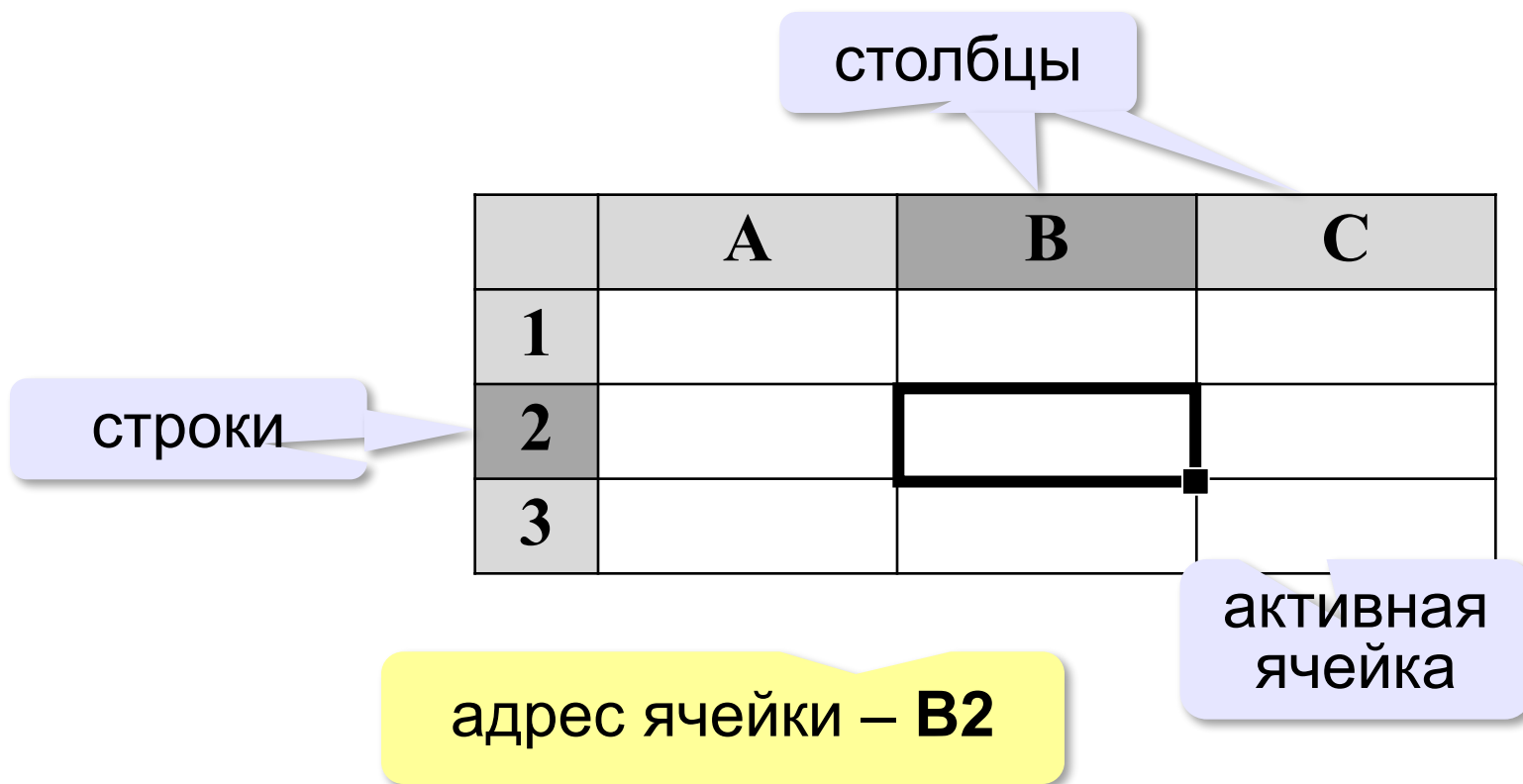
*OpenOffice Calc*



*Google Таблицы*  
(онлайн-офис)

**бесплатно!**

# Из чего состоит таблица?



# Данные в таблице

	А	В	С
1	Типы данных	Текст	
2	123,45	Число	
3	1,2345E+02		
4	123,45 р.	Денежная сумма	
5	12.09.2017	Дата	
6	12:18:58	Время	
7			

научный  
формат

1,2345  
· 10<sup>2</sup>

**F2** – редактирование активной ячейки без удаления данных

# Строка редактирования

адрес активной  
ячейки

строка  
редактирования

B1		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> $f_x$	1968
	A	B		C
1		1968		
2				

# Формулы



Любая формула начинается знаком «=»!

	А	В
1	15	
2	12	
3	=A1+A2	
4		



	А	В
1	15	
2	12	
3	27	
4		

ССЫЛКИ

**Ссылка** — это адрес ячейки в записи формулы.

# Формулы

Знаки математических действий:

\* – умножение

/ – деление

^ – степень

	A	B
1	2	=A1*A2
2	10	=A1/A2
3		=A2^3
4		=A1^A2



	A	B
1	2	20
2	10	0,2
3		1000
4		1024

$$C1 = \frac{A1 + A2}{B1 + B2}$$

C1 :

~~$$=A1+A2/B1+B2$$~~



Что плохо?

$$= (A1+A2) / (B1+B2)$$



Внимание! Скобки!



## Пример решения задачи

**Задача.** Автомобиль проехал 120 км за 2 часа. Найти среднюю скорость автомобиля.

	<b>A</b>
<b>1</b>	120
<b>2</b>	2
<b>3</b>	=A1/A2



	<b>A</b>	<b>B</b>
<b>1</b>	Расстояние	120
<b>2</b>	Время	2
<b>3</b>	Скорость	=B1/B2



Что плохо?

# Диапазоны

**Диапазон** — прямоугольная часть таблицы.

	A	B	C
1	120		
2	2		
3	=A1/A2		
4			



	A	B	C
1		120	
2		2	
3		=B1/B2	
4			

выделить  
диапазон  
мышкой!

перетащить  
за рамку

ссылка сама  
поменялась!

## Ещё пример

*Задача.* Автомобиль сначала проехал 200 км за 2 часа, а потом ещё 150 км за 3 часа. Найти среднюю скорость автомобиля.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>1</b>	Расстояние	120	170
<b>2</b>	Время	2	3
<b>3</b>	Скорость		$= (B1+C1) / (B2+C2)$



Какую формулу записать в C3?

# Электронные таблицы

## **§ 27. Редактирование и форматирование таблицы**

# Редактирование и форматирование

---

**Редактирование** — изменение данных и структуры таблицы.

**Форматирование** — изменение внешнего вида ячеек.

# Выделение ячеек

**Ячейка:** щелчок ЛКМ

**Диапазон:**

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

**Строки:**

вся  
таблица

**Столбцы:**

	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

# Что можно делать с ячейками?

**Ctrl+C**: Копировать

**Ctrl+X**: Вырезать

**Ctrl+V**: Вставить

**Delete**: Очистить

**ПКМ** – Удалить ячейки

**ПКМ** – Вставить ячейки

## Перенос со вставкой:

	А	В	С
1		Цена 1 шт.	Количество
2	Утка	2 000р.	10
3	Гусь	1 200р.	12
4	Телёнок	9 000р.	2

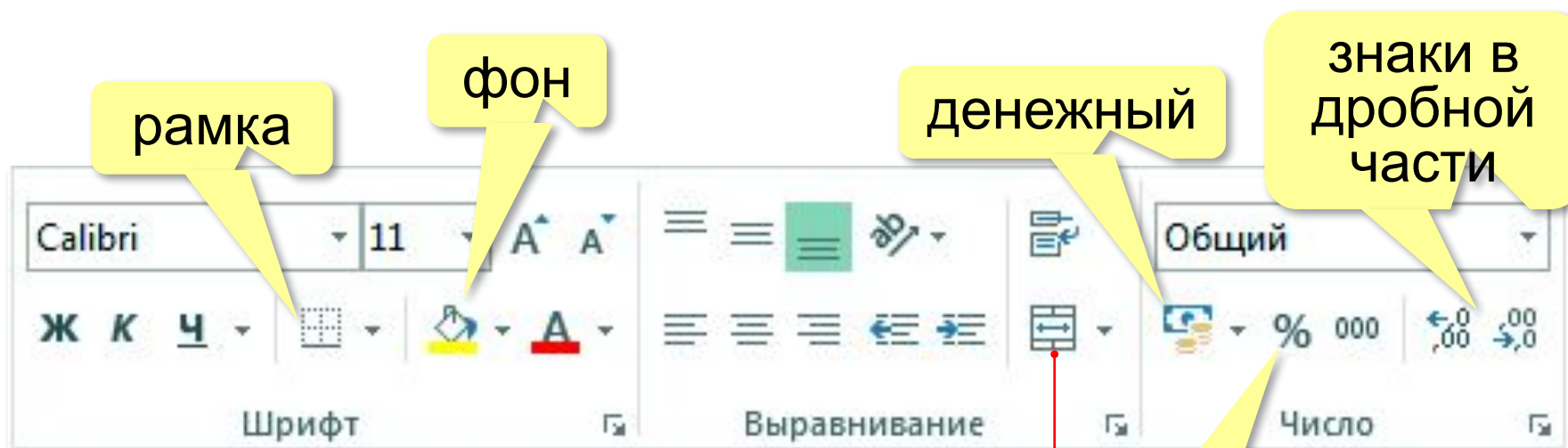
	А	В	С
1		Количество	Цена 1 шт
2	Утка	10	2 000р.
3	Гусь	12	1 200р.
4	Телёнок	2	9 000р.

перетащить за  
рамку + **Shift**

# Форматирование

*OpenOffice Calc*: панель *Свойства*

*Microsoft Excel*: панель *Главная*



объединение ячеек



проценты

	A	B	C	D	E	F
1	Весна			Лето		
2	март	апрель	май	июнь	июль	август
3	31	30	31	30	31	31



# Электронные таблицы

## § 28. Стандартные функции

# Сумма

**= A1 + A2 + A3 + A4 + A5**

**?** А если 1000 ячеек?

**=SUM (A1 : A5)**

**=СУММ (A1 : A5)**

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				

**=SUM (B2 : C5)**

**=СУММ (B2 : C5)**

# Сумма

	A	B	C	D
1	Бригада 1		Бригада 1	
2	Иванов	25 000р.	Сидоров	30 000р.
3	Петров	17 000р.	Макеев	35 000р.
4			Пименов	15 000р.
5	Всего	122 000 р.		



Как найти сумму расходов?

`=SUM (B2 : B3) +SUM (D2 : D4)`



`=SUM (B2 : B3 ; D2 : D4)`

`=СУММ (B2 : B3 ; D2 : D4)`

диапазоны  
МОЖНО  
ВЫДЕЛЯТЬ  
МЫШЬЮ

# Сумма

Пример:

	<b>A</b>	<b>B</b>
<b>1</b>	7	5
<b>2</b>	=SUM(A1:B1)	=SUM(A1:A2)
<b>3</b>		=SUM(A1:B2)



	<b>A</b>	<b>B</b>
<b>1</b>	7	5
<b>2</b>		
<b>3</b>		



Что получится?

# Минимум, максимум, среднее

**MIN (МИН)** – минимальное значение

**MAX (МАКС)** – максимальное значение

**AVERAGE (СРЗНАЧ)** – среднее значение

	А	В	
1	1		
2	ФЫВА	3	
3	=MIN(A1:B2)	=MAX(A1:B2)	=AVERAGE(A1:B2)
	1	3	2



Пустые и нечисловые ячейки не учитываются!

# Сумма произведений

	А	В	С
1	Товар	Цена	Количество
2	Молоко	50 р.	3
3	Сметана	25 р.	1
4	Пряник	15 р.	4
5			
6	Сумма	235 р.	=B2*C2+B3*C3+B4*C4

**?** Как найти сумму расходов?

**?** А если 1000?

=SUMPRODUCT (B2 : B4 ; C2 : C4)

=СУММПРОИЗВ (B2 : B4 ; C2 : C4)

# Электронные таблицы

## § 29. Сортировка данных

# Простая сортировка

OpenOffice Calc:



Microsoft Excel:



Сортировка по первому столбцу выделенного диапазона!



Почему нельзя сортировать только один столбец?

	А	В
1	Сотрудник	Зарплата
2	Иванов	12 000 р.
3	Петров	15 000 р.
4	Акимов	17 000 р.
5	Дубов	11 000 р.



# Сортировка по любому столбцу

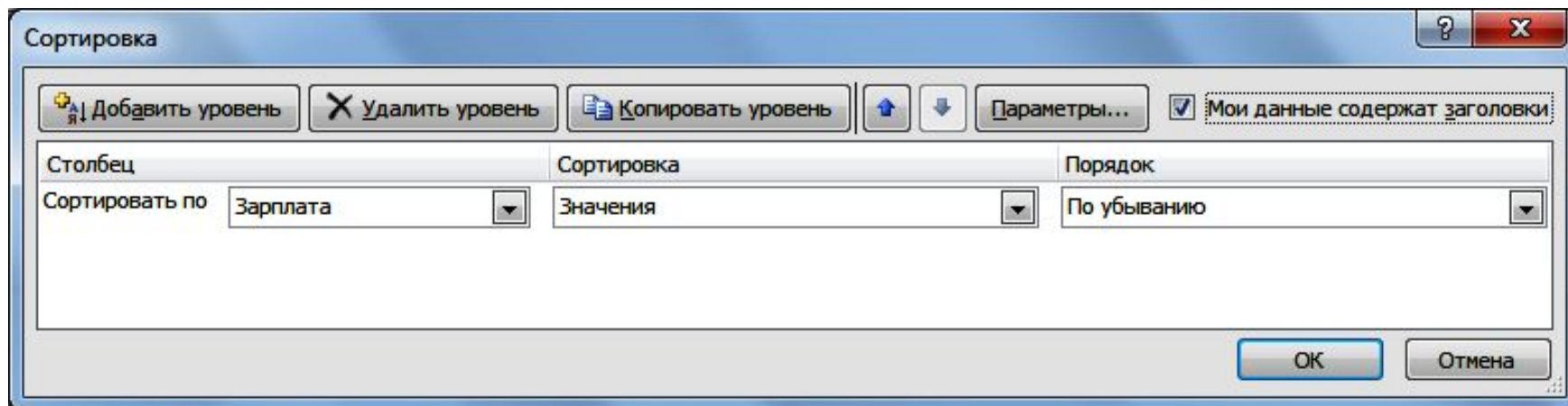
	А	В
1	Сотрудник	Зарплата
2	АКИМОВ	17 000 р.
3	Петров	15 000 р.
4	Иванов	12 000 р.
5	Дубов	11 000 р.



Подходит ли простая сортировка?

*OpenOffice Calc: Данные – Сортировать*

*Microsoft Excel: Данные – Сортировка*



# Многоуровневая сортировка

	А	В	С
1	Группа	Альбом	Год
2	Город 312	Новая музыка	2010
3	Город 312	Обернись	2007
4	Город 312	Вне зоны доступа	2006
5	Любэ	Свои	2009
6	Любэ	Давай за...	2002
7	Лю		1996

Для одной группы – по убыванию года



Сначала – по группе (по алфавиту)

Сортировка

Мои данные содержат заголовки

Столбец	Сортировка	Порядок
Сортировать по	Группа	От А до Я
Затем по	Год	По убыванию

# Электронные таблицы

## **§ 30. Относительные и абсолютные ссылки**

# Что происходит при копировании?

	A	B	C	D
1	1	3	=A1+B1 →	
2	2	4		

Скопируем формулу из C1 в другие ячейки

Адрес ячейки в **относительной ссылке** при копировании изменяется так же, как изменяется адрес ячейки, в которой записана формула.

D8 : **=C13+F4** при копировании в

D12 : **=C17+F8**

D5 : **=C10+F1**

F8 : **=E13+H4**

B8 : **=A13+D4**

E10 : **=D15+G6**

C6 : **=B11+E2**

# Заполнение больших таблиц

	А	В	С	Д
1	Месяц	Доходы	Расходы	Прибыль
2	январь	530 000 р.	120 000 р.	=B2-C2
3	февраль	532 200 р.	125 800 р.	
4	март	635 000 р.	224	

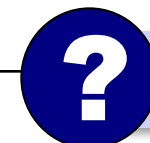
маркер  
заполнения

Скопировать формулу на весь столбец:

- протащить вниз маркер заполнения
- или 2×ЛКМ по нему.

# Абсолютные ссылки

	А	В	С
1	Размер налога	13%	
2			
3	Сотрудник	Зарплата	К выдаче
4	Иванов И.И.	23 000 р.	<del>=В4 * (1 - 1)</del>
5	Петров П.П.	18 000 р.	=В4 * (1 - \$В\$1)
6	Сидоров С.С.	32 000 р.	



Что плохо?



Знак \$ защищает от изменений при копировании номер строки или имя столбца справа от него!

**Абсолютные ссылки** при копировании не изменяются.

**\$В\$1** – обе части адреса защищены от изменений!

# Смешанные ссылки

Таблица умножения:

	А	В	С	Д	Е	Ф
1		1	2	3	4	5
2	1	1	2	3	4	5
3	2	2	4	6	8	10
4	3	3	6	9	12	15
5	4	4	8	12	16	20
6	5	5	10	15	20	25

числа

числа

формулы



Как ввести одну формулу и скопировать её во все ячейки?

# Смешанные ссылки

	A	B	C	D	E	F
1		1	2	3	4	5
2	1	=A2*B1				
3	2	= <b>\$A2*B\$1</b>				
4	3					
5	4					
6	5					=A6*F1

нужно защитить от изменений

**В смешанной ссылке** одна часть (номер строки или имя столбца) защищена от изменений, а другая – нет.

- ввести **= $\$A2*B\$1$**  в ячейку B2
- растянуть формулу на диапазон B2 : F2
- растянуть диапазон B2 : F2 на весь диапазон B2 : F6



# Смешанные ссылки

---

D8 : **=C\$13+\$F4** при копировании в

D12 : **=C\$13+\$F8**      D5 : **=C\$13+\$F1**

F8 : **=E\$13+\$F4**      B8 : **=A\$13+\$F4**

E10 : **=D\$13+\$F6**      C6 : **=B\$16+\$F2**

Быстрое изменение ссылок:

*OpenOffice Calc*: **Shift+F4**

*Microsoft Excel*: **F4**

**B1 → \$B\$1 → B\$1 → \$B1**

# Электронные таблицы

## § 31. Диаграммы

# Что такое диаграмма?

**Диаграмма** – это графическое изображение данных.

Основные типы диаграмм:  
**столбчатая (гистограмма)**



**график**



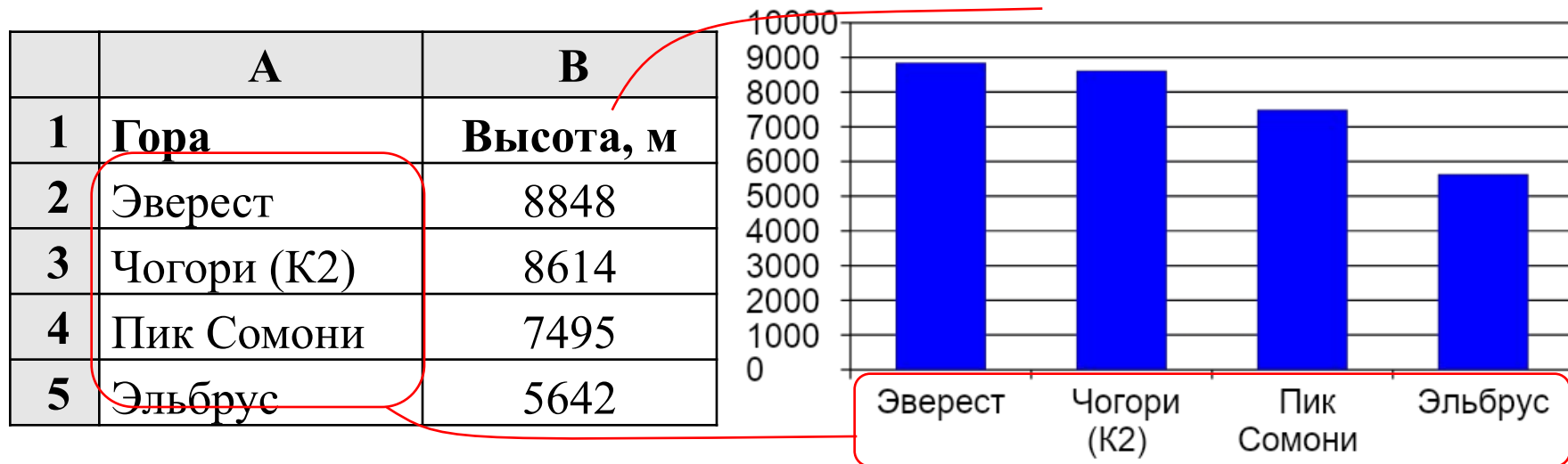
**линейчатая**




**круговая**



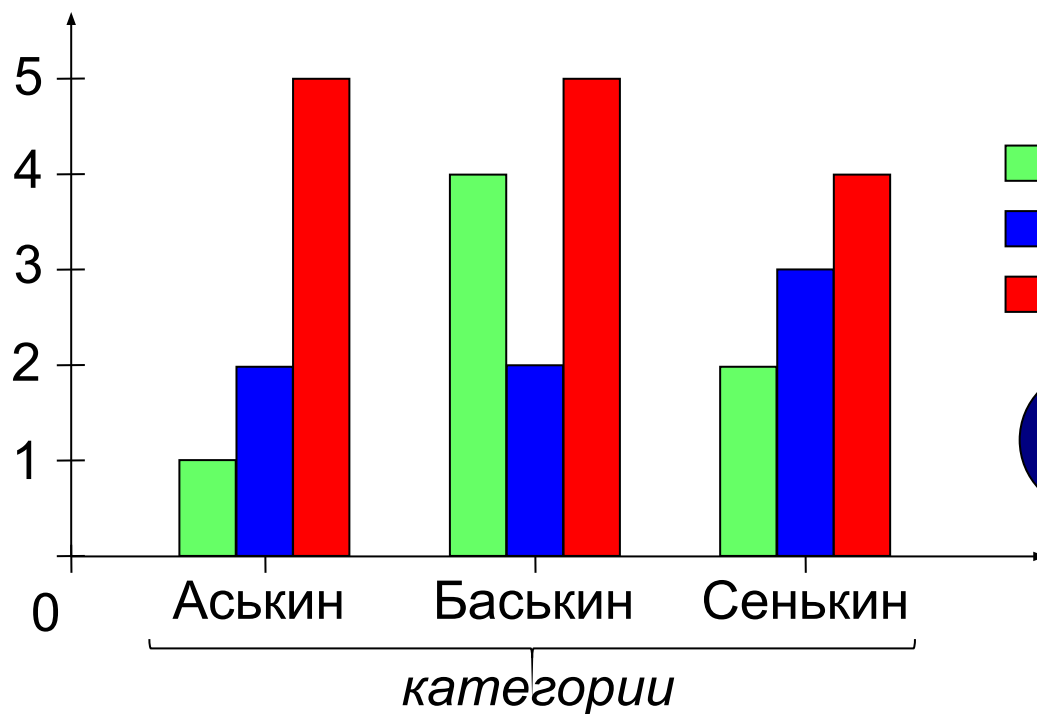
# Столбчатая диаграмма



- 1) выделить данные (с заголовками)
- 2) *OpenOffice Calc: Вставка – Диаграмма*   
*Microsoft Excel: Вставка – Гистограмма*

# Столбчатая диаграмма

	A	B	C	D
1		овцы	кролики	куры
2	Аськин	1	2	5
3	Баськин	4	2	5
4	Сенькин	2	3	4



легенда

- овцы
- кролики
- куры

ряды



Какие данные  
проще  
считывать?

# Круговая диаграмма

показывает доли частей в целом

	А	В
1		<b>Сумма</b>
2	<b>Питание</b>	12 800р.
3	<b>Квартплата</b>	4 200р.
4	<b>Одежда</b>	8 800р.
5	<b>Проезд</b>	5 100р.
6	<b>Другое</b>	3 600р.



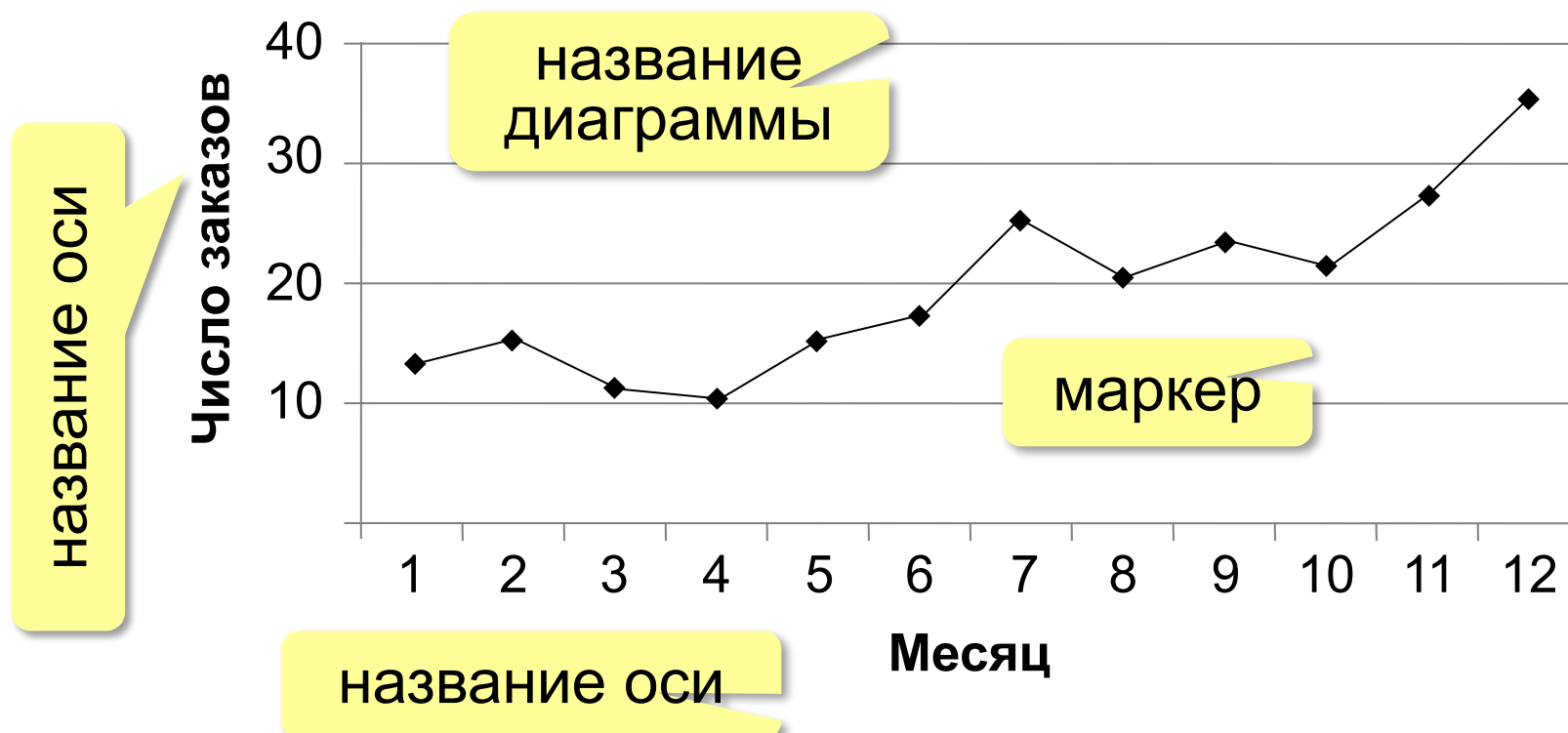
ПОДПИСИ  
ДАННЫХ

# График

показывает изменение во времени (много данных)

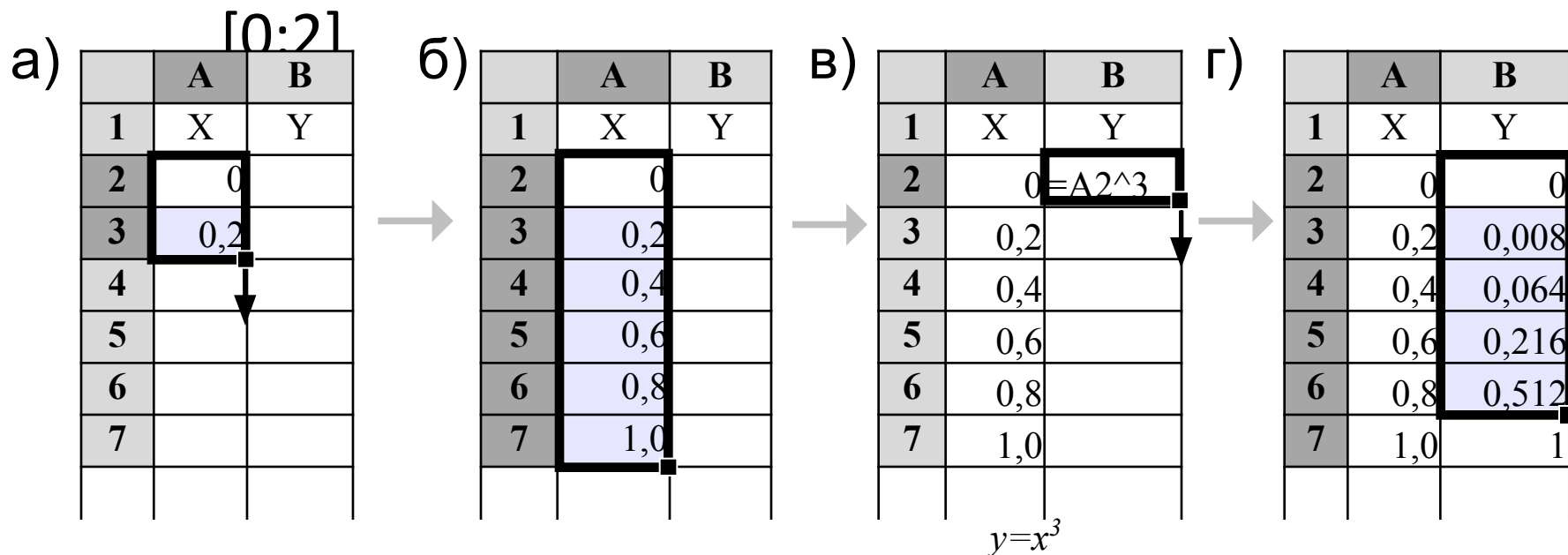
	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	Ј	К	Л	М
1	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Заказов	13	15	11	10	15	17	25	20	23	21	27	35

Рост числа заказов за первый год работы сайта



# Графики функций

$y = x^3$  на отрезке

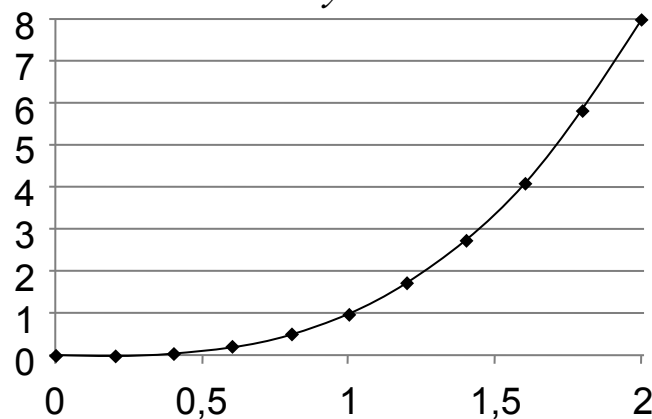


OpenOffice Calc:

Диаграмма XY

Microsoft Excel:

Точечная диаграмма





# Электронные таблицы

## **§ 32. Условные вычисления**

# Что такое условные вычисления?

Доставка = 20% от стоимости заказа, если > 500р. –  
бесплатно.

	A	B	C
1	Заказ	Сумма	Доставка
2	1234	256 р.	51 р.
3	1345	128 р.	26 р.
4	1456	1024 р.	0 р.
5	1565	512 р.	0 р.

```
if B2>500 then  
    C2:=0  
else  
    C2:=B2*0.2;
```

условие

если «да»

если «нет»

```
=IF (B2>500 ; 0 ; B2*0,2)
```

```
=ЕСЛИ (B2>500 ; 0 ; B2*0,2)
```

# Символьные данные

Скидка 20% на все товары фирмы «Салют».

	A	B	C	D
1	<i>Код товара</i>	<i>Фирма</i>	<i>Цена</i>	<i>Скидка</i>
2	1234	Салют	3999 р.	800 р.
3	1345	Звезда	2799 р.	
4	1456	Гамбит	6290 р.	
5	1565	Салют	3750 р.	750 р.
6	1576	Гамбит	1234 р.	

`=IF (B2="Салют" ; B2*20% ; "" )`

`=ЕСЛИ (B2="Салют" ; B2*20% ; "" )`

`B2*0,2`

## Пример

Работник получает премию, составляющую 10% от его зарплаты, только тогда, когда на него не было жалоб.

	A	B	C	D
1	Фамилия	Зарплата	Жалобы	Премия
2	Иванов	12 000 р.	0	1 200 р.
3	Петров	14 000 р.	2	0 р.



`=IF (C2=0 ; B2*10% ; 0)`

`=ЕСЛИ (C2=0 ; B2*10% ; 0)`

# Вложенные вызовы ЕСЛИ

Доставка = если  $> 500$ р. – бесплатно; если более 200р. (но  $\leq 500$ р.), то 10% от стоимости заказа, если  $\leq 200$ р., то 20% от стоимости заказа.

	A	B	C
1	Заказ	Сумма	Доставка
2	1234	256 р.	26 р.
3	1345	128 р.	26 р.
4	1456	1024 р.	0 р.

```

if B2>500 then
    C2:=0
else
    if B2>200 then
        C2:=B2*0.1
    else C2:=B2*0.2;
  
```

 Сколько вариантов?

=IF (B2>500 ; 0 ; IF (B2>200 ; B2\*10% ; B2\*20% ) )

=ЕСЛИ (B2>500 ; 0 ; ЕСЛИ (B2>200 ; B2\*10% ; B2\*20% ) )

## Сложные условия – «И»

Доставка бесплатна, если номер заказа < 1500 и сумма > 500р., иначе 20% от стоимости заказа.

	A	B	C
1	Заказ	Сумма	Доставка
2	1234	256 р.	52 р.
3	2345	1580 р.	316 р.
4	1456	1024 р.	0 р.

условие 1

условие 2

```
if (A2<1500) and  
    (B2>500) then  
    C2:=0  
else  
    C2:=B2*0.2;
```

```
=IF (AND (A2<1500 ; B2>500) ; 0 ; B2*20%)
```

```
=ЕСЛИ (И (A2<1500 ; B2>500) ; 0 ; B2*20%)
```

## Сложные условия – «ИЛИ»

Разрешается ехать со скоростью от 40 км/ч до 110 км/ч.  
При другой скорости – штраф 500р.

	А	В	С
1	Номер	Скорость	Штраф
2	A134AA	150	500 р.
3	B235BB	80	
4	A157AB	90	
5	A198CX	30	500 р.
6	K754MM	180	500 р.

условие 1

условие 2

=IF ( OR (B2<40 ; B2>110) ; 500 ; "" )

=ЕСЛИ ( ИЛИ (B2<40 ; B2>110) ; 500 ; "" )

## Больше двух условий

Проход на III тур: набрать по сумме двух первых туров не менее 180 баллов или получить 100 баллов хотя бы в одном туре.

	A	B	C	D
1	Участник	I тур	II тур	III тур
2	Иванов И.И.	100	70	+
3	Петров П.П.	80	75	
4	Сидоров С.С.	65	100	+
5	Куницын К.К.	95	90	+
6	Васильев В.В.	80	90	



```
=IF (OR (B2+C2>=180 ; B2=100 ; C2=100) ; "+" ; "")
```

```
=ЕСЛИ (OR (B2+C2>=180 ; B2=100 ; C2=100) ; "+" ; "")
```



# Электронные таблицы

## **§ 33. Обработка больших массивов данных**

# Выделение больших диапазонов

Протаскивание мыши

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

**+ЛКМ**

**- ЛКМ**

Два щелчка в противоположных углах:

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

**ЛКМ**

**Shift+ЛКМ**

# Выделение больших диапазонов

До первой пустой ячейки в нужном направлении:

	A	B	C	D
1				
2		1	2	
3		11	22	
4		111	222	
5				

Ctrl+ Shift+↓

В поле *Имя* над таблицей:

ввести адрес  
диапазона

	A	B	C	D
1				
2				

А5:В1000

# Вспомогательные столбцы

Не используя сортировку, найти количество спортсменов 2004 года рождения.

	А	В	С	Д
1	Участник	Год рождения	Вес, кг	
2	Иванов И.И.	2004	56	1
3	Петров П.П.	2003	62	0
4	Сидоров С.	2004	58	1
			...	



`=IF (B2=2004 ; 1 ; 0)`

`=ЕСЛИ (B2=2004 ; 1 ; 0)`



Ответ?

`=SUM (D2 : D1001)`

`=СУММА (D2 : D1001)`

# Вспомогательные столбцы

Не используя сортировку, найти средний вес спортсменов 2004 года рождения.

	А	В	С	Д
1	Участник	Год рождения	Вес, кг	
2	Иванов И.И.	2004	56	56
3	Петров П.П.	2003	62	
	Сидоров С.	2004	58	58

`=IF (B2=2004 ; C2 ; "" )`

`=ЕСЛИ (B2=2004 ; C2 ; "" )`



Почему не 0?



Ответ?



`=AVERAGE (D2:D1001)`

`=СРЗНАЧ (D2:D1001)`

# Функции COUNT и COUNTIF

---

Количество числовых ячеек в диапазоне:

```
=COUNT (D2 : D1001)
```

```
=СЧЁТ (D2 : D1001)
```

Количество ячеек с заданным значением:

```
=COUNTIF (D2 : D1001 ; 2004)
```

```
=СЧЁТЕСЛИ (D2 : D1001 ; 2004)
```

или так

```
=COUNTIF (D2 : D1001 ; "=2004")
```

```
=СЧЁТЕСЛИ (D2 : D1001 ; "=2004")
```

текстовое значение:

```
=COUNTIF (D2 : D1001 ; "яблоко")
```

```
=СЧЁТЕСЛИ (D2 : D1001 ; "яблоко")
```

# Функции COUNTIF и COUNTIFS

---

Количество ячеек, удовлетворяющих условию:

```
=COUNTIF (D2:D1001 ; ">2004" )
```

```
=СЧЁТЕСЛИ (D2:D1001 ; ">2004" )
```



Нельзя использовать сложное условие!

```
=COUNTIFS (D2:D101 ; ">2004" ;  
             E2:E101 ; "<59" )
```

```
=СЧЁТЕСЛИМН (D2:D101 ; ">2004" ;  
             E2:E101 ; "<59" )
```

## Пример

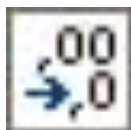
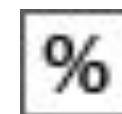
Определить, какую долю (в процентах) от общего количества составляют спортсмены 2004 года рождения:

```
=COUNTIF (D2:D1001 ; 2004) / COUNT (D2:D1001)
```

```
=СЧЁТЕСЛИ (D2:D1001 ; 2004) / СЧЁТ (D2:D1001)
```



И установить процентный формат!



настройка количества знаков



# Функция SUMIF

Найти общий вес спортсменов 2004 года рождения:

	А	В	С
1	Участник	Год рождения	Вес, кг
2	Иванов И.И.	2004	56
3	Петров П.П.	2003	62
	Сидоров С.	2004	58

диапазон проверки условия

условие

диапазон суммирования

```
=SUMIF (B2 : B1001 ; 2004 ; C2 : C1001)
```

```
=СУМЕСЛИ (B2 : B1001 ; 2004 ; C2 : C1001)
```

# Функция AVERAGEIF

Найти средний вес спортсменов 2004 года рождения:

	А	В	С
1	Участник	Год рождения	Вес, кг
2	Иванов И.И.	2004	56
3	Петров П.П.	2003	62
4	Сидоров С.	2004	58

диапазон проверки условия

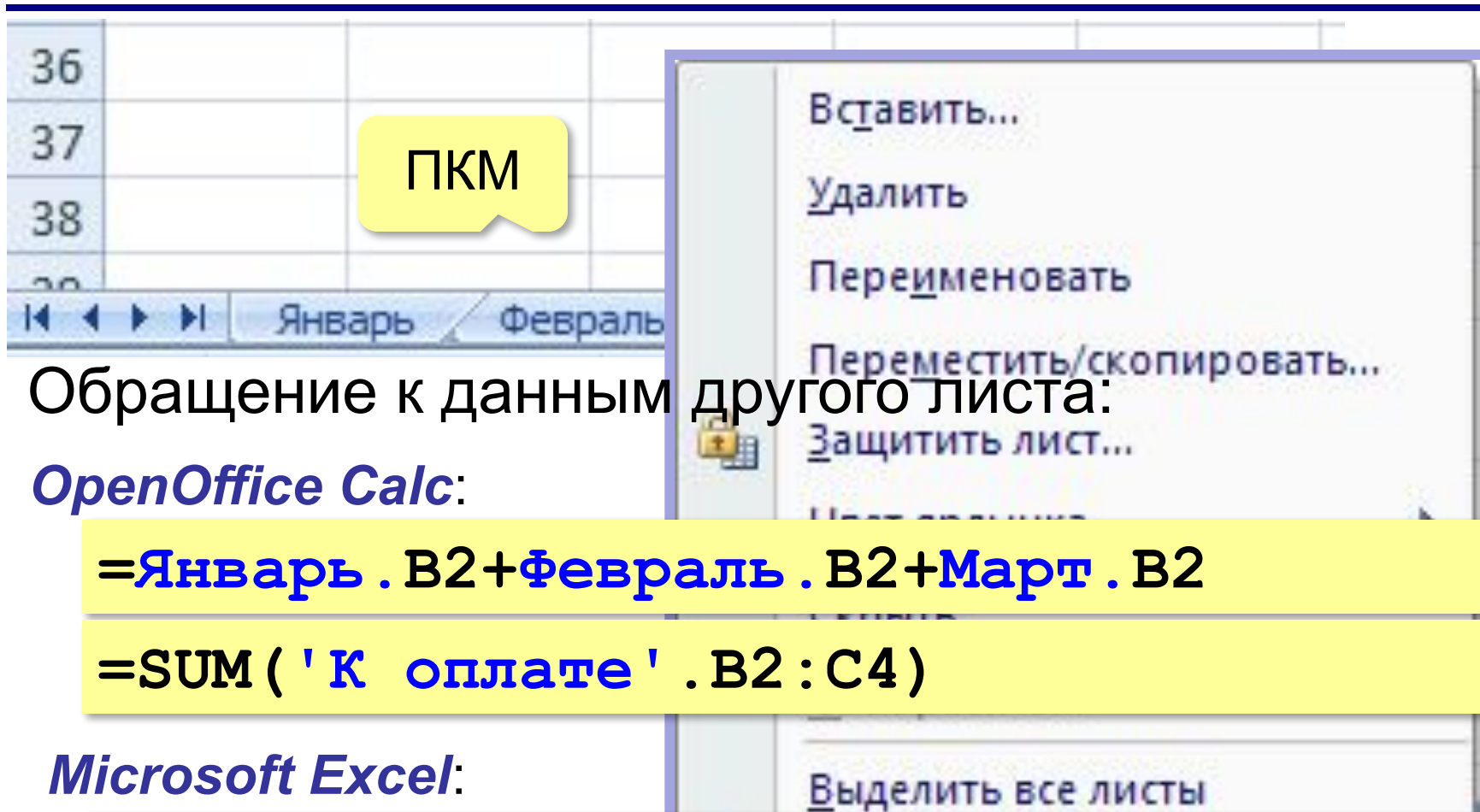
условие

диапазон для вычисления среднего

```
=AVERAGEIF (B2 : B1001 ; 2004 ; C2 : C1001 )
```

```
=СРЗНАЧЕСЛИ (B2 : B1001 ; 2004 ; C2 : C1001 )
```

# Работа с листами



ПКМ

Вставить...

Удалить

Переименовать

Переместить/скопировать...

Защитить лист...

Выделить все листы

Обращение к данным другого листа:

*OpenOffice Calc:*

**=Январь . B2+Февраль . B2+Март . B2**

**=SUM ( ' К оплате ' . B2 : C4 )**

*Microsoft Excel:*

**=Январь ! B2+Февраль ! B2+Март ! B2**

**=СУММ ( ' К оплате ' ! B2 : C4 )**

# Электронные таблицы

## § 34. Численные методы

# Методы решения уравнений

---

**Точные (аналитические) методы:**

$$ax + b = 1, \quad a \neq 0 \quad \Rightarrow \quad x = \frac{1-b}{a}$$



Можем понять зависимость  $x$  от  $a$  и  $b$ !

$$a \cdot x = b \cdot \cos x$$



Как решать?

**Численное решение** – это решение задачи для конкретных исходных данных.

$$a = 1, b = 1, \quad \Rightarrow \quad x = \cos x$$

**Численный метод** – это метод, который применяется для поиска численного решения.

# Численные методы

---



Численные методы часто дают неточное (приближенное решение)!

**Приближённый метод** – это метод, который позволяет найти решение задачи с некоторой (допустимой) ошибкой (погрешностью).

**Погрешность** — отклонение значения величины, полученного в результате измерений или вычислений, от её истинного (действительного) значения.

$$x \neq 0,517$$

$$x \approx 0,517$$

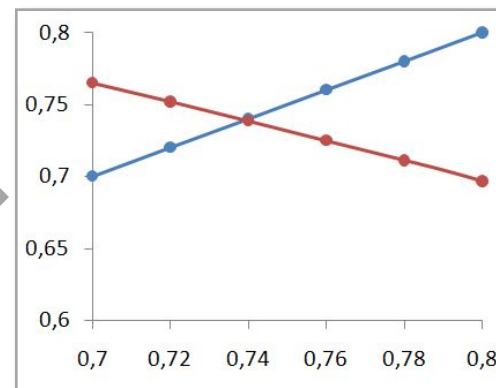
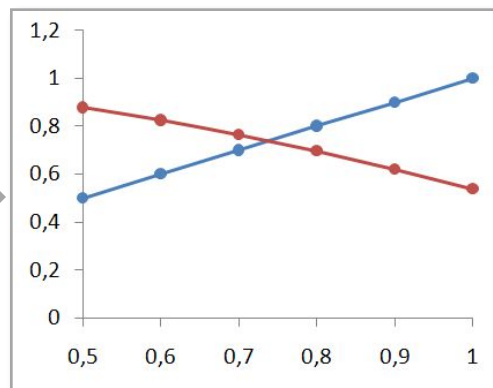
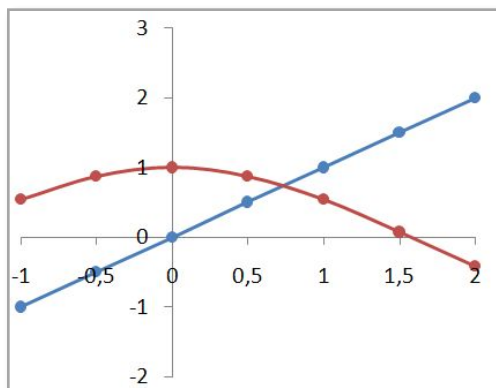
# Пример

$$x = \cos x$$



Как решать?

## Графический метод:



Можно поручить такой поиск компьютеру!

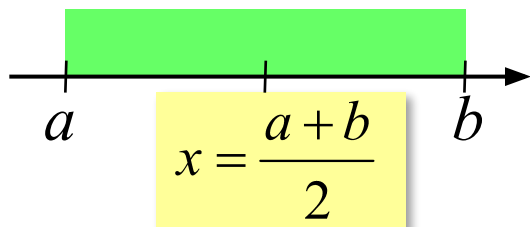


Можно ли получить точное решение?

# Как работают численные методы?

## Сжатие отрезка:

- 1) выбрать начальный отрезок  $[a_0, b_0]$  (одно решение!)
- 2) уточнить решение с помощью некоторого алгоритма:  $\Rightarrow [a, b]$
- 3) повторять шаг 2, пока длина отрезка  $[a, b]$  не станет достаточно мала



Что лучше выбрать в качестве решения?



Как оценить ошибку?

$$|x - x^*| \leq \frac{b - a}{2}$$

Завершение работы:

$$b - a \leq 2\varepsilon$$

допустимая  
ошибка



# Как работают численные методы?

**По одной точке:**

- 1) выбрать начальное приближение  $x_0$

**Начальное приближение** – это начальное значение неизвестной величины, которое уточняется с помощью приближённого метода.

- 2) уточнить решение с помощью некоторого алгоритма:

$$\Rightarrow x_1 \Rightarrow x_2 \Rightarrow x_3 \Rightarrow \dots$$

- 3) повторять шаг 2, пока два последовательных приближения не будут достаточно мало

**Завершение работы:**  $|x_i - x_{i-1}| \leq \varepsilon$

## Численные методы: «за» и «против»

---



- дают практическое решение задачи



- неточное решение  $x \approx 0,517$
- неясно, как зависит от исходных данных (параметров)
- объём вычислений может быть велик
- не всегда легко оценить ошибку

# Пример решения уравнения

Найти все решения на интервале  $[-2; 2]$ :  $x^2 = \cos x$

$$f_1(x) = x^2 \quad f_2(x) = \cos x$$



Сколько решений?

→ строим графики

## Заполнение таблицы

	A	B	C
1	x	$f_1(x)$	$f_2(x)$
2	-2		
3	-1,75		
4			
5			
6			
7			
8			



	A	B	C
1	x	$f_1(x)$	$f_2(x)$
2	-2	=A2^2	=COS(A2)
3	-1,75		
4	-1,5		
5	-1,25		
6	-1		
7	-0,75		
8	-0,5		

# Пример решения уравнения

## Построение графиков

**OpenOffice Calc:**

*Диаграмма X-Y*

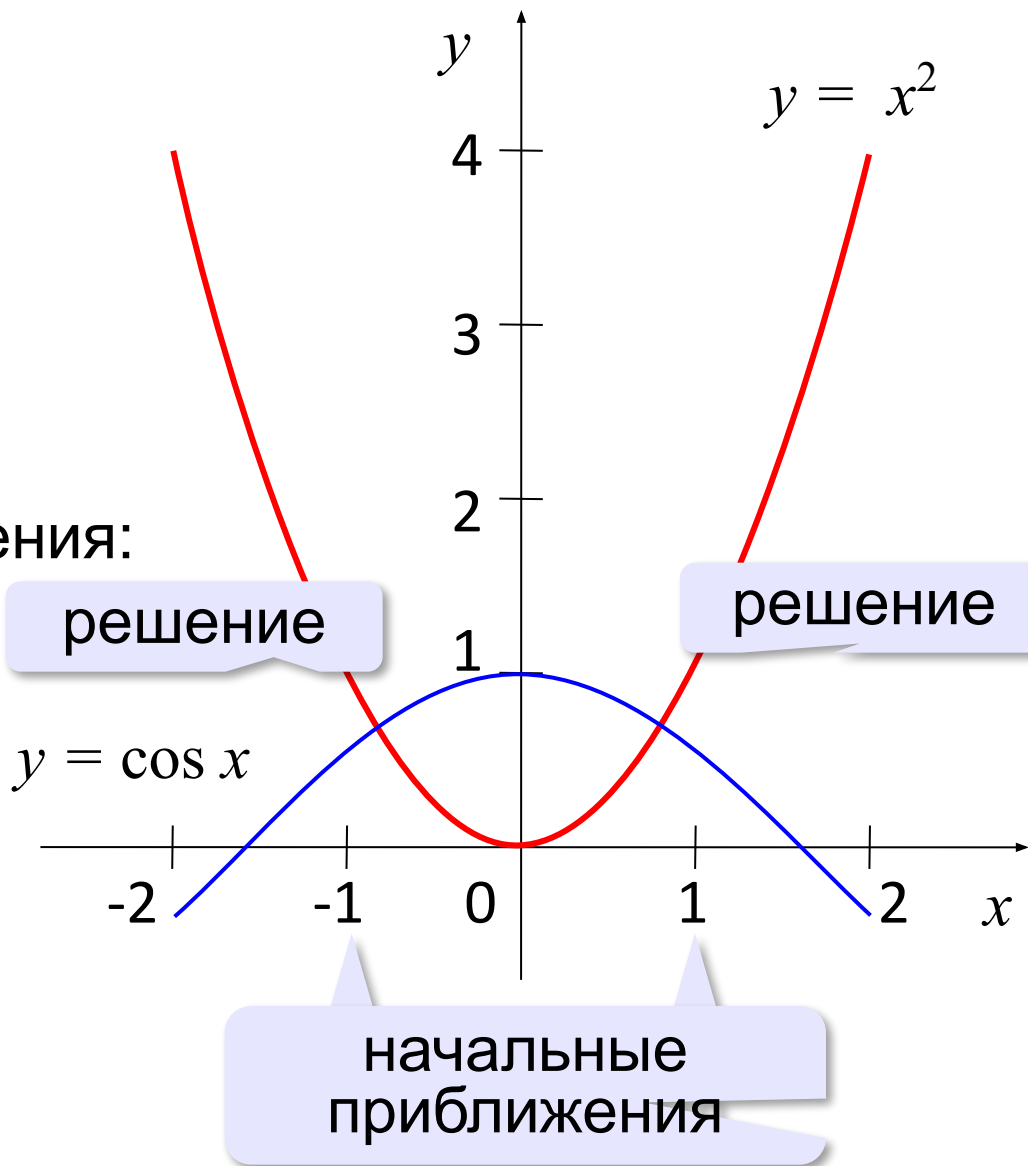
**Microsoft Excel:**

*Точечная*

- всего 2 решения
- начальные приближения:

$$x_1 = -1$$

$$x_2 = 1$$



# Пример решения уравнения

## Подготовка данных

начальное приближение

	E	F	G	H
1	$x$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_1(x) - f_2(x)$
2	-1	=E2^2	=COS(E2)	=F2-G2
3				



Зачем нужна разность функций?



Если  $x$  – решение уравнения  $f_1(x) = f_2(x)$ , то  $f_1(x) - f_2(x) = 0$ !

# Пример решения уравнения

## Подбор параметра

изменяемая  
ячейка

	Е	Ф	Г	Н
	$x$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_1(x) - f_2(x)$
2	-1	=E2^2	=COS(E2)	=F2 - G2
3				

целевая  
ячейка

**OpenOffice Calc:**

*Сервис – Подбор параметра*

**Microsoft Excel:**

*Данные – Анализ «что-если» – Подбор параметра*



Как найти второе  
решение?



# Электронные таблицы

## § 35. Оптимизация

# Что такое оптимизация?

**Оптимизация** – это поиск наилучшего (*оптимального*) решения задачи в заданных условиях.

1) **Цель**: выбрать неизвестный  $x$ , так чтобы

$$f(x) \rightarrow \min$$

или  $f(x) \rightarrow \max$

целевая функция

$$- f(x) \rightarrow \min$$

2) **Ограничения**

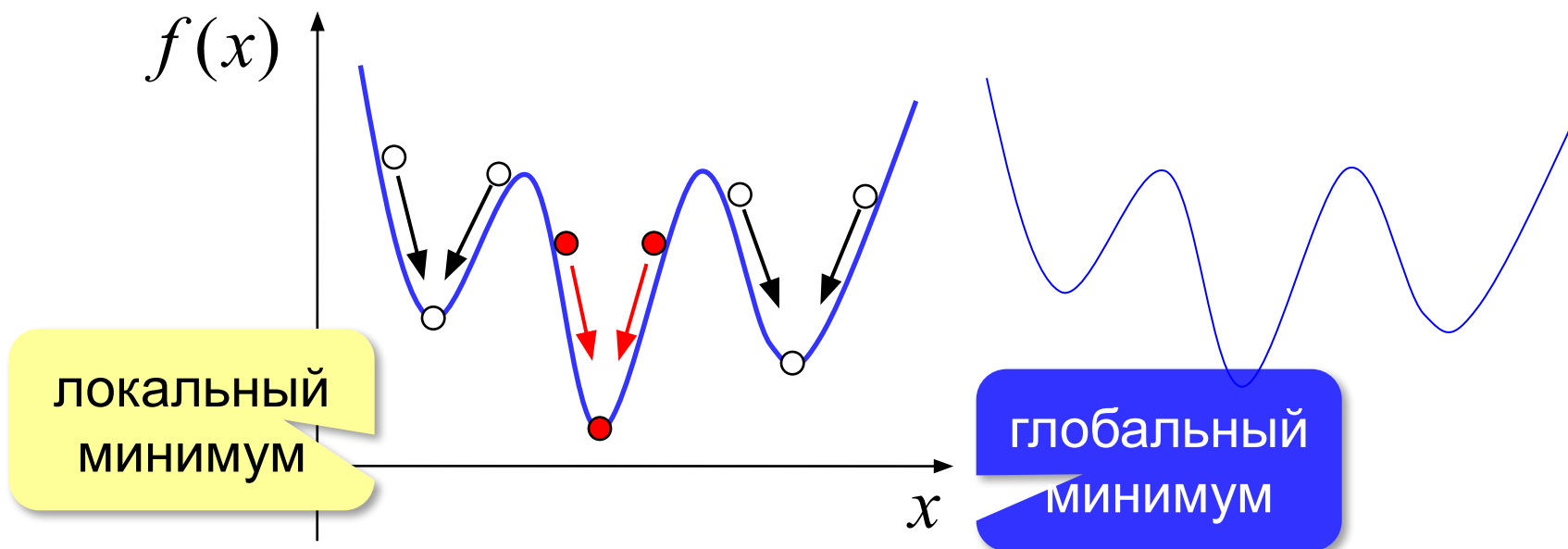
задача  
оптимизации



Почему неправильно «самый оптимальный»?



# Что такое минимум?

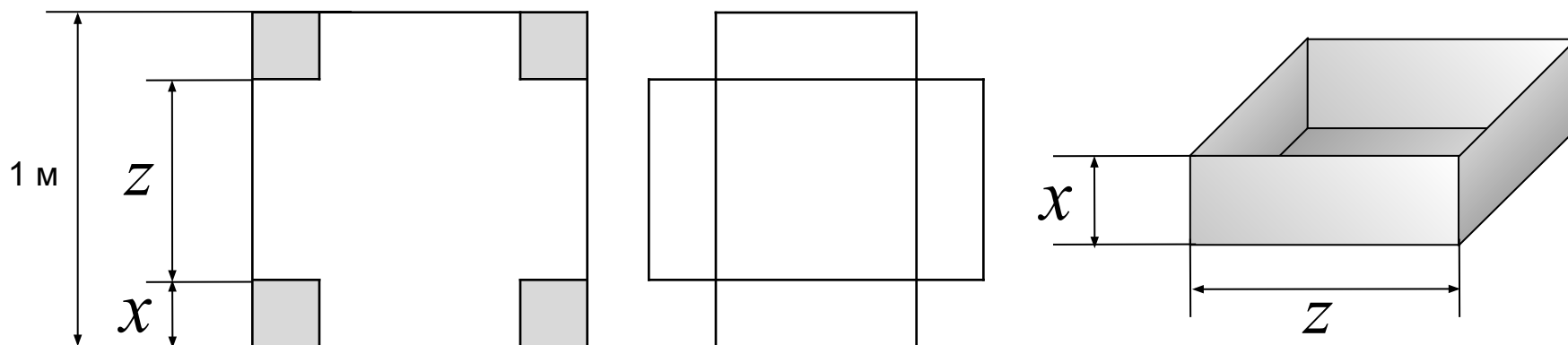


- обычно нужно найти **глобальный** минимум
- большинство численных методов находят только **локальный** минимум



Результат локальной оптимизации зависит от начального приближения!

# Оптимальный раскрой листа



**Цель:**  $V(x) \rightarrow \max$   $V(x) = x \cdot (1 - 2x)^2 \rightarrow \max$

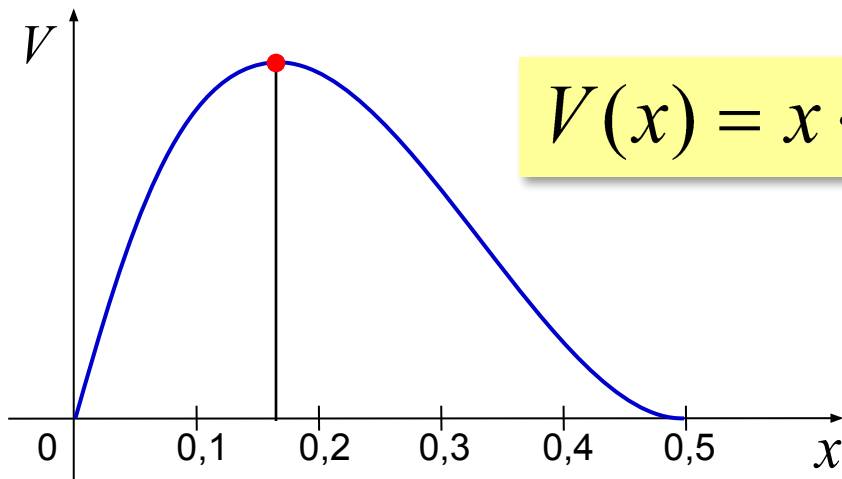
**?** Какие ограничения?

**Ограничения:**  $0 < x < 0,5$

**?** Какой результат ожидаете (по интуиции)?

# Оптимальный раскрой листа

В табличном процессоре:



$$V(x) = x \cdot (1 - 2x)^2 \rightarrow \max$$

начальное  
приближение  $\approx 0,2$



Какая формула в F2?

	E	F
1	$x$	Объём
2	0,2	0,072

# Оптимизация в табличном процессоре

**Задача оптимизации:** найти максимум (или минимум) целевой функции в ячейке ..., изменяя значения ячеек ... при ограничениях .....

## OpenOffice.org Calc:

*Сервис – Поиск решения*

## Microsoft Excel:

*надстройка Данные – Поиск решения*

# Оптимизация в табличном процессоре

## OpenOffice.org Calc:

Решатель

Целевая ячейка:

Оптимизация результата:  Максимум  
 Минимум  
 Значение

Путем изменения ячеек:

Ограничительные условия

Ссылка на ячейку	Операция	Значение
<input type="text" value="\$E\$2"/>	<input type="text" value="&gt;="/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="\$E\$2"/>	<input type="text" value="&lt;="/>	<input type="text" value="0,5"/>
<input type="text"/>	<input type="text" value="&lt;="/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text" value="&lt;="/>	<input type="text"/>

Параметры...    Справка    Закрыть

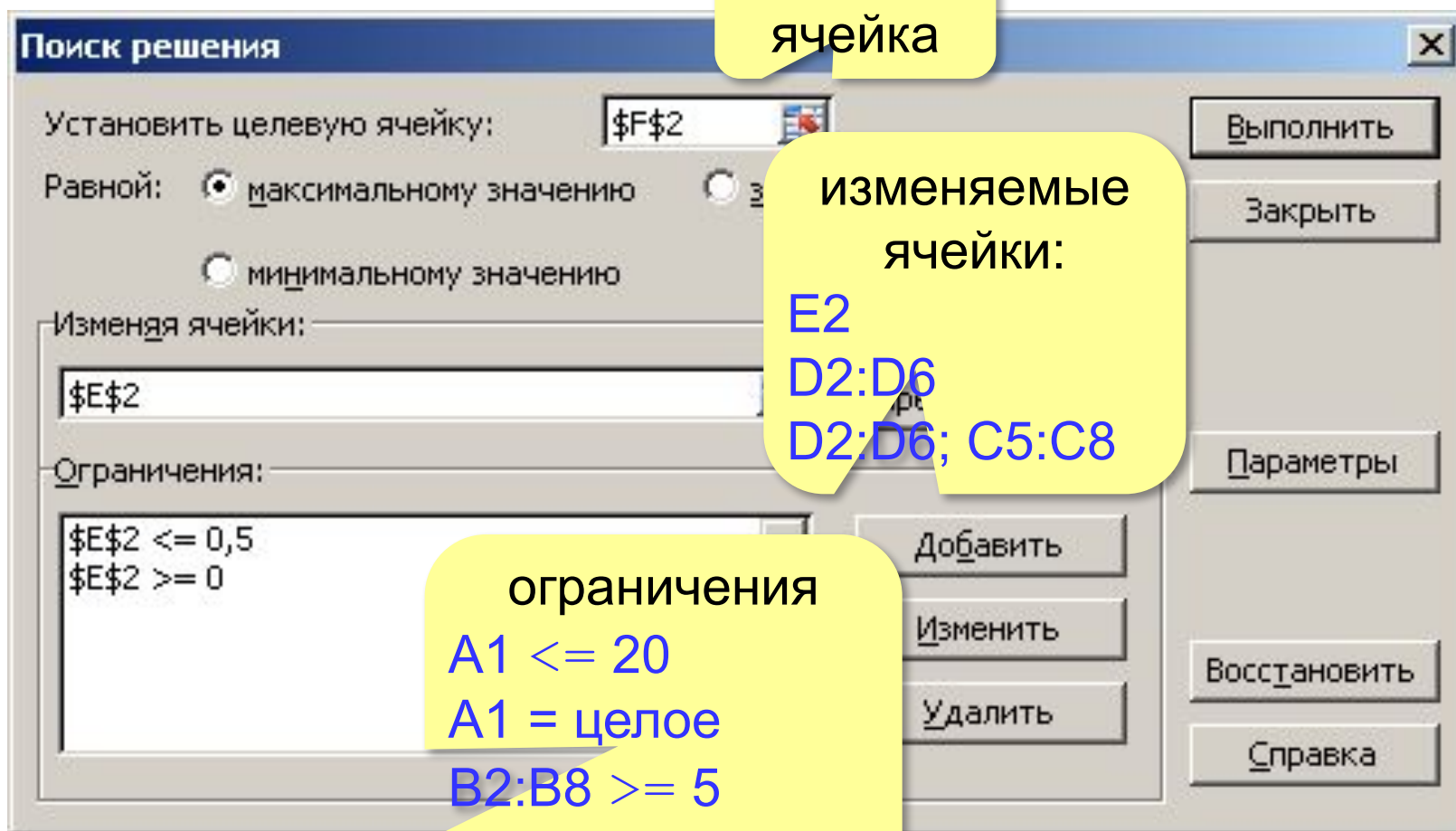
целевая ячейка

изменяемые ячейки:  
E2  
D2:D6  
D2:D6; C5:C8

ограничения  
A1 <= 20  
A1 = целое  
B2:B8 >= 5  
B2:B4 >= C2:C4

# Оптимизация в табличном процессоре

## Excel:



# Конец фильма

---

**ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич**

д.т.н., учитель информатики

ГБОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург

[kpolyakov@mail.ru](mailto:kpolyakov@mail.ru)

**ЕРЕМИН Евгений Александрович**

к.ф.-м.н., доцент кафедры мультимедийной

дидактики и ИТО ПГГПУ, г. Пермь

[eremin@pspu.ac.ru](mailto:eremin@pspu.ac.ru)

# Источники иллюстраций

---

1. иллюстрации художников издательства «Бином»
2. авторские материалы