

Глава 4

Организация вычислений в рабочих книгах

Во второй главе этого учебного пособия были рассмотрены самые общие вопросы, связанные с формулами в ячейках рабочего листа — основной синтаксис, использование ссылок на другие ячейки, применение в расчетах наиболее востребованных пользователем встроенных функций Microsoft Excel. Опираясь на эти сведения, мы можем теперь гораздо подробнее обсудить многочисленные возможности, позволяющие организовать решение самых различных вычислительных задач.

Встроенные функции значительно облегчают пользователю организацию вычислений в рабочих книгах. Каждая функция реализует определенный вычислительный алгоритм, возвращая результат, зависящий от текущих значений ее аргументов. Если задача пользователя полностью решается встроенной функцией, достаточно подготовить в ячейке формулу, состоящую только из вызова соответствующей функции. В других случаях расчетная формула может включать в себя сразу несколько функций в качестве операндов вычисляемого выражения. Вызовы функций в формуле допускается вкладывать друг в друга — аргумент «внешней» функции является результатом обращения к другой, «вложенной» функции.

Уровень сложности формул рабочего листа определяется как постановкой конкретной вычислительной задачи, так и навыками и умением пользователя грамотно подойти к решению задачи. Постараемся помочь читателю понять и успешно применять на практике этот мощный инструмент Excel.


Мастер функций

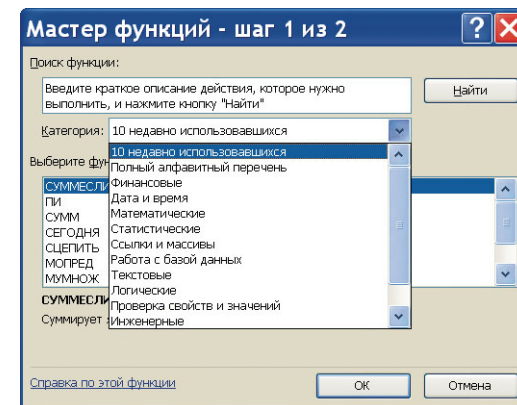
Соразмерно назначению, специфике аргументов, результата и т.п. функции Microsoft Excel сгруппированы по различным *категориям*, таким как **Математические**, **Статистические**, **Дата и время**, **Текстовые** и другие. Но, несмотря на все многообразие, есть общие черты в синтаксисе и организации вызова встроенных функций Microsoft Excel.

Каждая из функций рабочего листа имеет строго определенное имя, за которым в круглых скобках указываются ее аргументы. Функция может вообще не иметь аргументов, но синтаксис и в этом случае требует указания круглых скобок после имени.

Функция	Назначение
=СЕГОДНЯ()	Возвращает текущую дату в формате <i>Дата</i> .
=ПИ()	Возвращает значение числа π .

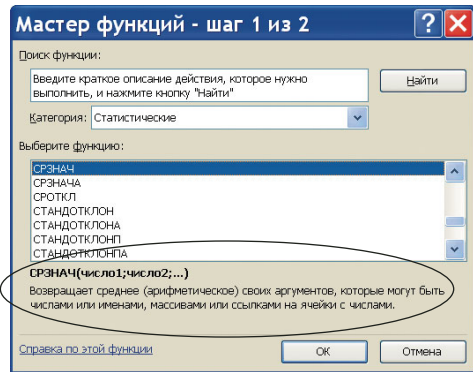
Даже если точно известно имя функции, количество и порядок следования ее аргументов, лучше не заниматься «ручным набором» — достаточно одного неверно введенного символа, и формула будет составлена неправильно. Для вставки в формулу функции советуем обращаться к *Мастеру функций* Microsoft Excel.

Если формула в текущей ячейке должна содержать вызов функции, достаточно щелкнуть по кнопке  **Вставка функции** в строке формул (что равноценно команде **Вставка** ⇒ **Функция...** или клавишной комбинации **Shift + F3**) — на экране появится диалоговое окно первого шага *Мастера функций*, в котором приведены списки функций, сгруппированных по разным категориям.



Если затруднительно самостоятельно определить категорию и имя функции, в этом окне также можно воспользоваться поиском нужной функции, введя в поле **Поиск функции:** краткое описание действия, которое нужно выполнить.

Выбрав категорию и указав название функции подсветкой, ознакомьтесь с синтаксисом и назначением функции.



Для более полной информации предусмотрена гиперссылка **Справка по этой функции** — щелчком по этой ссылке вызывается соответствующий раздел справки в отдельном окне **Справка Microsoft Excel**.

Когда выбор имени функции в окне первого шага мастера сделан, щелчок по кнопке **OK** предложит окно **Аргументы функции**. Специфику работы с этим окном рассмотрим на конкретном примере. Предположим, что в приведенной на рисунке ниже таблице в ячейке **B13** нужно найти среднее арифметическое чисел первого столбца этой таблицы. Имя функции уже выбрано (**SRЗНАЧ**), как задать ее аргументы?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		x_i	y_i	$(x_i - x_{cp})$	$(x_i - x_{cp})^2$	$(y_i - y_{cp})$	$(x_i - x_{cp}) * (y_i - y_{cp})$			
3		9,54	-30,29	9,54	91,0116	-30,29	-288,9666			
4		0,96								
5		8,35								
6		3,5								
7		9,44								
8		7,18								
9		5,99								
10		5,92								
11		7,37								
12		4,47								
13		3:B12								
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

В качестве аргумента функции можно задать диапазон ячеек


Можно оценить текущий результат

Значение: 6,272

Название полей (**Число1**, **Число2**) подсказывает тип данных аргумента. Жирное начертание названия поля свидетельствует об обязательности заполнения этого поля для правильной организации вызова функции. В большинстве случаев (в т.ч. и в этом примере) в каждом поле

можно указать как константу, так и ссылку на ячейку или диапазон ячеек со значениями предусмотренного типа. «От 1 до 30 аргументов» означает возможность задания значений не более чем в 30-ти однотипных полях этого диалогового окна. Конечно, в диалоговом окне видны далеко не тридцать полей для задания аргументов. По мере заполнения дополнительные поля аргументов добавляются автоматически либо нажатием клавиши **Tab** при активном поле «последнего» аргумента.

Когда на листе рядом с ячейкой, в которой составляется формула, имеются данные, подходящие по типу в качестве аргумента функции, то после указания имени функции ссылки на соответствующие ячейки с данными подставляются автоматически. Если этот вариант и был нужен пользователю, достаточно щелкнуть по кнопке **OK** для подтверждения составленной формулы и получения в ячейке результата расчета по ней. В противном случае, следует самостоятельно задать аргументы функции. Не нужно сбрасывать подсветку с предлагаемого варианта заполнения поля — благодаря ей, новый ввод сразу удалит предыдущий вариант.

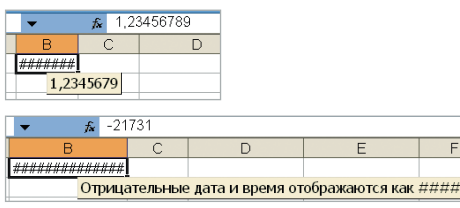

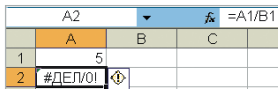
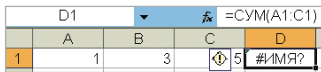
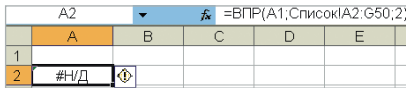
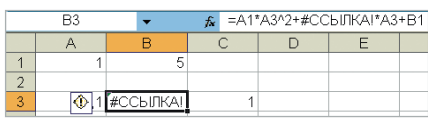
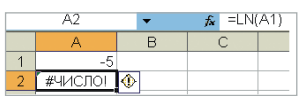
Напомним, что о допустимости ссылок на ячейки в том или ином поле диалогового окна свидетельствует кнопка **Свернуть диалоговое окно** , о которой было подробно рассказано несколькими страницами выше.

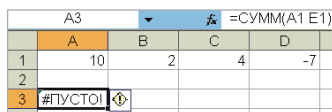
Когда все необходимые аргументы функции указаны, щелчок по кнопке **OK** подтвердит ввод формулы — в ячейке рабочего листа появится результат выполненных действий, саму формулу в ячейке всегда можно увидеть в строке формул. Аргументы функции указываются в круглых скобках после имени функции и отделяются друг от друга точкой с запятой. Так, например, функция **=SRЗНАЧ(B3:B7;B8:B12)** имеет два аргумента (диапазоны ячеек **B3:B7** и **B8:B12**).

Ошибки в формулах

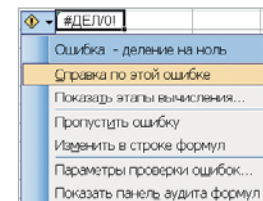
Самый «простой» тип ошибки в ячейке рабочего листа уже был рассмотрен нами. Напомним, что если в ячейке отображаются символы **#####**, то, скорее всего, текущей ширины столбца просто не хватает для корректного отображения числового значения в ячейке. В этом случае достаточно отрегулировать ширину столбца. Но далеко не всегда возникшая проблема решается так быстро, особенно в случае вычислений по формулам.

Если по заданной формуле невозможно произвести корректные вычисления, в ячейке указывается сообщение об ошибке. В зависимости от причины ошибки диагностика может быть различной.

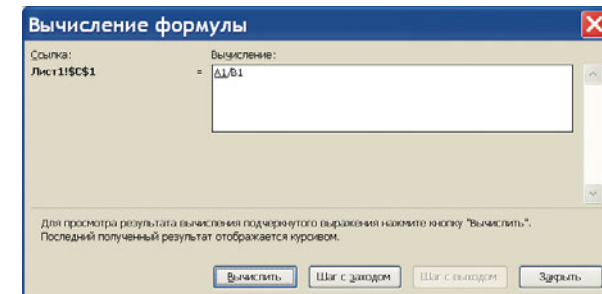
Значение ошибки	Когда возникает	Примеры и пояснения
#####	Для отображения значения не хватает ширины столбца. Формат Дата и время назначен отрицательному числу.	 Отрицательные дата и время отображаются как #####
#ЗНАЧ!	Недопустимый операнд формулы или аргумент функции.	 В ячейке A1 – текст, а не число (десятичный разделитель задан неверно).
#ДЕЛ/0!	Деление числа на ноль.	 Отсутствие данных во влияющей ячейке равноценно нулевому значению.
#ИМЯ!	Невозможно распознать используемое в формуле имя.	 Имя функции задано неправильно.
#Н/Д!	Нет необходимых данных.	 Отсутствует значение одного из аргументов функции.
#ССЫЛКА!	Неправильно указана ссылка на ячейку.	 На листе была удалена ячейка, на которую ссылается формула.
#ЧИСЛО!	Задано неправильное числовое значение.	 Недопустимое числовое значение аргумента функции.

#ПУСТО!	Задано пересечение двух областей, которые не имеют общих ячеек. Оператором пересечения областей является пробел между ссылками.	 Вместо двоеточия в указании ссылки на непрерывный диапазон ячеек стоит пробел.
----------------	--	---

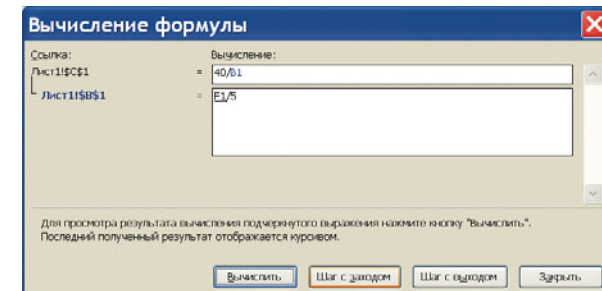
В левом верхнем углу ячейки с ошибкой индицируется зеленый треугольный маркер. Когда эта ячейка активна, рядом с ней появляется смарт-тег, раскрывающееся меню которого содержит возможности, позволяющие понять и исправить допущенную ошибку.



Последовательно рассмотрим строки этого меню. В первой указан тип ошибки, во второй – возможность открыть справку по этой ошибке. Команда **Показать этапы вычисления...** откроет диалоговое окно **Вычисление формулы**, которое поможет, вычисляя формулу по шагам, найти причину ошибки.



Щелчком по кнопке **Вычислить** вместо подчеркнутой в формуле ссылки будет подставлено вычисленное значение. Если в ячейке с подчеркнутой ссылкой, в свою очередь, тоже находится формула, кнопка **Шаг с заходом** даст возможность по шагам вычислить и ее.

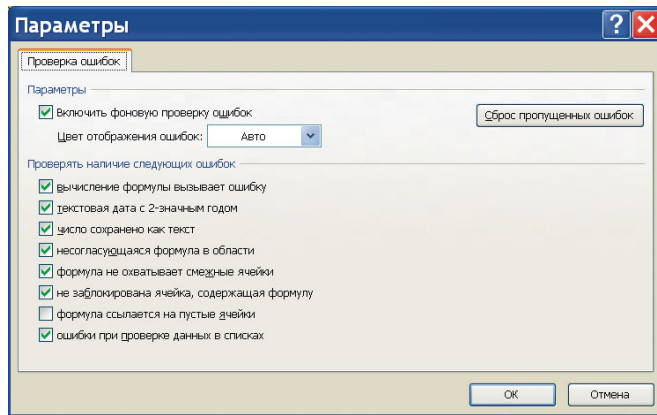


Если был задействован **Шаг с заходом**, то **Шаг с выходом** вернет вычисления на предыдущий уровень исходной формулы.

Так можно последовательно выполнять все действия, предписанные формулой. На последнем шаге вместо кнопки **Вычислить** появится кнопка **Заново**, которая позволит выполнить вычисления по формуле повторно. Кнопка **Закреть** завершает работу с диалоговым окном **Вычисление формулы**.

Вернемся к меню смарт-тега. Такие его строки, как **Пропустить ошибку** и **Исправить в строке формул**, однозначно говорят о своем назначении.

Выбор строки **Параметры проверки ошибок** приведет к появлению диалогового окна **Параметры** с вкладкой **Проверка ошибок**.

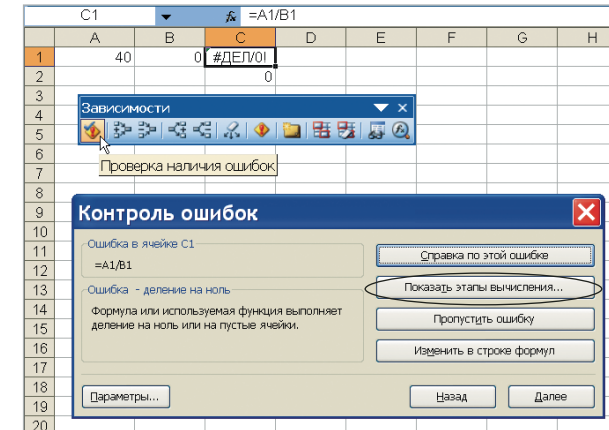


Это диалоговое окно позволяет снять или добавить параметры, предусмотренные для проверки ошибок в Microsoft Excel. Щелчок по кнопке в правом верхнем углу диалогового окна откроет справку для более подробного знакомства с ними.

И, наконец, последняя строка меню смарт-тега **Показать панель аудита формул** вызовет панель инструментов **Зависимости**, в которой собраны сразу все средства, позволяющие проследить связи между влияющими и зависимыми ячейками, проверить наличие ошибок и выявить их источник.

Панель инструментов Зависимости

Кнопка проверяет наличие ошибок на рабочем листе. Щелчок по этой кнопке активизирует на листе ячейку с ошибкой и откроет диалоговое окно **Контроль ошибок**.

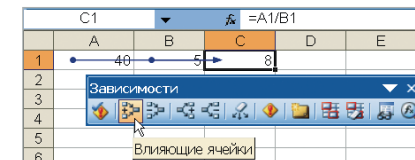


Кнопка **Показать этапы вычисления...** предложит окно **Вычисление формулы**, которое уже было рассмотрено в предыдущем параграфе.

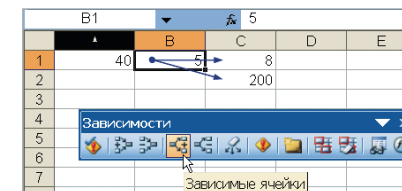
Кстати, для вызова окна **Вычисление формулы** в панели инструментов **Зависимости** предусмотрена и отдельная кнопка.






С помощью инструментов панели **Зависимости** можно отобразить стрелками влияющие и зависимые ячейки. Щелчок по кнопке укажет все ячейки, влияющие на активную,




по кнопке — ячейки, зависимые от активной.



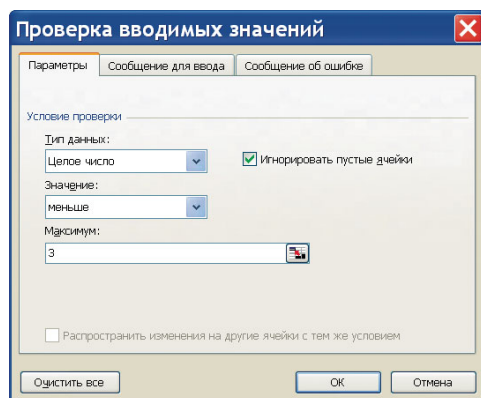
Как убрать стрелки зависимостей ячеек?

Кнопка	Назначение
	Убирает сразу все стрелки зависимостей ячеек на рабочем листе.
	Убирает стрелки от ячеек, влияющих на значение активной ячейки.
	Убирает стрелки, идущие от активной ячейки к зависящим от нее.

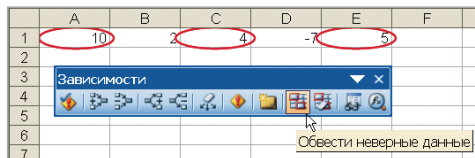
Когда ячейка с ошибкой активна, щелчок по кнопке  (**Источник ошибки**) покажет стрелками влияющие ячейки.

Щелчок по кнопке  добавит примечание¹ к активной ячейке.


В Microsoft Excel предусмотрена возможность ограничения множества значений, возможных для конкретной ячейки (диапазона ячеек)².



Если на листе есть ячейки с предустановленной проверкой вводимых значений, то щелчком по кнопке **Обвести неверные данные** будут отмечены те, которые не удовлетворяют допустимым.



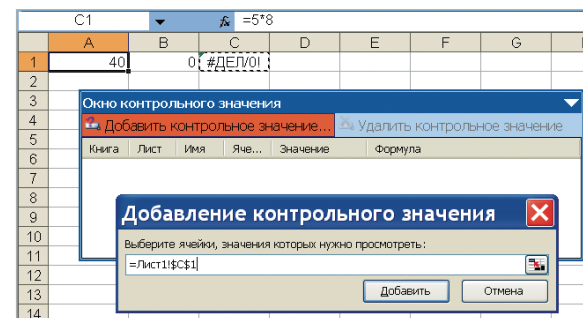
Расположенная рядом кнопка  удаляет обводку неверных данных.

Щелчок по кнопке  в панели **Зависимости** откроет **Окно контрольного значения**, позволяющее оперативно просматривать свойства

¹ Подробнее см. в Главе 2 параграф **Примечание к ячейке**.

² Для выделенных на листе ячеек параметры значений можно указать в диалоговом окне **Данные** ⇒ **Проверка...**

отдельных ячеек. Но для этого предварительно нужно создать список таких ячеек, воспользовавшись кнопкой **Добавить контрольное значение**.



В **Окне контрольного значения** для заданных ячеек будут указываться имена книги, рабочего листа, самой ячейки, значение и формула.

	A	B	C	D	E	F	G	H
3								
4		x_i	y_i	$(x_i - x_{cp})$	$(x_i - x_{cp})^2$	$(y_i - y_{cp})$	$(x_i - x_{cp})(y_i - y_{cp})$	$y_{теор.} = ax_i + b$
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	-8,037981707
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		6,272	-18,14		66,41616		-241,96946	
16								
17								
18		<i>Коэффициенты прямой</i>						
19								
20		Расчет		Функция Linest				
21								
22		a	b		a	b		
23		-3,6432	4,7133		-3,64323	4,71335		
24								
25								
26								
27								
28		Обработка д...	MNK	E23	-3,643231707		=ПИ-ЕИИ(C5:C14;B5:B14;1;1)	
29		Обработка д...	MNK	B23	-3,643231707		=G15/E15	
30		Обработка д...	MNK	B15	6,272		=СРЗНАЧ(B5:B14)	
31		Обработка д...	MNK	C15	-18,137		=СРЗНАЧ(C5:C14)	
32								
33								

Окно контрольного значения, подобно любой панели инструментов, легко перемещается по экрану и может быть расположено там, где его удобно видеть пользователю. Если окно было закрыто, то активизировать его можно также командой **Вид** ⇒ **Панели инструментов** ⇒ **Окно контрольного значения**.

Какие бы из рассмотренных выше возможностей Microsoft Excel ни были задействованы в случае возникновения ошибок в ячейках рабочего листа, все они помогают лишь идентифицировать ошибку. Понять причину и принять решение о путях устранения ошибки – «исключительное право» пользователя.

Обзор встроенных функций

Как уже отмечалось, встроенные функции Microsoft Excel сгруппированы по различным категориям. Это, безусловно, облегчает визуальный поиск нужной функции в списке диалогового окна **Мастер функций (Шаг 1)**. Но количество и разнообразие этих функций достаточно велико, что делает непростой задачу поиска функции с нужными возможностями, особенно для начинающего пользователя.

Постараемся дать обзор встроенных функций Microsoft Office Excel 2003, разграничивая их соразмерно не только категориям¹, но и конкретным вычислительным процедурам.

Математические функции, Мат. и Тригонометрия

Подсчет сумм и произведений

Функция	Назначение
СУММ (Число1; Число 2; ...) <i>Математические</i>	Суммирует аргументы: $\sum x_i$
СУММЕСЛИ (Диапазон; Критерий; Диапазон_суммирования) <i>Математические</i>	Суммирует ячейки, отвечающие заданному условию.
СУММКВ (Число1; Число 2; ...) <i>Математические</i>	Сумма квадратов заданных аргументов: $\sum x_i^2$
СУММКВРАЗН (Массив_X; Массив_Y) <i>Математические</i>	Сумма квадратов разностей соответствующих значений в двух массивах: $\sum (x_i - y_i)^2$
СУММПРОИЗВ (Массив1; Массив2; ...) <i>Математические</i>	Сумма произведений соответствующих элементов массивов: $\sum x_i y_i$

¹ Будут рассмотрены функции из категорий Математические, Мат. и Тригонометрия, Инженерные, Даты и времени, Текстовые, Логические, Статистические, Ссылки и массивы.

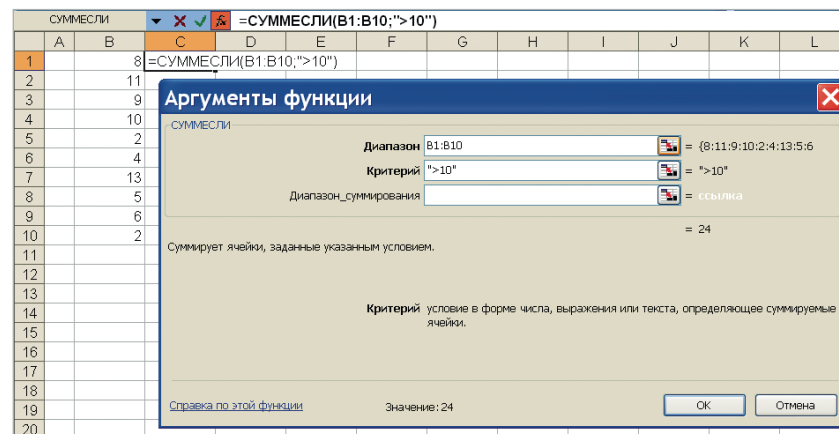
СУММРАЗНКВ (Массив_X; Массив_Y) <i>Математические</i>	Сумма разностей квадратов соответствующих значений в двух массивах: $\sum (x_i^2 - y_i^2)$
СУММСУММКВ (Массив_X; Массив_Y) <i>Математические</i>	Сумма сумм квадратов соответствующих значений в двух массивах: $\sum (x_i^2 + y_i^2)$
ПРОИЗВЕД (Число1; Число2; ...) <i>Математические</i>	Произведение заданных аргументов: $\prod x_i$

Как видно из таблицы, возможности суммирования в Excel не ограничиваются только функцией **СУММ**. На практике может оказаться не менее полезной функция условного суммирования **СУММЕСЛИ** (категория *Математические*) – в качестве слагаемых из заданного диапазона берутся только значения, удовлетворяющие определенному условию (*критерию*). Каков синтаксис записи условия?

Сначала указывается знак сравнения, затем – числовое или текстовое значение. Все условие заключается в кавычки. Если на месте условия указано только значение, подразумевается равенство этому значению.

Знак сравнения	Операция	Примеры критерия
=	Равенство	"= 5" "А"
<	Строгие неравенства	"< 5"
>		"> 5"
<=	Нестрогие неравенства	"<= 5"
>=		">= 5"

В примере, приведенном на рисунке ниже, в ячейке **C1** будет получен ответ **24** (из диапазона **B1:B10** в суммировании участвуют только два слагаемых, значения которых больше **10**).



Кроме двух обязательных, функция **СУММЕСЛИ** предполагает еще один (необязательный) аргумент – Диапазон_суммирования. Если он указан, это означает, что проверяться будут значения **Диапозона**, а в суммировании будут участвовать соответствующие им значения **Диапозона_суммирования**.

Скриншот диалогового окна «Аргументы функции» для функции СУММЕСЛИ. Введенные значения: Диапазон: B1:B10, Критерий: >10, Диапазон_суммирования: C1:C10. Результат: 9.

Если операция суммирования выполняется над числовыми массивами (функции **СУММКВРАЗН**, **СУММПРОИЗВ**, **СУММПРАЗНКВ**, **СУММСУММКВ**), то количество элементов в этих массивах¹ должно быть одинаковым.

Скриншот диалогового окна «Аргументы функции» для функции СУММПРОИЗВ. Введенные значения: Массив1: B1:B10, Массив2: C1:C10, Массив3: массив. Результат: 336.

¹ Под массивом принято понимать совокупность однотипных значений, каждое из которых является элементом массива. Отметим, что количество элементов обычно называют *размерностью* массива.

Чтобы найти произведение нескольких чисел, необязательно составлять формулу, в которой операнды связаны знаками умножения, – можно воспользоваться встроенной функцией **ПРОИЗВЕД** (категория *Математические*).

	A	B	C	D	E
1		8	345600		
2		9			
3		10			
4		2			
5		4			
6		5			
7		6			
8		2			



Выполните практическое задание 4.1 по теме **Организация вычислений в рабочих книгах** из приложения **От теории к практике**.

Это задание поможет научиться строить расчетные таблицы с использованием функций категории **Математические**.

Модуль и знак числа

Функция	Назначение	Примеры																				
ABS (Число) <i>Математические</i>	Модуль (абсолютная величина числа).	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-20</td> <td>20</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	1	-20	20												
	A	B	C	D																		
1	-20	20																				
ЗНАК (Число) <i>Математические</i>	Определяет знак числа: 1 – положительное, 0 – равно нулю, -1 – отрицательное.	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-20</td> <td>-1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	1	-20	-1			2	0	0			3	20	1		
	A	B	C	D																		
1	-20	-1																				
2	0	0																				
3	20	1																				

Возведение в степень и извлечение квадратного корня

Функция	Назначение	Примеры										
СТЕПЕНЬ (Число; Степень) <i>Математические</i>	Возведение в степень (вычисление функции эквивалентно операции ^).	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>125</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	1	5	125		
	A	B	C	D								
1	5	125										
КОРЕНЬ (Число) <i>Математические</i>	Значение квадратного корня: $\sqrt{\text{Число}}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>2,236068</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	1	5	2,236068		
	A	B	C	D								
1	5	2,236068										
КОРЕНЬПИ (Число) <i>Мат. и тригонометрия</i>	Значение: $\sqrt{\pi \cdot \text{Число}}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>3,963327</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	1	5	3,963327		
	A	B	C	D								
1	5	3,963327										

Нахождение экспоненты и логарифмов

Функция	Назначение	Примеры
EXP (Число) <i>Математические</i>	Экспонента Числа.	
LN (Число) <i>Математические</i>	Натуральный логарифм Числа.	
LOG (Число; Основание) <i>Математические</i>	Логарифм Числа по заданному Основанию.	
LOG10 (Число) <i>Математические</i>	Десятичный логарифм Числа.	

Тригонометрия

Функция	Назначение	Примеры
ПИ () <i>Математические</i>	Числовое значение π ¹	
ACOS (Число) <i>Математические</i>	Арккосинус числа в радианах (в диапазоне от 0 до π). Число – это косинус искомого угла (от -1 до 1).	
ACOSH (Число) <i>Математические</i>	Гиперболический арккосинус любого действительного Числа, большего или равного 1.	
ASIN (Число) <i>Математические</i>	Арсинус числа в радианах (в диапазоне от $-\pi/2$ до $\pi/2$). Число – это синус искомого угла (от -1 до 1).	
ASINH (Число) <i>Математические</i>	Гиперболический арксинус любого действительного Числа.	
ATAN (Число) <i>Математические</i>	Арктангенс Числа в радианах (в диапазоне от $-\pi/2$ до $\pi/2$). Число – это тангенс искомого угла.	
ATAN2 (X; Y) <i>Математические</i>	Арктангенс для заданных координат x и y (в радианах между $-\pi$ и π , исключая $-\pi$). ATAN2(X;Y) равняется ATAN(Y/X) , за исключением того, что в ATAN2 аргумент X может равняться 0.	

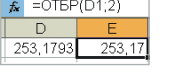
¹ с 14 значащими цифрами после запятой.

ATANH (Число) <i>Математические</i>	Гиперболический арктангенс действительного Числа в интервале между -1 и 1.	
COS (Число) <i>Математические</i>	Косинус угла, заданного в радианах.	
COSH (Число) <i>Математические</i>	Гиперболический косинус Числа: $\frac{e^x + e^{-x}}{2}$, где x – Число.	
SIN (Число) <i>Математические</i>	Синус угла, заданного в радианах ¹ .	
SINH (Число) <i>Математические</i>	Гиперболический синус Числа: $\frac{e^x - e^{-x}}{2}$, где x – Число.	
TAN (Число) <i>Математические</i>	Тангенс угла, заданного в радианах.	
TANH (Число) <i>Математические</i>	Гиперболический тангенс Числа: $\frac{SINH(x)}{COSH(x)}$, где x – Число.	
ГРАДУСЫ (Число) <i>Математические</i>	Преобразует радианы в градусы.	
РАДИАНЫ (Угол) <i>Математические</i>	Преобразует градусы в радианы.	

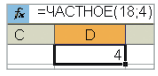
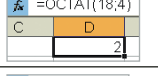
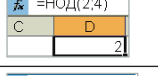
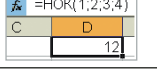
Округление числовых значений

Функция	Назначение	Примеры
ОКРУГЛТ (Число; Множитель) <i>Мат. и тригонометрия</i>	Округляет Число с желаемой точностью. Множитель – это кратное, до которого требуется округлить число.	
ОКРВНИЗ (Число; Точность) <i>Математические</i>	Округляет Число до ближайшего (меньшего по модулю) целого, кратного Точности. Число и Точность указываются с одинаковыми знаками.	

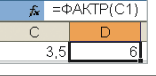
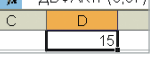


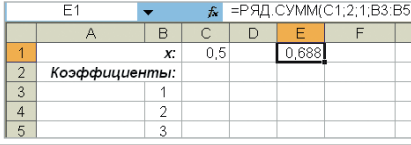
¹ Обратите внимание на пример – ожидаемое в ответе нулевое значение может быть представлено бесконечно малой величиной.

ОКРВВЕРХ (Число;Точность) <i>Математические</i>	Округляет Число до ближайшего целого, кратного указанному значению Точность. Число и значение, которому оно должно быть кратно, указываются с одинаковыми знаками.	
ОКРУГЛ (Число; Число разрядов) <i>Математические</i>	Округляет Число до указанного числа десятичных разрядов. Если Число разрядов задано отрицательным значением, округляется целая часть Числа, если нулевым – число округляется до ближайшего целого.	 
ОКРУГЛВВЕРХ (Число; Число разрядов) <i>Математические</i>	Округляет Число с избытком до указанного количества десятичных разрядов. Задание аргументов аналогично функции ОКРУГЛ .	
ОКРУГЛВНИЗ (Число; Число разрядов) <i>Математические</i>	Округляет Число с недостатком до указанного количества десятичных разрядов. Задание аргументов аналогично функции ОКРУГЛ .	
ОТБР (Число; Число разрядов) <i>Математические</i>	Отбрасывание цифр из дробной части Числа. Если второй аргумент 0 (не задан), возвращается целая часть числа.	
ЦЕЛОЕ (Число) <i>Математические</i>	Округляет Число до ближайшего меньшего целого.	
ЧЕТН (Число) <i>Математические</i>	Округляет Число до ближайшего четного целого. Положительные числа округляются в сторону увеличения, отрицательные – в сторону уменьшения.	
НЕЧЕТ (Число) <i>Математические</i>	Округляет Число до ближайшего нечетного целого (положит. – в сторону увеличения, отрицат. – в сторону уменьшения).	



Деление чисел, НОД и НОК

Функция	Назначение	Примеры
ЧАСТНОЕ (Числитель; Знаменатель) <i>Мат. и тригонометрия</i>	Частное от деления нацело.	
ОСТАТ (Число; Делитель) <i>Математические</i>	Остаток от деления.	
НОД (Число1; Число2...) <i>Мат. и тригонометрия</i>	Наибольший общий делитель.	
НОК (Число1; Число2...) <i>Мат. и тригонометрия</i>	Наименьшее общее кратное.	

Факториалы и их применения. Степенные ряды.

Функция	Назначение и примеры
ФАКТР (Число) <i>Математические</i>	Факториал Числа. Если Число не целое, то дробная часть отбрасывается. 
ДВФАКТР ¹ (Число) <i>Мат. и тригонометрия</i>	Двойной факториал Числа. Если Число четно, $n!! = n \cdot (n-2) \cdot (n-4) \dots 4 \cdot 2$, если нечетно, то: $n!! = n \cdot (n-2) \cdot (n-4) \dots 3 \cdot 1$ 
ЧИСЛКОМБ (Число; Число_выбранных) <i>Математические</i>	Число комбинаций для заданного числа элементов. $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$ где: n – Число, m – Число_выбранных 
МУЛЬТИНОМ (Число1; Число2; ...) <i>Мат. и тригонометрия</i>	Мультиномиальный коэффициент множества чисел. $\text{МУЛЬТИНОМ}(a, b, c) = \frac{(a+b+c)!}{a!b!c!}$ 
РЯД.СУММ (x; n; m; Коэффициенты) <i>Мат. и тригонометрия</i>	Сумма степенного ряда, вычисленного по формуле: $a_1x^n + a_2x^{(n+m)} + a_3x^{(n+2m)} + \dots$ <p>x – это параметр степенного ряда; n – начальная степень, в которую возводится x; m – шаг, на который увеличивается n для каждого следующего члена степенного ряда; Коэффициенты – набор коэффициентов (a_1, a_2, a_3, \dots) при степенях x.</p> 

Случайные числа

Функция	Назначение	Примеры
СЛЧИС ()	Генерирует случайное число, равномерно распределенное между 0 и 1. Не имеет аргументов, но после имени функции обязательно указываются круглые скобки.	
СЛУЧМЕЖДУ (Нижн_граница; Верхн_граница)	Возвращает случайное число между двумя заданными числами.	

¹ Если данная функция недоступна или возвращает ошибку #ИМЯ?, следует установить и загрузить надстройку «Пакет анализа», выбрав ее из списка диалогового окна команды **Сервис** ⇒ **Надстройки...** Надстройка «Пакет анализа» содержит функции и инструменты, расширяющие встроенные аналитические возможности Microsoft Excel.

Значения этих функций изменяются при каждом пересчете рабочего листа (например, нажатии клавиши **F9**).

Преобразования числовых значений

Функция **РИМСКОЕ(Число; Форма)** преобразует арабские числа в римские. Результат будет представлен в текстовом формате.

Обязательный аргумент **Число** достаточно очевиден – это число в арабской записи. **Форма** – задает нужную форму римской записи. Возможные значения этого аргумента и примеры полученных результатов приведены в таблице:

Форма	Арабское число	Римское число
0 (или опущен, или ИСТИНА)	999	CMXCIX
1	999	LMVLIV
2	999	XMIX
3	999	VMIV
4 (или ЛОЖЬ)	999	IM

Если арабское число отрицательно или больше **3999**, то функция возвращает значение ошибки **#ЗНАЧ!**.

Функция **ПРЕОБР(Число; Старые_единицы; Новые_единицы)** может быть использована для преобразования целого ряда единиц измерения – расстояния, времени, давления, силы, питания, магнетизма, температуры и меры жидкостей.

Аргументы **Старые_единицы** и **Новые_единицы** должны быть указаны соответствующими текстовыми значениями. Рассмотрим несколько примеров возможных преобразований¹.

Для температурных шкал:		
Цельсия "C"		
Фаренгейта "F"		
Кельвина "K"		
Для единиц измерения давления:		
Паскаль "Pa"		
Атмосфера "Atm"		
мм. ртутного столба "mmHg"		

В Microsoft Excel имеются и такие встроенные функции, которые выполняют преобразования чисел между десятичной, двоичной и вось-

¹ Подробнее о возможностях функции **ПРЕОБР** можно прочесть в справке Microsoft Office Excel 2003.

меричной системами счисления. Эти функции, как и некоторые другие, рассматриваемые ниже, собраны в категории **Инженерные**¹.

Инженерные функции

Двоичные, восьмеричные и шестнадцатеричные числа

Функция	Назначение и примеры								
ДЕС.В.ДВ (Число; Положения)	Преобразование десятичного числа в двоичное (-512 < Число < 511). Позиции задают разрядность. Если число отрицательно, то разрядность игнорируется (на запись отведено 10 позиций).								
<i>Инженерные</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Формула</th> <th>Двоичное число</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>=ДЕС.В.ДВ(3)</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>=ДЕС.В.ДВ(3;4)</td> <td>0011</td> </tr> <tr> <td>=ДЕС.В.ДВ(-3;4)</td> <td>1111111101</td> </tr> </tbody> </table>	Формула	Двоичное число	=ДЕС.В.ДВ(3)	11	=ДЕС.В.ДВ(3;4)	0011	=ДЕС.В.ДВ(-3;4)	1111111101
Формула	Двоичное число								
=ДЕС.В.ДВ(3)	11								
=ДЕС.В.ДВ(3;4)	0011								
=ДЕС.В.ДВ(-3;4)	1111111101								
ДЕС.В.ВОСЬМ (Число; Разрядность)	Преобразование десятичного числа в восьмеричное. Если разрядность не задана, под запись отводится минимально необходимое количество знаков. Если число отрицательно, то разрядность игнорируется.								
<i>Инженерные</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Формула</th> <th>восьмеричное число</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>=ДЕС.В.ВОСЬМ(19)</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>=ДЕС.В.ВОСЬМ(19;4)</td> <td>0023</td> </tr> <tr> <td>=ДЕС.В.ВОСЬМ(-19)</td> <td>777777755</td> </tr> </tbody> </table>	Формула	восьмеричное число	=ДЕС.В.ВОСЬМ(19)	23	=ДЕС.В.ВОСЬМ(19;4)	0023	=ДЕС.В.ВОСЬМ(-19)	777777755
Формула	восьмеричное число								
=ДЕС.В.ВОСЬМ(19)	23								
=ДЕС.В.ВОСЬМ(19;4)	0023								
=ДЕС.В.ВОСЬМ(-19)	777777755								
ДЕС.В.ШЕСТН (Число; Разрядность)	Преобразование десятичного числа в шестнадцатеричное. Разрядность – допустимое число знаков в записи числа. Если число отрицательно, то разрядность игнорируется (на запись отведено 10 позиций).								
<i>Инженерные</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Формула</th> <th>шестнадцатеричное число</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>=ДЕС.В.ШЕСТН(19)</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>=ДЕС.В.ШЕСТН(19;4)</td> <td>0013</td> </tr> <tr> <td>=ДЕС.В.ШЕСТН(-19)</td> <td>FFFFFFFFED</td> </tr> </tbody> </table>	Формула	шестнадцатеричное число	=ДЕС.В.ШЕСТН(19)	13	=ДЕС.В.ШЕСТН(19;4)	0013	=ДЕС.В.ШЕСТН(-19)	FFFFFFFFED
Формула	шестнадцатеричное число								
=ДЕС.В.ШЕСТН(19)	13								
=ДЕС.В.ШЕСТН(19;4)	0013								
=ДЕС.В.ШЕСТН(-19)	FFFFFFFFED								
ДВ.В.ДЕС (Число)	Преобразование двоичного числа в десятичное. Число не должно содержать более 10 знаков (10 бит). Первый значащий бит числа определяет знак, остальные 9 бит являются битами значения.								
<i>Инженерные</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Формула</th> <th>десятичное число</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>=ДВ.В.ДЕС(100111)</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>=ДВ.В.ДЕС(1111100111)</td> <td>-25</td> </tr> </tbody> </table>	Формула	десятичное число	=ДВ.В.ДЕС(100111)	39	=ДВ.В.ДЕС(1111100111)	-25		
Формула	десятичное число								
=ДВ.В.ДЕС(100111)	39								
=ДВ.В.ДЕС(1111100111)	-25								
ДВ.В.ВОСЬМ (Число; Разрядность)	Преобразование десятичного числа в восьмеричное. Число не должно содержать более 10 знаков. Разрядность – это допустимое количество знаков в записи числа.								
<i>Инженерные</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Формула</th> <th>восьмеричное число</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>=ДВ.В.ВОСЬМ(100111)</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>=ДВ.В.ВОСЬМ(100111;4)</td> <td>0047</td> </tr> <tr> <td>=ДВ.В.ВОСЬМ(1111100111)</td> <td>777777747</td> </tr> </tbody> </table>	Формула	восьмеричное число	=ДВ.В.ВОСЬМ(100111)	47	=ДВ.В.ВОСЬМ(100111;4)	0047	=ДВ.В.ВОСЬМ(1111100111)	777777747
Формула	восьмеричное число								
=ДВ.В.ВОСЬМ(100111)	47								
=ДВ.В.ВОСЬМ(100111;4)	0047								
=ДВ.В.ВОСЬМ(1111100111)	777777747								

¹ Если функции этой категории недоступны или формула с их использованием возвращает ошибку **#ИМЯ?**, следует установить и загрузить надстройку «Пакет анализа», выбрав ее из списка диалогового окна команды **Сервис** ⇒ **Надстройки...** Надстройка «Пакет анализа» содержит функции и инструменты, расширяющие встроенные аналитические возможности Microsoft Excel.

ДВ.В.ШЕСТН (Число; Разрядность)	Преобразование двоичного числа в шестнадцатеричное. Число не должно содержать более 10 знаков.	<table border="1"> <tr><th>Формула</th><th>шестнадцатеричное число</th></tr> <tr><td>=ДВ.В.ШЕСТН(100111)</td><td>27</td></tr> <tr><td>=ДВ.В.ШЕСТН(100111;4)</td><td>0027</td></tr> <tr><td>=ДВ.В.ШЕСТН(1111100111)</td><td>FFFFFFFE7</td></tr> </table>	Формула	шестнадцатеричное число	=ДВ.В.ШЕСТН(100111)	27	=ДВ.В.ШЕСТН(100111;4)	0027	=ДВ.В.ШЕСТН(1111100111)	FFFFFFFE7
Формула	шестнадцатеричное число									
=ДВ.В.ШЕСТН(100111)	27									
=ДВ.В.ШЕСТН(100111;4)	0027									
=ДВ.В.ШЕСТН(1111100111)	FFFFFFFE7									
<i>Инженерные</i>										
ШЕСТН.В.ДЕС (Число)	Преобразование шестнадцатеричного числа в десятичное.	<table border="1"> <tr><th>Формула</th><th>десятичное число</th></tr> <tr><td>=ШЕСТН.В.ДЕС(17)</td><td>23</td></tr> <tr><td>=ШЕСТН.В.ДЕС("AF")</td><td>175</td></tr> </table>	Формула	десятичное число	=ШЕСТН.В.ДЕС(17)	23	=ШЕСТН.В.ДЕС("AF")	175		
Формула	десятичное число									
=ШЕСТН.В.ДЕС(17)	23									
=ШЕСТН.В.ДЕС("AF")	175									
<i>Инженерные</i>										
ШЕСТН.В.ВОСЬМ (Число; Разрядность)	Преобразование шестнадцатеричного числа в восьмеричное.	<table border="1"> <tr><th>Формула</th><th>восьмеричное число</th></tr> <tr><td>=ШЕСТН.В.ВОСЬМ(17)</td><td>27</td></tr> <tr><td>=ШЕСТН.В.ВОСЬМ(17,4)</td><td>0027</td></tr> <tr><td>=ШЕСТН.В.ВОСЬМ("AF";8)</td><td>000257</td></tr> </table>	Формула	восьмеричное число	=ШЕСТН.В.ВОСЬМ(17)	27	=ШЕСТН.В.ВОСЬМ(17,4)	0027	=ШЕСТН.В.ВОСЬМ("AF";8)	000257
Формула	восьмеричное число									
=ШЕСТН.В.ВОСЬМ(17)	27									
=ШЕСТН.В.ВОСЬМ(17,4)	0027									
=ШЕСТН.В.ВОСЬМ("AF";8)	000257									
<i>Инженерные</i>										
ШЕСТН.В.ДВ (Число; Разрядность)	Преобразование шестнадцатеричного числа в двоичное.	<table border="1"> <tr><th>Формула</th><th>двоичное число</th></tr> <tr><td>=ШЕСТН.В.ДВ(7)</td><td>111</td></tr> <tr><td>=ШЕСТН.В.ДВ(7,6)</td><td>000111</td></tr> <tr><td>=ШЕСТН.В.ДВ("AF")</td><td>10101111</td></tr> </table>	Формула	двоичное число	=ШЕСТН.В.ДВ(7)	111	=ШЕСТН.В.ДВ(7,6)	000111	=ШЕСТН.В.ДВ("AF")	10101111
Формула	двоичное число									
=ШЕСТН.В.ДВ(7)	111									
=ШЕСТН.В.ДВ(7,6)	000111									
=ШЕСТН.В.ДВ("AF")	10101111									
<i>Инженерные</i>										

В категорию **Инженерные** включены функции, выполняющие различные операции с комплексными числами. Вот некоторые из них.

Операции над комплексными числами

Функция	Назначение и примеры						
КОМПЛЕКСН (Действительная_часть; Мнимая_часть; Мнимая_единица)	Возвращает комплексное число ¹ на основе коэффициентов при действительной и мнимой частях. Если аргумент Мнимая_единица опущен, то предполагается форма $x + yi$.						
<i>Инженерные</i>	<table border="1"> <tr><td>=КОМПЛЕКСН(2;3)</td></tr> <tr><td>C D E</td></tr> <tr><td>2+3i</td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td>=КОМПЛЕКСН(2,3;"i")</td></tr> <tr><td>C D E</td></tr> <tr><td>2+3i</td></tr> </table>	=КОМПЛЕКСН(2;3)	C D E	2+3i	=КОМПЛЕКСН(2,3;"i")	C D E	2+3i
=КОМПЛЕКСН(2;3)							
C D E							
2+3i							
=КОМПЛЕКСН(2,3;"i")							
C D E							
2+3i							
МНИМ.ДЕЛ (Компл_число1; Компл_число2)	Частное двух комплексных чисел:						
<i>Инженерные</i>	<table border="1"> <tr><td>=МНИМ.ДЕЛ(С1;D1)</td></tr> <tr><td>C D E</td></tr> <tr><td>2+3i 2+i 1,4+0,8i</td></tr> </table> $\frac{(a + bi)}{(c + di)} = \frac{(ac + bd) + (bc - ad)i}{c^2 + d^2}$	=МНИМ.ДЕЛ(С1;D1)	C D E	2+3i 2+i 1,4+0,8i			
=МНИМ.ДЕЛ(С1;D1)							
C D E							
2+3i 2+i 1,4+0,8i							
МНИМ.ПРОИЗВЕД (Компл_число1; Компл_число2; ...)	Произведение комплексных чисел:						
<i>Инженерные</i>	<table border="1"> <tr><td>=МНИМ.ПРОИЗВЕД(С1;D1)</td></tr> <tr><td>C D E</td></tr> <tr><td>2+3i 2+i 1+8i</td></tr> </table> $(a + bi)(c + di) = (ac - bd) + (ad + bc)i$	=МНИМ.ПРОИЗВЕД(С1;D1)	C D E	2+3i 2+i 1+8i			
=МНИМ.ПРОИЗВЕД(С1;D1)							
C D E							
2+3i 2+i 1+8i							
МНИМ.ABS (Компл_число)	Возвращает абсолютную величину (модуль) комплексного числа z : $ z = \sqrt{x^2 + y^2}$, где $z = x + yi$						
<i>Инженерные</i>	<table border="1"> <tr><td>=МНИМ.ABS("3+5i")</td></tr> <tr><td>D E</td></tr> <tr><td>5,830952</td></tr> </table> Компл_число задается в виде текста.	=МНИМ.ABS("3+5i")	D E	5,830952			
=МНИМ.ABS("3+5i")							
D E							
5,830952							

¹ Комплексные числа возвращаются в виде текстового значения.

МНИМ.EXP (компл_число)	Возвращает в виде текста экспоненту комплексного числа, вычисляемую по формуле: $e^{(x+yi)} = e^x e^{yi} = e^x (\cos y + i \sin y)$
<i>Инженерные</i>	


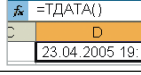
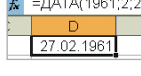
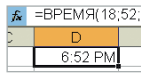
Также в категории **Инженерные** можно найти функции для пороговой проверки числа, вычисления функции ошибок и функций Бесселя.

Функция	Назначение
ПОРОГ (Число; Шаг)	Проверяет, не превышает ли Число порогового значения. Возвращает 1, если число больше или равно пороговому значению; возвращает 0 в противном случае.
<i>Инженерные</i>	
ФОШ (Нижн_граница; Верхн_граница)	Возвращает функцию ошибки, проинтегрированную от значения Нижн_граница до Верхн_граница . $\text{ФОШ}(z) = \frac{2}{\pi} \int_0^z e^{-t^2} dt$ $\text{ФОШ}(z) = \frac{2}{\pi} \int_a^b e^{-t^2} dt = \text{ФОШ}(b) - \text{ФОШ}(a)$
<i>Инженерные</i>	
БЕССЕЛЬ.Ж (X; n)	Функция Бесселя порядка n от переменной x : $J_n(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k! \Gamma(n+k+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{n+2k}$ где $\Gamma(n+k+1) = \int_0^{\infty} e^{-x} x^{n+k} dx$ (это Гамма-функция).
<i>Инженерные</i>	
БЕССЕЛЬ.И (X; n)	Модифицированная функция Бесселя порядка n от переменной x (функция Бесселя для чисто мнимого аргумента): $I_n(x) = (i)^{-n} J_n(ix)$
<i>Инженерные</i>	
БЕССЕЛЬ.У (X; n)	Возвращает функцию Бесселя, которая также называется функцией Вебера или функцией Неймана. $Y_n(x) = \lim_{\nu \rightarrow n} \frac{J_{\nu}(x) \cos(\nu\pi) - J_{-\nu}(x)}{\sin(\nu\pi)}$ где $\text{ФОШ}(z) = \frac{2}{\pi} \int_0^z e^{-t^2} dt$ (это функция ошибки).
<i>Инженерные</i>	
БЕССЕЛЬ.К (X; n)	Модифицированная функция Бесселя порядка n от переменной x (функция Бесселя для чисто мнимого аргумента): $K_n(x) = \frac{p}{2} i^{n+1} [J_n(ix) + iY_n(ix)]$ где J_n и Y_n – функции Бесселя J и Y соответственно.
<i>Инженерные</i>	

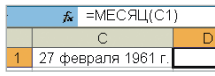
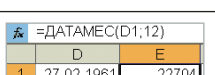

Категория Дата и Время

Перед знакомством с этими функциями полезно вспомнить о форматировании чисел в ячейках рабочего листа, а именно о форматах **Дата** и **Время**¹. Независимо от представления в ячейке, дата и время в Excel – это положительные десятичные числа. Изменив для ячейки форматы **Дата**, **Время**, например, на **Общий** или **Числовой**, нетрудно в этом убедиться. Это справедливо и для результатов некоторых функций, относящимся к категории **Дата** и **Время**.


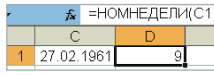
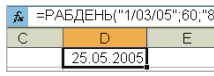
Ввод даты и времени

Функция	Назначение	Примеры
СЕГОДНЯ () <i>Дата и Время</i>	Возвращает текущую дату в формате даты. Эта функция не имеет аргументов.	
ТДАТА () <i>Дата и Время</i>	Возвращает текущую дату и время в формате даты и времени. Эта функция не имеет аргументов.	
ДАТА (Год; Месяц; День) <i>Дата и Время</i>	Преобразует заданные в виде чисел аргументы: Год (от 1900 до 9999), Месяц (от 1 до 12) и День (от 1 до 31) в числовое значение в формате даты.	
ВРЕМЯ (Часы; Минуты; Секунды) <i>Дата и Время</i>	Преобразует заданные в виде чисел аргументы: Часы (от 0 до 24), Минуты (от 0 до 59) и Секунды (от 0 до 59) в числовое значение в формате времени.	

Извлечение данных из дат

Функция	Назначение	Примеры
МЕСЯЦ (Дата в числовом формате) <i>Дата и Время</i>	Возвращает месяц для указанной даты: 1 (Январь) – 12 (Декабрь)	
ДАТАМЕС (Нач_дата; Мес) <i>Дата и Время</i>	Возвращает дату в числовом формате, отстоящую на заданное число месяцев (Мес) от начальной даты (Нач_дата).	
ГОД (Дата в числовом формате) <i>Дата и Время</i>	Возвращает год – целое число от 1900 до 9999.	

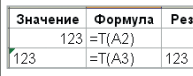
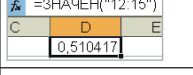
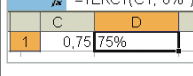
¹ см. о форматировании чисел в параграфе **Формат ячейки** Главы 2.

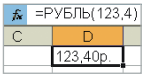
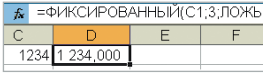

ДЕНЬНЕД (Дата в числовом формате; Тип) <i>Дата и Время</i>	Возвращает число от 1 до 7, соответствующее номеру дня недели для аргумента Дата в числовом формате . Тип (отсчет недели): 1: Вс (1) – Сб (7) 2: Пн (1) – Вс (7) 3: Пн (0) – Вс (6)	
НОМНЕДЕЛИ (Дата в числ_формате; Тип_возвр) <i>Дата и Время</i>	Возвращает номер недели в году для Дата в числ_формате .	
РАБДЕНЬ (Нач_дата; Дни; Выходные) <i>Дата и Время</i>	Возвращает дату в числовом формате, отстоящую вперед или назад на заданное количество рабочих дней (Дни) от Нач_дата . Аргумент Выходные необязателен – это даты, которые нужно дополнительно исключить из рабочих дней (например, праздники).	

Когда речь идет о математической обработке данных, мы, в первую очередь, вспоминаем о числах. Но содержимым ячейки рабочего листа может быть не только число, но и текст. И для того, чтобы найти фрагмент текста, выполнить контекстную замену, соединить несколько текстовых значений и т.д., не нужно напрягать зрение, просматривая ячейки рабочего листа, вручную вводить или подправлять данные. Целый ряд функций Microsoft Excel, выделенных в отдельную категорию, позволяют выполнять самые разнообразные операции над текстовыми значениями.




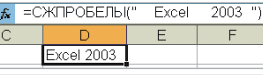
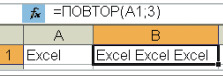

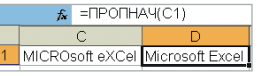
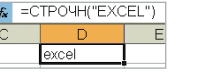
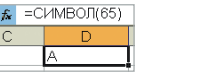
Текстовые функции

Преобразования «Число ↔ Текст»

Функция	Назначение	Примеры
Т (Значение) <i>Текстовые</i>	Проверяет, является ли Значение текстовым, и, если да, возвращает этот текст, если нет – пусто.	
ЗНАЧЕН (Текст) <i>Текстовые</i>	Преобразует Текст (отображающий число) в число.	
ТЕКСТ (Значение; Формат_числа) <i>Текстовые</i>	Преобразует числовое Значение в текст в заданном числовом формате. Формат_числа задается в виде текстовой константы.	

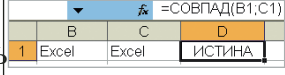

РУБЛЬ (Число; Число_знаков) <i>Текстовые</i>	Преобразует Число в текст, используя денежный формат с заданным Число_знаков после запятой. Если второй аргумент опущен, указываются две цифры.	
ФИКСИРОВАННЫЙ (Число; Число_знаков; Без_разделителей) <i>Текстовые</i>	Преобразует Число в текст с указанным ¹ числом десятичных знаков. Без_разделителей – логическое значение, определяющее, должны (Ложь) или нет (Истина) разделители групп разрядов присутствовать в результате.	 

Операции над символами текста

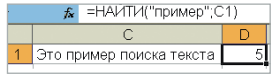
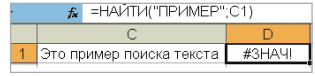
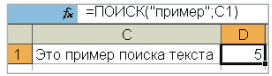
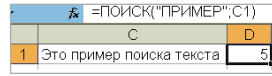
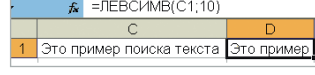

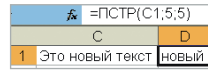


Функция	Назначение	Примеры
ДЛСТР (Текст) <i>Текстовые</i>	Возвращает количество знаков в Тексте .	
КОДСИМВ (Текст) <i>Текстовые</i>	Возвращает числовой код ² первого символа в Тексте .	
ПЕЧСИМВ (Текст) <i>Текстовые</i>	Удаляет из Текста все непечатаемые знаки.	
СЖПРОБЕЛЫ (Текст) <i>Текстовые</i>	Удаляет из Текста все пробелы.	
ПОВТОР (Текст; Число_повторений) <i>Текстовые</i>	Повторяет Текст заданное число раз.	
ПРОПИСН (Текст) <i>Текстовые</i>	Преобразование всех букв Текста в прописные.	
ПРОПНАЧ (Текст) <i>Текстовые</i>	Первые буквы всех слов текста – прописные, остальные – строчные.	
СТРОЧН (Текст) <i>Текстовые</i>	Преобразование всех букв Текста в строчные.	
СИМВОЛ (Число) <i>Текстовые</i>	Возвращает символ с заданным кодом (от 1 до 255).	

¹ Если аргумент **Число_знаков** отсутствует, то после запятой указываются две цифры.

² Код соответствует таблице символов для установленной на компьютере операционной системы (для Windows – ANSI).

СОВПАД (Текст1; Текст2) <i>Текстовые</i>	Проверяет идентичность двух текстовых строк и возвращает значение ИСТИНА или ЛОЖЬ. Прописные и строчные буквы различаются.	 
--	--	--

Поиск и контекстная замена

Функция	Назначение и примеры
НАЙТИ (Искомый_текст; Просматриваемый_текст; Нач_позиция) <i>Текстовые</i>	Возвращает позицию начала Искомого_текста в содержащем ее Просматриваемом_тексте . Если Нач_позиция в Просматриваемом_тексте не задана, просмотр начинается с его первой позиции. Различаются прописные и строчные буквы.  
ПОИСК (Искомый_текст; Текст_для_поиска; Начальная_позиция) <i>Текстовые</i>	Возвращает номер позиции первого вхождения Искомого_текста в Тексте для поиска при чтении слева направо. Не различаются прописные и строчные буквы.  
ЛЕВСИМВ (Текст; Количество_знаков) <i>Текстовые</i>	Возвращает указанное Количество_знаков от начала Текста . 
ПРАВСИМВ (Текст; Количество_знаков) <i>Текстовые</i>	Возвращает указанное Количество_знаков от конца Текста . 
ПСТР (Текст; Начальная_позиция; Количество_знаков) <i>Текстовые</i>	Возвращает заданное Количество_знаков из Текста от Начальной_позиции . 
ПОДСТАВИТЬ (Текст; Стар_текст; Нов_текст; Номер_вхождения) <i>Текстовые</i>	В указанном Тексте заменяет Стар_текст (с учетом регистра знаков) Нов_текстом . Если Стар_текст встречается несколько раз, то можно задать Номер_вхождения , в противном случае заменяется каждое вхождение. 
ЗАМЕНИТЬ (Старый_текст; Нач_поз; Число_знаков; Новый_текст) <i>Текстовые</i>	Заменяет часть текста новым текстом. 

«Склеивание» текста

Функция **СЦЕПИТЬ** позволяет объединить несколько разрозненных текстовых значений в одну ячейку. Например:

Если аргумент является *текстом*, то нужную последовательность символов можно либо задать ссылкой на ячейку, содержащую текст, либо указать явно. При переключении в другое поле набранный текст автоматически будет заключен "в кавычки". При объединении нескольких текстовых строк в одну не забывайте о пробелах, если они должны отделять слова друг от друга¹.

Отдельно отметим, что *конкатенацию*² можно выполнить с помощью формулы, подготовленной и без вызова Мастера функций, — с использованием знака **&**.

	A	B	C	D
1	Фамилия	Имя	Отчество	ФИО
2	Иванов	Петр	Федорович	Иванов Петр Федорович

В завершение обзора категории текстовых функций приведем пример использования вложенных функций³.

	D	E	F	G	H	
1	Иванов	Петр	Федорович	Иванов П.Ф.		

¹ В примере на рисунке аргументы Текст2 и Текст4.

² Объединение нескольких текстовых значений.

³ Специфика подготовки вложенных функций рассматривается ниже, в параграфе **Вложенные функции**.



Выполните практическое задание **4.2** по теме **Организация вычислений в рабочих книгах** из приложения **От теории к практике**.

Это задание поможет освоить специфику текстовых функций, а также познакомит с некоторыми функциями категории **Дата и время**.

Логические функции

Функция Если

Функция **ЕСЛИ** относится к категории *логических функций*. Ее синтаксис требует обязательного задания *логического выражения* — проверяемого условия. Механизм действия такой: когда заданное условие дает результат **ИСТИНА** (условие выполнено), функция **ЕСЛИ** возвращает одно значение, когда **ЛОЖЬ** (условие не выполнено) — другое.

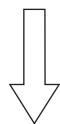
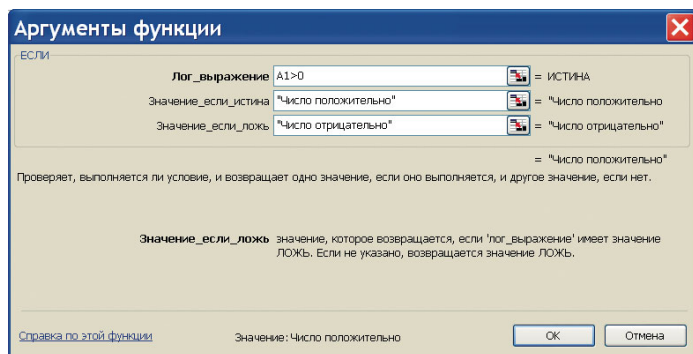
Условие может, например, сравнивать между собой некоторые значения¹. В этом случае используются знаки операций сравнения.

Знак	Операция	Пример условия	Результат ИСТИНА	Результат ЛОЖЬ
=	Равенство	A1 = 5		
<	Строгие неравенства	A1 < 5		
>				
<=	Нестрогие неравенства	A1 >= 5		
<=				

¹ Если в логическом выражении используются ссылки на ячейки, то для сравнения берутся текущие значения этих ячеек.

Отметим, что как слева, так и справа от знака операции сравнения могут стоять вычисляемые перед сравнением выражения, например, $(A1+A2) > (B1/B2)$.

Другие два аргумента функции **ЕСЛИ** – **Значение_если_истина** и **Значение_если_ложь** – указывают возвращаемый этой функцией результат в каждом из двух возможных случаев. В этих полях можно указать текст¹, число, ссылку на другую ячейку, вычисление по формуле.



		A2								
		=ЕСЛИ(A1>0;"Число положительно";"Число отрицательно")								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	5									
2	Число положительно									

Приведем еще несколько примеров, иллюстрирующих возможные аргументы функции **ЕСЛИ**.

		A2				
		=ЕСЛИ(A1>B1;1;-1)				
	A	B	C	D	E	
1	5	0				
2	1					

		A2					
		=ЕСЛИ(A1>B1;A1*10;A1^2)					
	A	B	C	D	E	F	
1	5	0					
2	50						

		A2		
		=ЕСЛИ(C1;A1^2;10)		
	A	B	C	
1	5		=A1>5	
2	=ЕСЛИ(C1;A1^2;10)			



		A2				
		=ЕСЛИ(C1;A1^2;10)				
	A	B	C	D	E	
1	5		ЛОЖЬ			
2	10					

¹ Текстовое значение автоматически будет заключено в кавычки, как только произойдет переключение на другое поле диалогового окна.



Выполните практическое задание 4.3 по теме **Организация вычислений в рабочих книгах** из приложения **От теории к практике**.

Это задание содержит пример использования функции **ЕСЛИ** в организации вычислений на рабочем листе.

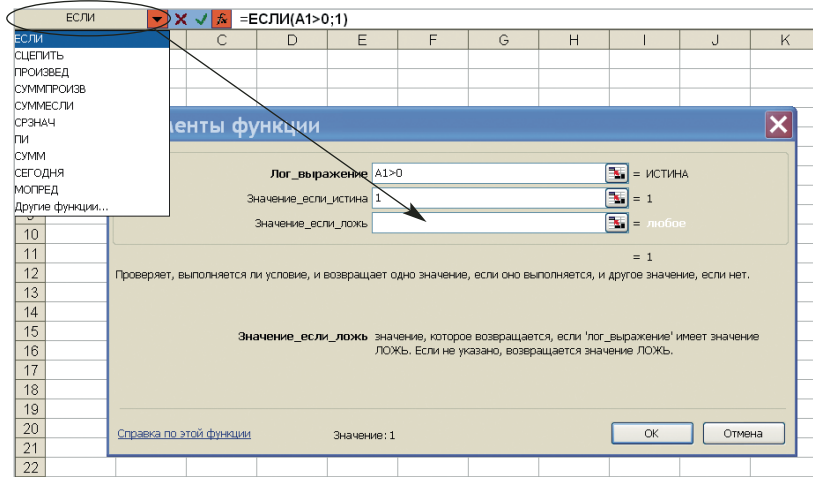
Вложенные функции

Выше уже упоминалось об использовании в формулах вложенных функций, когда в качестве аргументов некоторой функции допускается использование результатов других функций. Рассмотрим эту возможность подробнее.

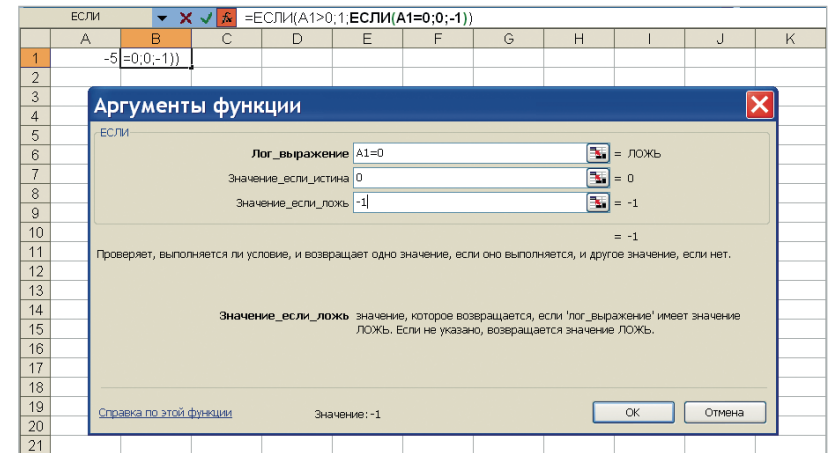
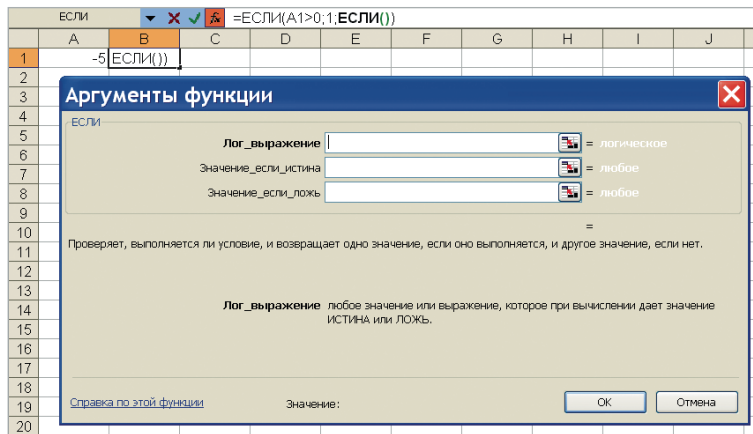
Так, в примере формулы **=ЕСЛИ(СУММ(A1:A9)>0;СРЗНАЧ(A1:A9),0)** функции **СУММ** и **СРЗНАЧ** являются вложенными функциями первого уровня по отношению к функции **ЕСЛИ**. Разрешается до семи уровней вложения функций. При этом важно следить за тем, чтобы вложенная функция, используемая в качестве аргумента, возвращала соответствующий этому аргументу тип данных.

О возможности вложения функций неплохо вспомнить, когда требуется организовать в вычислениях последовательную проверку нескольких условий, которая должна осуществляться в зависимости от выполнения или невыполнения предшествующего условия. Обычно такие задачи решаются с помощью вложенных функций **ЕСЛИ**. Последовательность построения вложенных функций рассмотрим на простом примере.

Пусть значение в ячейке **B1** должно принимать одно из трех значений: **1** (если в ячейке **A1** положительное число), **-1** (если отрицательное), **0** (если в ячейке **A1** ноль). Как составить такую функцию? Прежде всего, вызвать для ячейки **B1** функцию **ЕСЛИ** и начальным условием для проверки поставить, например, **A1>0**. В этом случае для решения поставленной задачи параметр **Значение_если_ложь** потребует дополнительной проверки, организовать которую можно через вложенную функцию **ЕСЛИ**. Для этого нужно перейти в диалоговом окне задания аргументов функции **ЕСЛИ** к полю **Значение_если_ложь** и затем щелкнуть по имени **ЕСЛИ** в доступном списке вложенных функций.



По такой команде на месте текущего окна задания аргументов функции **ЕСЛИ** появится аналогичное, в котором нужно задать дополнительное условие и два возможных результата.



Щелчок по кнопке **ОК** завершит ввод сложной формулы и отразит в ячейке соответствующее значение.

	A	B	C	D	E	F
1	-5	-1				

Функции **И**, **ИЛИ**, **НЕ**

Как в функциях, использующих проверку условий, в качестве аргумента **Логическое значение** задать проверку не одного, а сразу нескольких условий? Для этого используются логические функции **И** и **ИЛИ**, позволяющие объединить несколько логических выражений. Результат функции **И** — *логического умножения* — будет **ИСТИНА**, если все аргументы этой функции принимают значения **ИСТИНА**, в противном случае результатом будет **ЛОЖЬ**. Для истинности же результата функции **ИЛИ** — *логического сложения* — достаточно, чтобы хотя бы один из ее аргументов принимал значение **ИСТИНА**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	5	0							
2	Условие	ложно							

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	5	0							
2	Условие	истинно							

Функция **НЕ** – логическое отрицание – возможность изменения логического значения на противоположное (ЛОЖЬ на ИСТИНА, а ИСТИНА на ЛОЖЬ).

	A2	=ЕСЛИ(НЕ(A1>=0);"Число отрицательно";"Число положительно")								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	-5	0								
2	Число отрицательно									

В категорию **Логические** входят еще две функции – **ИСТИНА** и **ЛОЖЬ**. Эти функции не имеют аргументов и, соразмерно своему имени, просто возвращают соответствующее логическое значение.

	=ИСТИНА()	
	C	D
1	ИСТИНА	

Ссылки и массивы

В этой категории можно найти функции, которые оперируют «координатами»¹ ячеек рабочего листа, позволяют извлечь значения одних ячеек, исходя из местоположения других на рабочем листе, и т.д. Итак, рассмотрим некоторые из функций категории **Ссылки и массивы**.

Так, функции **Строка** и **Столбец** возвращают определяемые ссылкой номер строки или столбца соответственно. Если аргумент **Ссылка** отсутствует, то предполагается, что это ссылка на ячейку, в которой находится сама функция.

	D1					=СТОЛБЕЦ(B1)				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	2	20								
2	3	13								
3	4	45								
4	5	87								

	D1					=СТРОКА()				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	2	20								
2	3	13								
3	4	45								
4	5	87								

Функции **ЧСТРОК** и **ЧИСЛСТОЛЬ** возвращают количество строк или столбцов в заданном диапазоне ячеек.

	D1					=ЧСТРОК(A1:B4)				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	2	20								
2	3	13								
3	4	45								
4	5	87								

	D1					=ЧИСЛСТОЛЬ(A1:B4)				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	2	20								
2	3	13								
3	4	45								
4	5	87								

Функция **АДРЕС** создает в виде текста адрес ячейки по заданным номерам строки и столбца.

	C1					=АДРЕС(2;3;1;"Лист2")				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Лист2!\$C\$2							
2										
3										

¹ Назовем так номера строк или столбцов, на пересечении которых находятся ячейка.

Для ссылки, создаваемой функцией **АДРЕС**, есть возможность явно указать тип¹ (абсолютная, относительная или смешанная) и *стиль* (**A1** или **R1C1**).

Тип_ссылки:
1 – \$A\$1
2 – A\$1
3 – \$A1
4 – A1

Если для A1 задать ЛОЖЬ, будет возвращение ссылки в стиле R1C1

Имя_листа используется для внешних ссылок

Возвращает ссылку на одну ячейку в рабочем листе в виде текста.

Номер_строки: Номер строки, используемый в ссылке ячейки; для строки равен 1.

Значение: Лист2!C2

Функция **СМЕЩ** формирует ссылку на диапазон, отстоящий от заданного адреса ячейки (или диапазона ячеек) на определенное число строк и столбцов. Возвращаемая ссылка может быть отдельной ячейкой – или диапазоном ячеек, если явно указать количество возвращаемых строк и столбцов. Примеры проиллюстрируют «механизм работы» функции **СМЕЩ**.

	E9					=СМЕЩ(B2;2;2)				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1	2	3	4	5					
2	2	3	4	5	6					
3	3	4	5	6	7					
4	4	5	6	7	8					
5	5	6	7	8	9					
6	6	7	8	9	10					
7	7	8	9	10	11					
8										
9										
10										

	E9					=СУММ(СМЕЩ(A1;4;3;2;2))				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1	2	3	4	5					
2	2	3	4	5	6					
3	3	4	5	6	7					
4	4	5	6	7	8					
5	5	6	7	8	9					
6	6	7	8	9	10					
7	7	8	9	10	11					
8										
9										
10										

Функция **ИНДЕКС** возвращает результат по указанным номерам строки и столбца. Она имеет две синтаксические формы: массив и ссылка.

ИНДЕКС

Данная функция имеет разные списки аргументов. Выберите один из них.

Аргументы:

Массив;номер_строки;номер_столбца

(ссылка;номер_строки;номер_столбца;номер_области)

Справка по этой функции

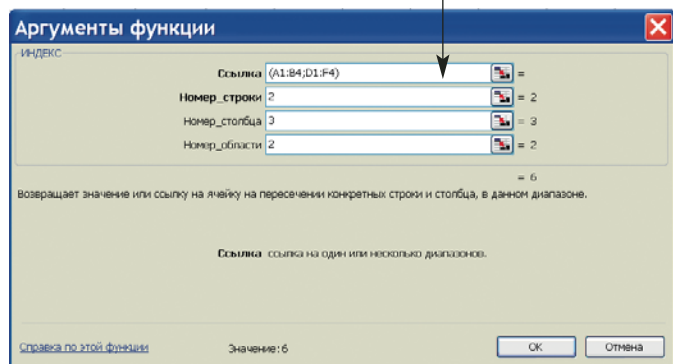
¹ Различные типы ссылок на ячейки рабочего листа были рассмотрены в Главе 2, в параграфе **Виды ссылок на ячейки, используемые в формулах**.

Функция **ИНДЕКС** в форме массива должна иметь следующие аргументы – **Массив**, содержащий искомое значение, **Номер_строки** и **Номер_столбца** внутри этого массива, на пересечении которых находится результат. Если массив содержит только строку или столбец, один из аргументов, **Номер_строки** или **Номер_столбца**, становится необязательным.

Для ссылочной формы функции **ИНДЕКС** результат формируется в виде ссылки на соответствующую ячейку. Эта форма допускает большее число аргументов.

	A	B	C	D	E
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9
6	6	7	8	9	10
7	7	8	9	10	11
8					
9					5
10					

Одна или несколько областей – диапазонов смежных ячеек



Так, в качестве первого аргумента можно указать ссылки не на одну, а на несколько областей ячеек, при этом последний аргумент **Номер_области** задает номер той, в которой находится искомая ссылка.

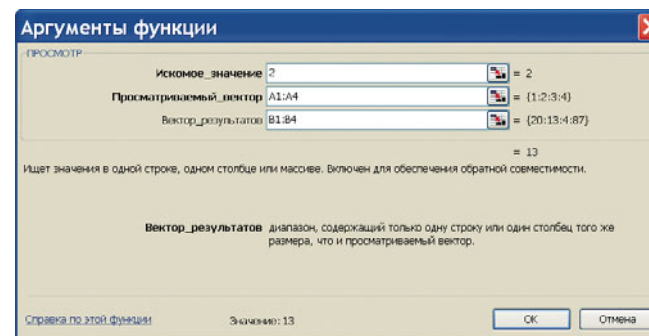
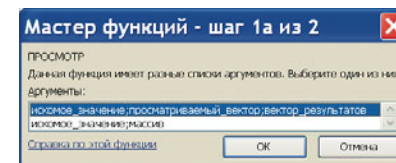
	A	B	C	D	E	F
1	1	2		3	4	5
2	2	3		4	5	6
3	3	4		5	6	7
4	4	5		6	7	8
5						
6						6

В этом примере функция **ИНДЕКС** определяет ячейку на пересечении второй строки и третьего столбца во второй из областей, указанных в аргументе **Ссылка**.

Функции поиска в массивах данных

Функция **ПРОСМОТР** имеет две синтаксические формы, которые позволяют организовать поиск либо по вектору значений, либо в массиве, заданном таблицей. Рассмотрим каждую из этих возможностей.

Для векторной формы задаются такие аргументы.




Искомое_значение ищется в **Просматриваемом_векторе** и возвращает значение из **Вектора_результатов**, совпадающее по номеру с найденным элементом просматриваемого вектора.

Особо отметим следующие важные моменты.

	A	B	C	D	E	F
1	1	20		13		
2	2	13				
3	3	4				
4	4	87				
5						

- ✓ **Просматриваемый_вектор** и **Вектор_результатов** должны быть либо строкой, либо столбцом и обязательно иметь одинаковую размерность¹.
- ✓ Значения **Просматриваемого_вектора** должны быть упорядочены по возрастанию². В противном случае может быть возвращено неверное значение.
- ✓ Если в **Просматриваемый_векторе** находятся текстовые значения, регистр букв при поиске не учитывается.

¹ Размерность – это количество элементов.

² Подробно возможности сортировки будут рассматриваться в Главе 6 **Списки в Excel**. Здесь же упомянем о кнопке сортировки по возрастанию  в панели инструментов **Стандартная**, позволяющей быстро упорядочить данные в столбце, внутри которого находится активная ячейка.

- ✓ Если точного совпадения с **Искомым значением** не найдено, то подходящим считается наибольшее значение из **Просматриваемого вектора**, которое меньше, чем искомое.

D1		=ПРОСМОТР(3,5;A1:A4;B1:B4)				
	A	B	C	D	E	F
1	2	20		13		
2	3	13				
3	4	45				
4	5	87				
5						

- ✓ Если **Искомое значение** меньше, чем наименьшее значение в аргументе **Просматриваемый вектор**, то функция **ПРОСМОТР** возвращает значение ошибки **#Н/Д**.

D1		=ПРОСМОТР(1;A1:A4;B1:B4)				
	A	B	C	D	E	F
1	2	20		#Н/Д		
2	3	13				
3	4	45				
4	5	87				
5						

Вторая синтаксическая форма функции **ПРОСМОТР** предназначена для поиска данных в табличных массивах и возвращает значение из последней строки или последнего столбца таблицы. Если таблица вертикальная (вытянута по высоте) или квадратная, то просматривается первый столбец, а значение, соответствующее по номеру строки найденному, извлекается из последнего столбца такой таблицы.

G2		=ПРОСМОТР(\$F\$2;A1:D179)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Ануфриева	Татьяна	Сергеевна	101		Фамилия	Группа
2	Бахарев	Михаил	Николаевич	101		Бубликов	101
3	Бочаева	Дана	Алексеевна	101			
4	Воробьева	Татьяна	Сергеевна	101			
5	Докукин	Алексей	Николаевич	101			
6	Дунаева	Анна	Алексеевна	101			
7	Бубликов	Алексей	Николаевич	101			
8	Казарбеян	Граир	Мартirosович	101			
9	Крылецкий	Алексей	Дмитриевич	101			
10	Лапонин	Михаил	Владимирович	101			
11	Нестеров	Николай	Владимирович	101			
12	Павленко	Алексей	Алексеевич	101			
13	Павловский	Богдан	Филиппович	101			
14	Рыбалко	Вера	Александровна	101			
15	Семенчук	Маргарита	Викторовна	101			
16	Тазобекова	Агуль	Мергеновна	101			
17	Фоменко	Юлия	Валериановна	101			
18	Черняк	Виктория	Владимировна	101			
19	Яшкин	Николай	Владимирович	101			
20	Акопский	Вилен	Владимирович	102			
21	Вдовиченко	Борис	Константинович	102			
22	Витковская	Наталья	Борисовна	102			
23	Георгадзе	Георгий	Теймуразович	102			
24	Дергунова	Светлана	Александровна	102			

Для горизонтальной (вытянутой в ширину) таблицы **Искомое значение** ищется в первой ее строке, а соответствующий результат всегда извлекается из последней строки таблицы.

A8		=ПРОСМОТР(4;A2:L5)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1	86	76	91	84	94	99	112	109	94	74	66	79	
2	43	28	35	42	44	48	44	55	59	39	58	44	
3	79	71	109	89	76	61	56	61	79	86	84	99	
4													
5													
6													
7													
8	89												

Можно ли получить данные из любых столбцов или строк просматриваемой таблицы, а не только из последних? В этом случае рекомендуется обратиться к возможностям функций **ВПР** и **ГПР**, вертикального и горизонтального просмотра соответственно.

Приведем пример задания аргументов функции **ВПР**.

B9		=ВПР(I2;A1:G180;2)									
	№ п/п	Фамилия	Имя	Отчество	Группа	Рейтинг	Пол				
1	1	Ануфриева	Татьяна	Сергеевна	101	45,5	жен				29
2	2	Бахарев	Михаил	Николаевич	101	27,5	муж				
3	3	Бочаева	Дана	Алексеевна	101	33,1	жен				
4	4	Воробьева									
5	5	Докукин									
6	6	Дунаева									
7	7	Бубликов									
8	8	Казарбеян									
9	9	Крылецкий									
10	10	Лапонин									
11	11	Нестеров									
12	12	Павленко									
13	13	Павловский									
14	14	Рыбалко									
15	15	Семенчук									
16	16	Тазобекова									
17	17	Фоменко									
18	18	Черняк									
19	19	Яшкин									
20	20	Акопский									
21	21	Вдовиченко									
22	22	Витковская									
23	23	Георгадзе	Георгий	Теймуразович	102	12,4	муж				
24	24	Дергунова	Светлана	Александровна	102	33,9	жен				
25	25	Зуфман	Аркадий	Павлович	102	15,1	муж				
26	26	Карасева	Ольга	Салгеевна	102	16,4	жен				
27											

Искомое значение – это значение, которое должно быть найдено в первом столбце заданной таблицы. Оно может быть указано ссылкой (как в примере на рисунке) или конкретным значением. Не забывайте о том, что для получения правильных данных первый столбец **Таблицы** должен быть упорядочен по возрастанию. Если в первом столбце находятся текстовые значения, они сравниваются с **Искомым значением** без учета регистра букв.

При задании аргумента **Таблица** можно использовать ссылку на соответствующий диапазон ячеек или его имя.

Номер столбца – это номер столбца в **Таблице**, из которого должно быть извлечено соответствующее значение. В нашем примере, приведенном на рисунке выше, по заданному номеру «2» возвращается значение из столбца фамилий. Нетрудно догадаться, что по номеру «5» для этого примера из приведенного списка был бы получен номер соответ-

ствующей группы. Если **Номер_столбца** задан значением меньше 1 или больше, чем количество столбцов в **Таблице**, то функция **ВПР** возвращает значение ошибки **#ИМЯ!**.

I2 =ВПР(13;A2:C180;5)									
№ п/п	Фамилия	Имя	Отчество	Группа	Рейтинг	Пол			
1	Ануфриева	Татьяна	Сергеевна	101	45,5	жен			
2	Бахарев	Михаил	Николаевич	101	27,5	муж			
3	Бочаева	Дана	Алексеевна	101	33,1	жен			
4	Воробьева	Татьяна	Сергеевна	101	46,8	жен			
5	Докукин	Алексей	Николаевич	101	11,2	муж			
6	Дунаева	Анна	Алексеевна	101	30,8	жен			
7	Бубликов	Алексей	Николаевич	101	13,7	муж			
8	Казарбегян	Грайр	Мартirosович	101	38,3	муж			
9	Крылецкий	Алексей	Дмитриевич	101	41,6	муж			
10	Лапонин	Михаил	Владимирович	101	45,1	муж			
11	Нестеров	Николай	Владимирович	101	33,8	муж			
12	Павленко	Алексей	Алексеевич	101	15,0	муж			
13	Павловский	Богдан	Филиппович	101	23,0	муж			
14	Рыбалко	Вера	Александровна	101	14,6	жен			
15	Семенчук	Маргарита	Викторовна	101	10,7	жен			

Последний, необязательный аргумент функции называется **Интервальный_просмотр**. Это логическое значение, которое определяет, нужно ли, чтобы функция **ВПР** искала в первом столбце таблицы точное или приближенное соответствие **Искомому_значению**. Если аргумент **Интервальный_просмотр** имеет значение **ИСТИНА** или опущен, то возвращается приблизительно соответствующее значение. Это значит, что если точное соответствие не найдено, то подходящим считается наибольшее значение из первого столбца таблицы, которое меньше, чем **Искомое_значение**.

I1 =ВПР(H1;A1:F26;5)									
№ п/п	Фамилия	Имя	Отчество	Группа	Рейтинг	Пол			
1	Ануфриева	Татьяна	Сергеевна	50	310	15500			
2	Бахарев	Михаил	Николаевич	30	480	14400			
3	Бочаева	Дана	Алексеевна	40	20	800			
4	Воробьева	Татьяна	Сергеевна	130	6	780			
5	Докукин	Алексей	Николаевич	5	112	560			
6	Дунаева	Анна	Алексеевна	80	120	9600			
7	Бубликов	Алексей	Николаевич	50	310	15500			
8	Казарбегян	Грайр	Мартirosович	20	480	9600			
9	Крылецкий	Алексей	Дмитриевич	50	25	1250			
10	Лапонин	Михаил	Владимирович	100	6	600			
11	Нестеров	Николай	Владимирович	150	250	37500			
12	Павленко	Алексей	Алексеевич	100	150	15000			
13	Павловский	Богдан	Филиппович	300	4	1200			
14	Рыбалко	Вера	Александровна	20	750	15000			
15	Семенчук	Маргарита	Викторовна	30	290	8700			
16	Ануфриева	Татьяна	Сергеевна	90	120	10800			
17	Бахарев	Михаил	Николаевич	50	22	1100			
18	Бочаева	Дана	Алексеевна	5	103	515			
19	Воробьева	Татьяна	Сергеевна	250	25	6250			

Если аргумент **Интервальный_просмотр** имеет значение **ЛОЖЬ**, то функция **ВПР** ищет точное соответствие **Искомому_значению** в первом столбце¹. Если точного соответствия не найдено, то возвращается значение ошибки **#Н/Д**.

¹ В этом случае первый столбец таблицы можно и не отсортировать по возрастанию.

H2 =ВПР(H1;A1:F26;5;ЛОЖЬ)									
№ п/п	Фамилия	Имя	Отчество	Группа	Рейтинг	Пол			
1	Ануфриева	Татьяна	Сергеевна	50	310	15500			
2	Бахарев	Михаил	Николаевич	30	480	14400			
3	Бочаева	Дана	Алексеевна	40	20	800			
4	Воробьева	Татьяна	Сергеевна	130	6	780			
5	Докукин	Алексей	Николаевич	5	112	560			
6	Дунаева	Анна	Алексеевна	80	120	9600			
7	Бубликов	Алексей	Николаевич	50	310	15500			

Ошибка **#Н/Д** возвращается также в случае, если **Искомое_значение** меньше, чем наименьшее значение в первом столбце таблицы.

H2 =ВПР(H1;A1:F26;5;ЛОЖЬ)									
№ п/п	Фамилия	Имя	Отчество	Группа	Рейтинг	Пол			
1	Ануфриева	Татьяна	Сергеевна	50	310	15500			
2	Бахарев	Михаил	Николаевич	30	480	14400			
3	Бочаева	Дана	Алексеевна	40	20	800			
4	Воробьева	Татьяна	Сергеевна	130	6	780			

Функция **ГПР** – горизонтальный поиск – по своему назначению и принципам действия аналогична функции **ВПР**, с той лишь разницей, что **Искомое_значение** ищется в первой строке указанной таблицы, а данные извлекаются по номерам строк, а не столбцов.

A8 =ГПР("Sep";A1:L5;3;ЛОЖЬ)												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	86	76	91	84	94	99	112	109	94	74	66	79
3	43	28	35	42	44	48	44	55	59	39	58	44
4	79	71	109	89	76	61	58	61	79	86	84	99
5												
6												
7												
8	94											



Выполните практическое задание 4.4 по теме **Организация вычислений в рабочих книгах** из приложения **От теории к практике**.

Это задание продемонстрирует на практике возможности и специфику функций просмотра из категории **Ссылки и массивы**.

Формула массива

Рассматривая выше аргументы некоторых функций, мы уже сталкивались с понятием *массива*. Очевидно, что самое общее понятие массива подразумевает некоторую совокупность величин. Каждую из таких величин обычно называют *элементом массива*.

В Microsoft Excel предусмотрена возможность оперировать с массивами данных как с «единым целым», объединяя их элементы *формулой массива*. Ввод такой формулы для элементов массива всегда должен подтверждаться одновременным нажатием **Ctrl + Shift + Enter**. Приведем небольшой пример, который поможет понять эту специфику.

Предположим, на рабочем листе имеется два ряда числовых значений с одинаковым количеством элементов. Нужно получить новый ряд значений, каждое из которых является произведением соответствующих элементов исходных рядов ($c_i = a_i * b_i$). Решим эту задачу с использованием формулы массива.

Перед созданием формулы массива необходимо выделить диапазон ячеек (**C2:C6**) для размещения значений всех элементов массива, а уже затем начинать составление формулы.

	A	B	C	D
1	A	B	C	D
2		10	-6	
3		2	13	
4		4	1	
5		-7	2	
6		5	27	
7				

Ввести знак равенства, как признак формулы в ячейке, отметить диапазон ячеек (**A2:A6**), ввести знак умножения, отметить диапазон ячеек (**B2:B6**).

	A	B	C	D	E
1	A	B	C	D	E
2		10	-6		
3		2	13		
4		4	1		
5		-7	2		
6		5	27		

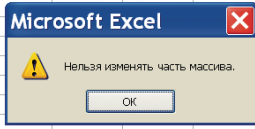
Подтвердить ввод формулы массива одновременным нажатием клавиш **Ctrl + Shift + Enter**.

Формула массива всегда заключена в фигурные скобки (в нашем примере **{=A2:A6*B2:B6}**).

	A	B	C	D	E
1	A	B	C	D	E
2		10	-6		
3		2	13		
4		4	1		
5		-7	2		
6		5	27		

Для всех ячеек, являющихся элементами массива, содержимое строки формул одинаково, и отредактировать или удалить формулу можно лишь для всего массива целиком. Так, например, при попытке очистить содержимое только одной ячейки массива будет получено напоминание:

	A	B	C	D	E	F	G
1	A	B	C	D	E	F	G
2		10	-6				
3		2	13				
4		4	1				
5		-7	2				
6		5	27				
7							



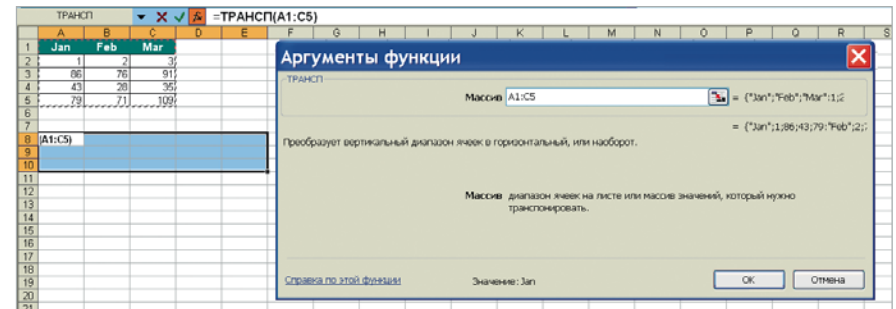
Чтобы отредактировать формулу массива, нужно сделать активной ячейкой листа любую из ячеек его элементов и щелкнуть по строке формул – появится текстовый курсор, а фигурные скобки исчезнут. После того, как внесены необходимые изменения, подтвердить новую формулу клавишами **Ctrl + Shift + Enter** – значения будут пересчитаны во всех элементах массива.

Для удаления массива нужно выделить все его элементы и подать команду удаления.

Функция **ТРАНСП**

Эту функцию можно найти в категории **Ссылки и массивы**. Она используется для транспонирования массивов – преобразования вертикального диапазона значений в горизонтальный и наоборот. Мы уже рассматривали возможность транспонирования данных на рабочем листе посредством буфера обмена¹. Теперь же на примере этой функции мы продолжим разговор о формулах массивов.

У функции **ТРАНСП** есть только один аргумент – **массив**. Подготовку формулы начинают с выделения диапазона ячеек, который имеет столько же строк и столбцов, сколько столбцов и строк имеет аргумент **массив**. Затем, вызвав функцию и указав аргумент в поле **массив**, следует нажать **Ctrl + Shift + Enter**.



Ctrl + Shift + Enter

	A	B	C	D	E	F	G
1	Jan	Feb	Mar				
2	1	2	3				
3	86	76	91				
4	43	28	35				
5	79	71	109				
6							
7							
8	Jan	1	86	43	79		
9	Feb	2	76	28	71		
10	Mar	3	91	35	109		
11							

¹ Через команду **Правка** ⇒ **Специальная вставка...**

Функция ЛИНЕЙН

В процессе обработки результатов эксперимента – массивов числовых значений $\{x_i\}$ и $\{y_i\}$ – часто встает задача аппроксимации полученных данных линейной зависимостью общего вида $y = ax + b$. Другими словами, через экспериментальные точки нужно наилучшим образом провести прямую линию. Для решения такой задачи используют метод наименьших квадратов.

Основываясь на этом методе, функция **ЛИНЕЙН** возвращает коэффициенты прямой, и, при необходимости, массив различных статистических характеристик (стандартные ошибки, сумму квадратов регрессии и т.д.). Перед вызовом функции **ЛИНЕЙН** нужно указать диапазон ячеек, достаточный для размещения значений, возвращаемых функцией. В этом примере мы ограничимся только подсчетом двух коэффициентов прямой, поэтому на рабочем листе следует выделить две ячейки

	A	B	C	D	E
1	x_i	y_i		Коэффициенты прямой	
2	9,54	-30,29		a	b
3	0,96	0,9			
4	8,35	-25,37			
5	3,5	-7,57			
6	9,44	-29,99			
7	7,18	-21			
8	5,99	-17,22			
9	5,92	-16,75			
10	7,37	-22,26			
11	4,47	-11,82			
12					

и вызвать функцию **ЛИНЕЙН** из категории **Статистические**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	x_i	y_i		Коэффициенты прямой					
2	9,54	-30,29		a	b				
3	0,96	0,9		=					
4	8,35	-25,37							
5	3,5	-7,57							
6	9,44	-29,99							
7	7,18	-21							
8	5,99	-17,22							
9	5,92	-16,75							
10	7,37	-22,26							
11	4,47	-11,82							
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									

Мастер функций - шаг 1 из 2

Поиск функции:

Введите краткое описание действия, которое нужно выполнить, и нажмите кнопку "Найти"

Найти

Категория: Статистические

Выберите функцию:

- КОВАР
- КОРРЕЛ
- КРИТИЧНОМ
- ЛГРФПРИБЛ
- ЛИНЕЙН**
- ЛОГНОРМОБР
- ЛОГНОРМАСП

ЛИНЕЙН(известные_значения_у;известные_значения_х;конст;...)

Возвращает параметры линейного приближения по методу наименьших квадратов.

Справка по этой функции

OK Отмена

На втором шаге *Мастера функций* нужно задать аргументы, а именно массивы известных значений Y и X .

Аргументы функции

ЛИНЕЙН

Известные_значения_у: B2:B11 = {-30,29;0,9;-25,37;-7,57}

Известные_значения_х: A2:A11 = {9,54;0,96;8,35;3,5;9,44;7,18;5,99;5,92;7,37;4,47}

Конст: = логическое

Статистика: = логическое

Возвращает параметры линейного приближения по методу наименьших квадратов.

Значение: -3,643231707

OK Отмена

Обратите внимание, что Известные_значения_х не является обязательным аргументом. Если он не задан, то предполагается, что это массив $\{1, 2, 3, \dots\}$ такой же размерности, как массив **Известные_значения_у**.

К необязательным аргументам этой функции относятся также **Конст** и **Статистика**. Что они определяют при вычислении функции **ЛИНЕЙН**? Оба они являются логическими значениями. Аргумент **Конст** определяет, требуется ли вычисление коэффициента b в уравнении прямой, или же он равен нулю. Если аргумент **Конст** задан как **ЛОЖЬ**, то расчет производится для уравнения вида $y = ax$, если же **Конст** не указан, он полагается равным **ИСТИНА** и возвращает коэффициент b (что и требуется для нашего примера).

Назначение аргумента **Статистика** будет рассмотрено чуть ниже, в следующем примере этого параграфа. Пока же оставим поле **Статистика** пустым (что равноценно для него значению **ЛОЖЬ**) и на этом завершим задание аргументов функции.

Привычный щелчок по кнопке **OK** в диалоговом окне для нашего примера будет ошибочным – вместо возвращения массива коэффициентов прямой, только в одной из выделенных ячеек появится значение коэффициента a .

Правильным для функции **ЛИНЕЙН** будет завершение ввода формулы массива – комбинация клавиш **Ctrl + Shift + Enter**.

	A	B	C	D	E
1	x_i	y_i		Коэффициенты прямой	
2	9,54	-30,29		a	b
3	0,96	0,9		-3,643231711	4,71334927
4	8,35	-25,37			
5	3,5	-7,57			
6	9,44	-29,99			
7	7,18	-21			
8	5,99	-17,22			
9	5,92	-16,75			
10	7,37	-22,26			
11	4,47	-11,82			

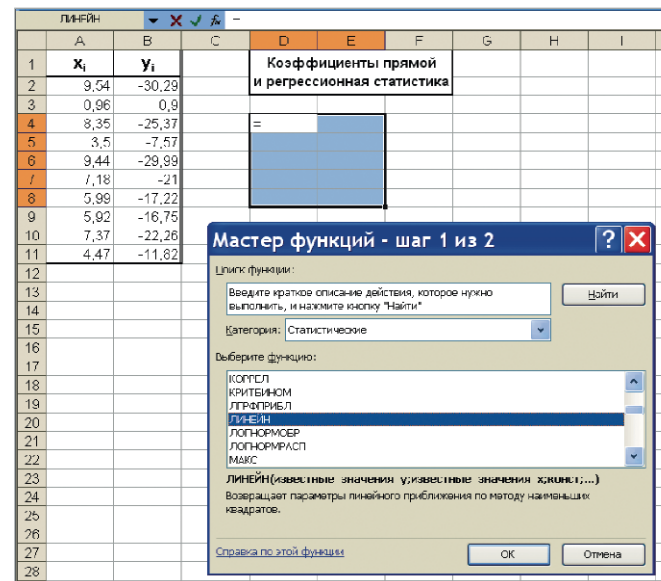
Именно по этой команде в две ячейки, которые были указаны перед вызовом функции, будут возвращены вычисленные значения коэффициентов прямой.

Теперь рассмотрим назначение возможного при вызове функции **ЛИНЕЙН** аргумента **Статистика** – от того, как он задан, зависит, нужно ли вычислить только коэффициенты прямой, или же, в дополнение к ним, вернуть *регрессионную статистику*.

Для рассматриваемой нами линейной модели *дополнительная регрессионная статистика* включает значения следующих статистических величин:

<i>Стандартное значение ошибки для коэффициента a</i>	<i>Стандартная значение ошибки для коэффициента b</i>
<i>Коэффициент детерминированности, или коэффициент корреляции</i> Если он равен 1, то имеет место полная корреляция с моделью, если равен 0, то уравнение регрессии неудачно для предсказания значений y.	<i>Стандартная ошибка для оценки y</i>
<i>F-статистика, или F-наблюдаемое значение</i> F-статистика используется для определения того, является ли наблюдаемая взаимосвязь между зависимой и независимой переменными случайной или нет.	<i>Степени свободы</i> Степени свободы полезны для нахождения F-критических значений в статистической таблице. Для определения уровня надежности модели нужно сравнить значения в таблице с F-статистикой, возвращаемой функцией ЛИНЕЙН .
<i>Регрессионная сумма квадратов</i>	<i>Остаточная сумма квадратов</i>

Для получения в результате выполнения функции **ЛИНЕЙН** и двух коэффициентов прямой, и указанных в таблице выше статистических величин нужно сначала выделить на рабочем листе десять свободных ячеек (диапазон из двух столбцов и пяти строк), и только после этого вызвать **Мастер функций** и выбрать **ЛИНЕЙН**.



На втором шаге **Мастера функций** для аргумента **Статистика** нужно указать значение **ИСТИНА** (или 1), чтобы была возвращена дополнительная регрессионная статистика, и подтвердить ввод формулы нажатием клавиш **Ctrl + Shift + Enter**.

	A	B	C	D	E	F
1	X_i	Y_i		Коэффициенты прямой и регрессионная статистика		
2	9,54	-30,29				
3	0,96	0,9				
4	8,35	-25,37		-3,64323	4,713349	
5	3,5	-7,57		0,040891	0,277272	
6	9,44	-29,99		0,998993	0,333242	
7	7,18	-21		7938,314	8	
8	5,99	-17,22		881,5508	0,888401	
9	5,92	-16,75				
10	7,37	-22,26				
11	4,47	-11,82				
12						

Кoeffициенты прямой

Дополнительная регрессионная статистика (значения статистических величин возвращены в порядке, аналогичном их перечислению в приведенной выше таблице)

Поскольку вычисления в Microsoft Excel производятся с точностью примерно 16 значащих цифр, могут иметь место ошибки округления. Так, ожидаемые в примере на рисунке нулевые значения представлены бесконечно малыми числовыми величинами в экспоненциальном формате чисел.

Функция **МУМНОЖ** возвращает значение ошибки **#ЗНАЧ!**, если:

- ✓ хотя бы одна ячейка в аргументах пуста или содержит текст;
- ✓ число столбцов в аргументе **Массив1** отличается от числа строк в аргументе **Массив2**.

Определитель матрицы

Определитель матрицы — это число, вычисляемое на основе значений элементов квадратной¹ матрицы.

Например, для матрицы, представленной числовым массивом в ячейках **A1:C3**, состоящей из трех строк и трех столбцов, определитель вычисляется так:

	A	B	C	D
1	A1	B1	C1	
2	A2	B2	C2	
3	A3	B3	C3	
4				
5				

$$D = A1*(B2*C3 - B3*C2) + A2*(B3*C1 - B1*C3) + A3*(B1*C2 - B2*C1)$$

Функция **МОПРЕД** возвращает определитель матрицы, числовые элементы которой заданы аргументом **Массив**.

МОПРЕД =МОПРЕД(A2:C4)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
				Определитель матрицы:	(A2:C4)							
1												
2	1,3	4	1,5									
3	2	5,1	6									
4	5	-1,8	2,3									
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												

Аргументы функции

МОПРЕД

Массив: A2:C4 = {1,3;4;1,5;2,5;1,6;5;-}

Возвращает определитель матрицы (матрица хранится в массиве).

Массив: числовой массив с равным количеством строк и столбцов, диапазон ячеек или массив.

Значение: 87,239

OK Отмена

F1 =МОПРЕД(A2:C4)

A	B	C	D	E	F
				Определитель матрицы:	87,239
1					
2	1,3	4	1,5		
3	2	5,1	6		
4	5	-1,8	2,3		
5					

¹ Матрица с одинаковым количеством строк и столбцов.

Функция **МОПРЕД** возвращает значение ошибки **#ЗНАЧ!**, если:

- ✓ хотя бы одна ячейка в аргументах пуста или содержит текст;
- ✓ аргумент **Массив** имеет различное число строк и столбцов.

На этом мы заканчиваем обзор встроенных функций и переходим к знакомству с возможностями Microsoft Excel, которые позволяют решать задачи, относящиеся к анализу данных «Что-если», а именно — находить и оценивать значения одного или нескольких параметров для некоторого предполагаемого решения.

«Что — если»

До сих пор мы рассматривали «прямые» вычисления. При этом известные исходные данные заносятся во влияющие ячейки, а в зависимой ячейке по заданной формуле вычисляется результат. С точки зрения математики, речь идет просто о вычислении значения некоторой функции: $F(x_1, x_2, \dots)$.

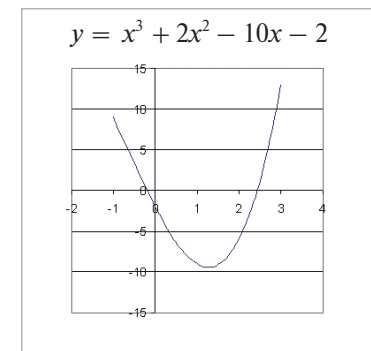
Обратная же задача начинается с задания желаемого результата вычислений. Ее решение состоит в поиске таких значений влияющих ячеек, которые обеспечат этот результат. Для решения обратных задач в Excel можно воспользоваться командой **Сервис** ⇒ **Подбор параметра...** или надстройкой **Поиск решения...**

Подбор параметра

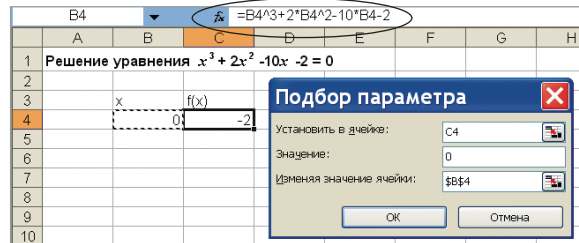
Команда **Подбор параметра...** предназначена для решения уравнения с одним неизвестным, записываемого в общем виде как $F(x) = a$, где a — некоторая постоянная величина.

Рассмотрим, например, кубическое уравнение $x^3 + 2x^2 - 10x - 2 = 0$. Графическое его решение представлено на рисунке. Как видно из графика, на отрезке $[-1, 3]$ это уравнение имеет два корня. Посмотрим, как с численным решением данного уравнения справится **Подбор параметра**.

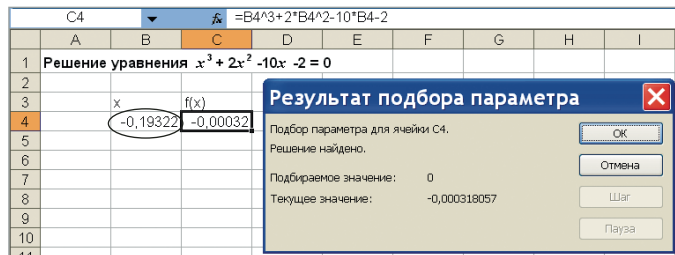
Убедившись, что активна ячейка с формулой, нужно подать команду **Сервис** ⇒ **Подбор параметра...**



В появившемся диалоговом окне **Подбор параметра** в поле **Установить в ячейке:** автоматически подставляется адрес активной ячейки листа (в нашем примере **C3**). Далее для функции необходимо задать желаемое числовое **Значение:** (в данном случае ноль), а в поле **Изменяя значение ячейки:** указать ссылку на ячейку с влияющим параметром (в примере на рисунке **\$B\$3**).



Щелчок по кнопке **ОК** выведет результат выполнения команды.

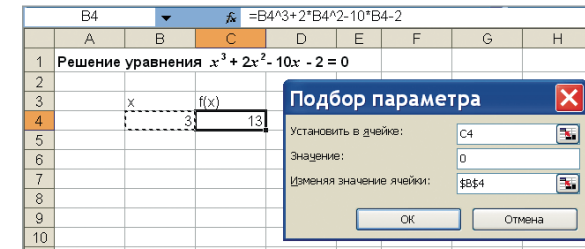


Обратите внимание, что однократным исполнением команды можно найти не более одного решения уравнения. Для нашего примера результат **(-0,19322)** соответствует нулевому начальному приближению в ячейке **\$B\$3**¹.

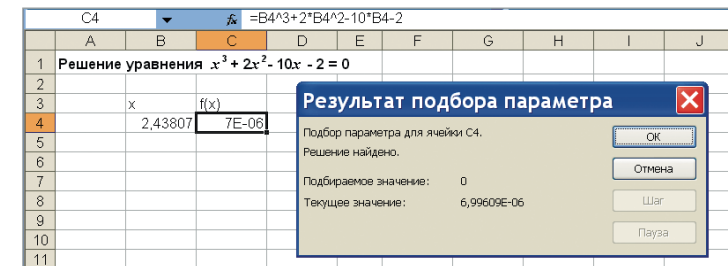
Этот результат можно зафиксировать на рабочем листе щелчком по кнопке **ОК**, а можно оценить лишь визуально и вернуть прежние значения ячеек, щелкнув **Отмена** в окне **Результат подбора параметра**.

¹ Используемый Excel алгоритм подбора параметра проверяет поведение функции при небольших вариациях параметра около начального значения и на основе этой информации делает шаг в сторону приближения к подбираемому значению. В нашем примере около нулевого значения аргумента целевая функция отрицательна и убывает, поэтому шаг совершается в сторону отрицательных значений параметра. По мере приближения к подбираемому значению алгоритм уменьшает шаг, пока решение уравнения не будет найдено с приемлемой точностью.

Теперь попытаемся повторно решить поставленную задачу, но с другим исходным значением аргумента.



Соответственно, и результат будет иным.



Как видите, результат подбора параметра может сильно зависеть от начального приближения. При некоторых исходных значениях алгоритм подбора параметра может оказаться неспособным найти решение, несмотря на то, что оно существует. Этот факт необходимо учитывать на практике. Если подбор параметра не дал удовлетворительных результатов, преждевременно делать выводы о невозможности решить уравнение, иногда достаточно лишь взять другое начальное приближение.



Выполните практическое задание 4.5 по теме **Организация вычислений в рабочих книгах** из приложения **От теории к практике**, чтобы понять, как легко и быстро можно решать уравнения с помощью **Подбора параметра**.

Поиск решения

Если команда **Подбор параметра...** предназначена лишь для поиска локального решения уравнения с одним неизвестным и гладкой функцией, то при помощи надстройки **Поиск решения** можно решать существенно больший круг обратных задач.

Пусть на рабочем листе задана функция нескольких переменных $F(x_1, x_2, \dots)$ — целевая функция. Поиск решения осуществляет поиск значений аргументов x_1, x_2, \dots , обеспечивающих минимальное значение F . При этом область поиска может быть ограничена неравенствами или производиться только по целочисленным значениям параметров.

Задача минимизации значения функции нередко возникает как в научной и инженерной деятельности (например, подбор параметров функции, наилучшим образом описывающей экспериментальные данные), так и в других областях (например, оптимизация расходования ресурсов). Важно лишь уметь правильно свести формулировку конкретной задачи к описанному выше общему виду минимизации функции. Приведем примеры, как это можно сделать.

Нужно найти максимум некоторой функции $G(x_1, x_2, \dots)$.

Эта задача сводится к минимизации, если определить

$$F(x_1, x_2, \dots) = -G(x_1, x_2, \dots).$$

Нужно решить уравнение $G(x_1, x_2, \dots) = a$.

Решение сводится к минимизации функции

$$F(x_1, x_2, \dots) = (G(x_1, x_2, \dots) - a)^2, \text{ так как минимум этой параболы достигается в единственной точке } G(x_1, x_2, \dots) - a = 0.$$

Эти два метода приведения к минимизации применяются на практике настолько часто, что надстройка **Поиск решения** предлагает максимизацию функции и решение уравнения как два типа решаемых задач в дополнение к минимизации. В действительности же, во всех случаях **Поиск решения** сначала выполняет приведение целевой функции, а затем запускает один и тот же алгоритм минимизации.

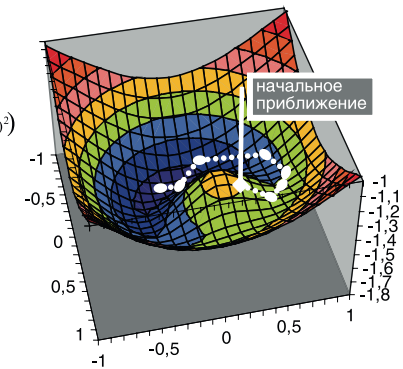
Требуется описать результаты измерения величины $A(b_i)$ при различных условиях эксперимента b_1, b_2, \dots, b_n функцией $A \approx G(b; x_1, x_2, \dots)$, содержащей неизвестные параметры x_1, x_2, \dots

И эта задача эквивалентна задаче поиска минимума функции

$$F(x_1, x_2, \dots) = \sum_{i=1..n} (A(b_i) - G(b_i; x_1, x_2, \dots))^2$$

Рассмотрим для примера задачу поиска минимального значения функции двух переменных:

$$f(x, y) = \frac{-4}{x^2 + y^2 + 2} + 0,6 \cdot e^{-5 \cdot ((x-0,15)^2 + (y-0,1)^2)}$$



Так же, как и в случае с подбором параметра, подготовим на рабочем листе формулу для прямого вычисления значения функции. Например, присвоив имя¹ **x** ячейке **B2**, а ячейке **B3** имя **y**, формулу в ячейке **B4** можно записать с использованием таких имен.

Надстройка **Поиск решения** вызывается командой **Сервис** ⇒ **Поиск решения...**²

В простейшем случае в диалоговом окне **Поиск решения** достаточно установить три обязательных элемента, отмеченных на рисунке: адрес ячейки с целевой функцией, решаемую задачу, влияющие ячейки — и щелкнуть по кнопке **Выполнить**.

Для поиска решения в Microsoft Excel применяются приближенные итерационные методы. *Итерация* — это многократно повторяемое дейст-

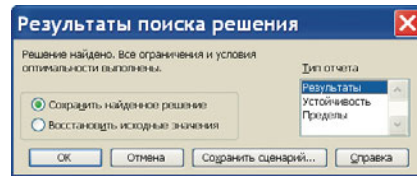
¹ О присвоении имен ячейкам рабочего листа было рассказано в Главе 1, в параграфе

Имена ячеек и диапазонов.

² Отсутствие этой команды в меню **Сервис** означает, что надстройка не подключена к Microsoft Excel. Подключение осуществляется очень просто: подается команда **Сервис** ⇒ **Надстройки...** и в появившемся диалоговом окне устанавливается флажок рядом с названием **Поиск решения**.

вие. В задаче минимизации на каждой итерации делается попытка уточнить текущее приближенное решение. Результатом является последовательность значений искомым параметров, все ближе и ближе подходящих к истинному решению. Процесс итераций продолжается до тех пор, пока решение не будет найдено с приемлемой точностью, либо пока не станет понятно, что приемлемого решения найти не удастся¹. Если процесс поиска слишком затянулся, его можно прервать нажатием клавиши **Esc**.

По окончании процесса поиска решения появится окно **Результаты поиска решения**. Если просто щелкнуть по кнопке **ОК**, найденные значения останутся в ячейках листа.



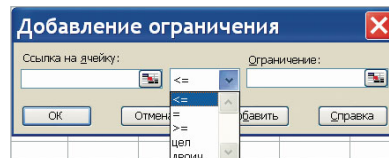
Но даже если вы выбрали **Восстановить исходные значения**, результаты расчетов могут быть сохранены в виде *отчетов*, вставляемых в рабочую книгу отдельными листами, а также в виде *сценариев*, о которых будет сказано ниже.

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
\$B\$4	f(x,y)=	-1,395893008	-1,740630558
Изменяемые ячейки			
Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
\$B\$2	x	0,3	-0,324370414
\$B\$3	y	0,3	-0,218246882

Сейчас же вернемся к диалоговому окну **Поиск решения**. Для сложных целевых функций со многими параметрами поиск решения далеко не всегда приводит к успеху. Какими способами можно повлиять на сходимость?

Прежде всего, сообщив надстройке дополнительные сведения в виде ограничений на параметры задачи. Ограничением может быть интервал, в котором допустимо менять параметр (задается в виде двух отдельных условий), требование целочисленности параметра и т.п.

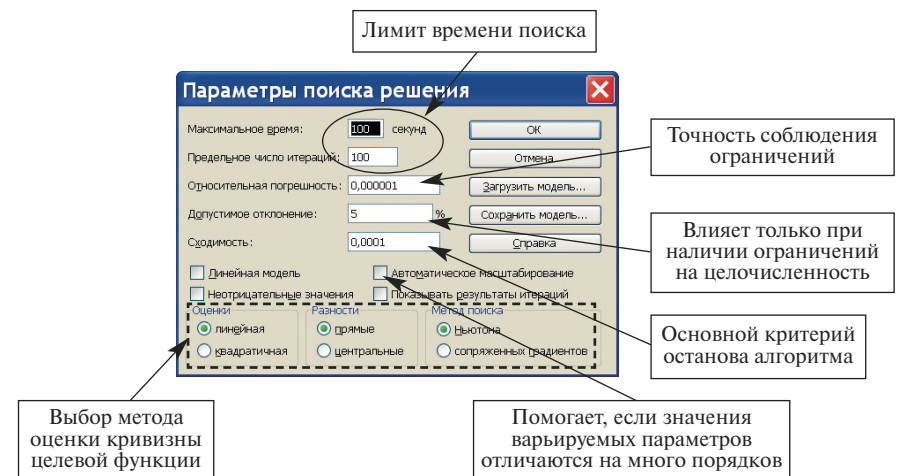
Очередное условие создается щелчком по кнопке **Добавить** в диалоговом окне **Поиск решения**. Необходимо указать ячейку, на которую накладывается условие, тип условия и завершить определение условия щелчком по кнопке **ОК**.



¹ В надстройке Поиск решения (в английской версии Solver) используются алгоритмы Simplex и GRG2. Подробности можно найти в журнале INTERFACES 28: 5 September–October 1998 (стр. 29–55) или в Интернете по адресу: http://pubsonline.informs.org/main/pdfstore/DesignandUse_article.pdf.

Каждое созданное условие появляется в диалоговом окне **Поиск решения** в виде строки списка **Ограничения** и может быть изменено или удалено из списка при помощи соответствующих кнопок. Следует отметить, что в процессе поиска решения надстройка «делает все возможное» для того, чтобы все заданные ограничения были соблюдены. Однако и в процессе поиска, и для найденного решения небольшие рассогласования все же возможны.

Если ни варьирование начального приближения, ни дополнительные ограничения не приводят к приемлемому решению задачи, можно попробовать поменять более тонкие параметры алгоритма. Для этого в диалоговом окне **Поиск решения** следует щелкнуть по кнопке **Параметры**:



Особо отметим следующие три возможности. Во-первых, если вы уверены в том, что целевая функция строго линейно зависит от исходных параметров, можно установить флажок **Линейная модель**. При этом будет использован иной алгоритм, очень быстрый, но работающий только для линейных функций. В общем случае этот алгоритм может дать совершенно бессмысленный результат, поэтому пользоваться флажком нужно с осторожностью. Во-вторых, иногда полезно проследить «поведение» алгоритма поиска. Установка флажка **Показывать результаты итераций** приведет к приостановке процесса после каждой итерации, и, оценив направление поиска, вы сможете прекратить процесс или продолжить итерации. Наконец, с помощью кнопки **Сохранить модель...** можно сохранить весь набор параметров поиска в любых трех ячейках листа. Параметры кодируются формулами Excel и впоследствии могут быть легко загружены обратно кнопкой **Загрузить модель...**



Выполните практическое задание 4.6 по теме **Организация вычислений в рабочих книгах** из приложения **От теории к практике**, чтобы приобрести навыки в решении прикладных вычислительных задач с применением надстройки **Поиск решения**.

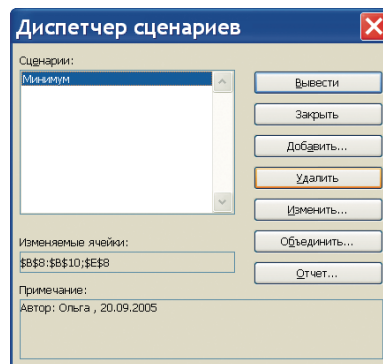
Другие примеры решения практических задач при помощи описанных выше средств можно найти в рабочей книге **SOLVSAMP.XLS**, поставляемой в комплекте Microsoft Office 2003¹.

Сценарии

Выше было отмечено, что каждый конкретный результат поиска решения можно сохранить в рабочей книге в виде так называемого *сценария*. Это удобно, например, когда расчет целевой функции производится при разных ограничениях влияющих ячеек — каждый сценарий хранит в себе результат, полученный при определенных условиях. Для повторного получения в дальнейшем на рабочем листе аналогичного решения достаточно будет просто вывести соответствующий сценарий, а не заново решать задачу.

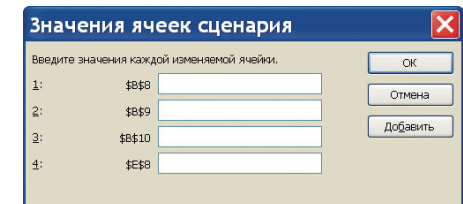
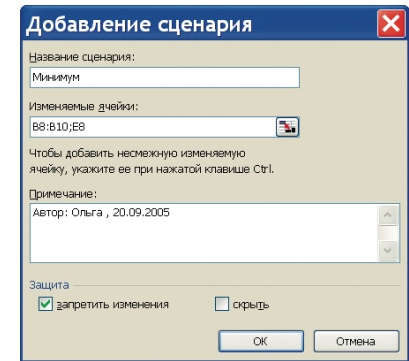
Сценарий представляет собой список, состоящий из адресов ячеек и подготовленных для них значений. С любым листом рабочей книги может быть связано несколько таких сценариев с различными именами. Операция вывода сценария переносит подготовленные значения по соответствующим адресам. Естественно, все остальные ячейки листа пересчитываются автоматически. Таким образом, перечислив в сценарии лишь несколько влияющих ячеек, можно быстро получить «полную картину» результатов вычислений для конкретного случая.

Управление сценариями осуществляется **Диспетчером сценариев**, вызываемым командой **Сервис** ⇒ **Сценарии...** Создание нового сценария состоит из двух последовательных шагов.



¹ Обычно этот файл находится в папке C:\Program Files\Microsoft Office\OFFICE11\SAMPLES.

Щелчок по кнопке **Добавить** вызывает первое диалоговое окно, в котором нужно задать имя сценария и адреса изменяемых ячеек. Кнопкой **ОК** вызывается второе диалоговое окно, предлагающее указать значения¹ перечисленных на предыдущем шаге ячеек. Щелчком по кнопке **ОК** в диалоговом окне **Значение ячеек сценария** завершается процесс создания сценария и возвращается окно **Диспетчера сценариев** с новой строкой в списке.



В диалоговом окне **Диспетчер сценариев** кнопка **Вывести** «применяет» на рабочем листе указанный сценарий — выводит записанные в нем значения ячеек. Кнопка **Изменить...** — для внесения изменения в любой из имеющихся в списке сценариев, **Удалить** — удалить сценарий. Кнопка **Объединить** позволит переносить на активный лист книги сценарии других листов из той же или других книг. Кнопка **Отчет...** сводит в одну таблицу значения, вычисленные на листе для различных сценариев. Подготовленный отчет добавляется в книгу в виде отдельного листа. Кнопка **Заккрыть** закрывает диалоговое окно **Диспетчера сценариев**.

¹ Обратите внимание, что в отличие от числовых значений ячеек рабочего листа, значения, занесенные в сценарий «не подстраиваются» автоматически при изменении региональных установок (точка как разделитель целой и дробной части числа не будет заменена запятой в значениях изменяемых ячеек сценария).