

**Ф.И. Воробьева, Е.С. Воробьев**

The background of the cover features a large, stylized green 'X' logo, which is the primary symbol for Microsoft Excel. Below the 'X', there is a white grid representing a spreadsheet, with some cells highlighted in green. The entire design is set against a light green background with a subtle gradient and is enclosed within a dark green border that has rounded corners at the top left.

**ИНФОРМАТИКА.  
MS EXCEL 2010**

**Учебное пособие**

**2014**

Министерство образования и науки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

Ф.И. Воробьева, Е.С. Воробьев

**ИНФОРМАТИКА.  
MS EXCEL 2010**

Учебное пособие

Казань  
КГТУ  
2014

УДК 658.26:66.094  
ББК32.973-01я7

**Воробьева, Ф.И.**

Информатика. MS Excel 2010 : учебное пособие / Ф.И. Воробьева, Е.С. Воробьев; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. – 96 с.

ISBN 978-5-7882-1657-7

Изложены основные приемы работы в пакете MS Excel 2010, описаны порядок и правила создания и редактирования электронных таблиц и диаграмм, выполнения основных вычислений, операций сортировки и фильтрации данных, анализа и обобщения данных, а также использование логических выражений, итоговых и дистрибутивных функций и матричных операций. Несколько занятий посвящены поиску решений одно- и двухпараметрической задачи.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям 240100 «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика» и 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: профессор КНИТУ им. Туполева *В. В. Болознев*  
д-р техн. наук, доц. КНИТУ им. Туполева  
*Н. Г. Воробьев*

ISB N 978-5-7882-1657-7

© Воробьева Ф.И., Воробьев Е.С., 2014

© Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014

# Основы Excel

## Описание окна Excel

Окно MS Excel 2010, представленный на рис.1, отличается от окна предыдущей версии MS Excel 2007 вкладкой **Файл**, которая содержит команды создания, сохранения и открытия документов.

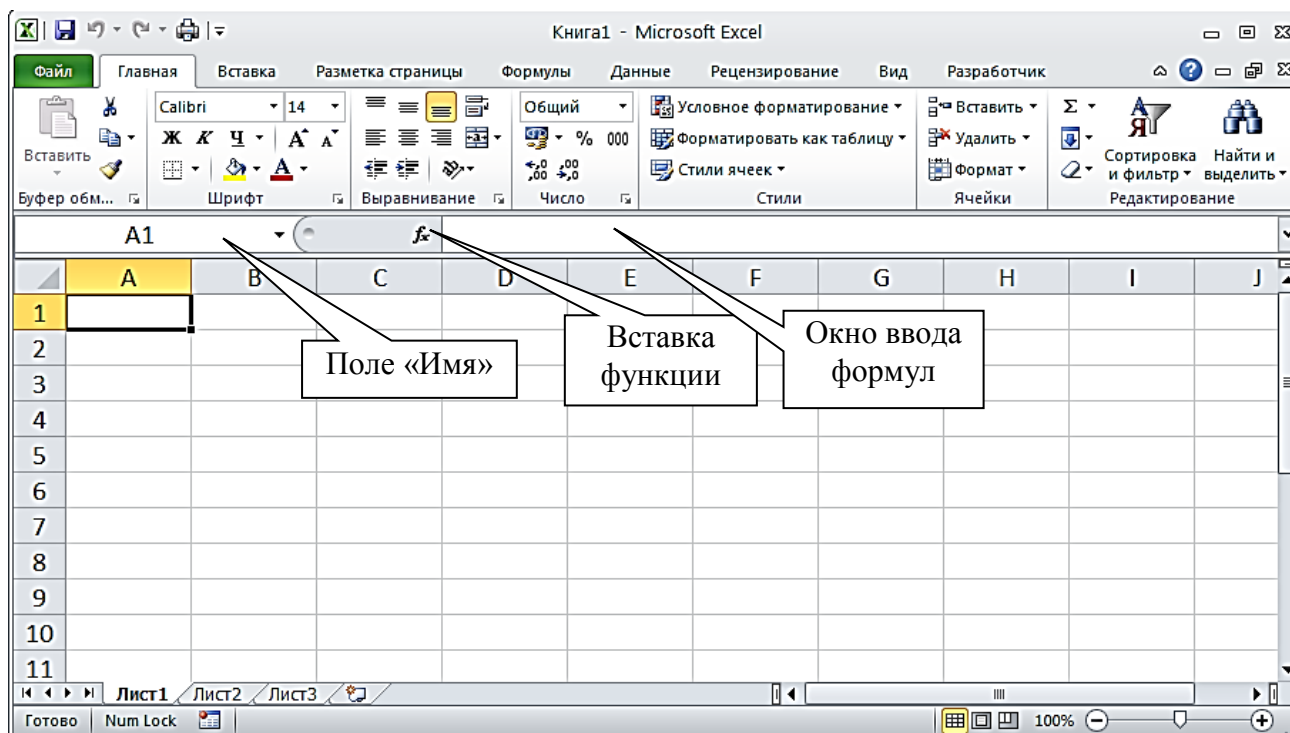


Рис.1. Общий вид окна программы Excel 2010

Верхняя строка - заголовок окна с кнопками управления его размерами и панелью быстрого доступа. Вторая строка - лента. Назначение кнопок на панелях можно прочитать, медленно перемещая курсор мыши по кнопкам. Третья строка - строка ввода и редактирования. Слева в ней расположено поле имени, справа - поле ввода формул. Между ними расположена пиктограмма мастера функций. Ниже под этой кой - рабочий лист в виде табличного поля, разбитого на ячейки. Нижняя строка на рабочем листе – настраиваемая строка состояния.

Если команды ленты занимают слишком много места на экране, можно убрать их, воспользовавшись одним из следующих методов:

- ✓ нажмите клавиши **Ctrl+F1**;
- ✓ дважды щелкните мышью на любой из вкладок ленты;
- ✓ щелкните правой кнопкой мыши в области ленты, затем выберите команду **Свернуть ленту** в контекстном меню;

Если необходимо воспользоваться какой-либо из вкладок при свернутой ленте, щелкните по вкладке, и Excel на короткое время отоб-

разит команды вкладки.

### **Рабочие книги и листы**

Документы Excel называются рабочими книгами. Рабочие книги записываются как файлы с расширением .xlsx.

Рабочая книга может содержать расположенные в произвольном порядке *рабочие листы*. В одной рабочей книге может находиться столько листов, сколько позволяет имеющийся объем памяти. Эти страницы делятся на рабочие листы (электронная таблица, включающая строки и столбцы) и листы диаграмм (специальный лист с диаграммой). На рабочем листе Excel также могут находиться графики, рисунки, диаграммы, изображения, кнопки и другие объекты. Имена листов отображаются на ярлыках в нижней части окна книги. Для перехода с одного листа на другой следует щелкнуть мышью по соответствующему ярлыку. Название текущего (активного) листа выделено.

Прежде чем выполнять какие-либо действия по отношению к листу, нужно его активизировать. Для этого просто щелкните мышью на соответствующем ярлычке листа. Если ярлычок нужного листа невидим, используйте кнопки прокрутки ярлычка.

### **Переименование листов**

Программа Excel именуется листы Лист1, Лист2 и т.д. Для облегчения ориентации в рабочей книге следует именовать листы согласно решаемым в них задачам. Изменение имени листа можно выполнить 2 способами:


1. Щелкнув мышью дважды на ярлычке листа, что приведет к закрашиванию имени листа, набрать новое имя поверх старого.
2. Либо щелкнув на нем правой кнопкой мыши, в появившемся меню выбрать пункт **Переименовать**.

Независимо от выбранного метода выделяется текст ярлычка, который необходимо изменить.

**Запомните:** длина имени листа не может превышать **31 символа**. В имена могут включаться пробелы, но в то же время не допускается использование следующих символов: квадратных скобок, двоеточие, косой черты, обратной косой черты, вопросительного знака и звездочки.

### **Добавление нового листа**

Добавить лист в рабочую книгу можно с помощью одного из следующих способов:

- ✓ Щелкнув на кнопке **Вставить лист** , которая находится правее от ярлычка последнего листа в рабочей книге;
- ✓ нажав комбинацию клавиш **Shift+F11**.

Независимо от выбранного способа, Excel добавляет в рабочую книгу новый лист и придает ему статус активного.

Каждый лист книги Excel 2010 разбит на 164 000 столбцов, которые обозначаются буквами (от «А» до «ХГО»), и 1 048 576 пронумерованных строк.

Столбцы и строки в листе можно удалять, добавлять, объединять, перемещать вместе с данными и без них и т.д. Стандартная ширина столбцов и высота строк также может легко изменяться произвольным образом.

### **Выделение строк**

1. В окне открытого листа щелкнуть по номеру нужной строки один раз левой кнопкой мыши курсором-стрелкой (→).

2. В окне открытого листа установить маркер выделения (†) в любую ячейку нужной строки и использовать сочетание клавиш **Shift+Space** (клавиша пробела).

3. В окне открытого листа установить маркер выделения (†) в первую ячейку нужной строки и использовать сочетание клавиш **Ctrl+Shift+Стрелка вправо**.

### **Выделение нескольких строк**

1. В окне открытого листа протащить по номерам нужных строк курсор-стрелку (→) при нажатой левой кнопке мыши.

2. В окне открытого листа выделить щелчком левой кнопки мыши первую строку нужного диапазона строк, а затем при нажатой клавише **Shift** щелкнуть по номеру последней строки диапазона.

Если нужно выделить несколько строк, расположенных не подряд, щелкать по номерам нужных строк курсором-стрелкой (→) при нажатой клавише **Ctrl**.

### **Выделение столбцов**

1. В окне открытого листа щелкните по имени столбца один раз левой кнопкой мыши курсором-стрелкой (↓).

2. В окне открытого листа установите маркер выделения (†) на нужный столбец (в любую его ячейку) и используйте сочетание клавиш **Ctrl+Space** (клавиша пробела).

3. В окне открытого листа установите маркер выделения (†) в первую ячейку нужного столбца и используйте сочетание клавиш **Ctrl+Shift+Стрелка вниз**.

### **Выделение нескольких столбцов**

1. В окне открытого листа протащите по именам нужных столбцов курсор-стрелку (↓) при нажатой левой кнопке мыши.

2. В окне открытого листа выделите щелчком левой кнопки мыши первый столбец нужного диапазона столбцов, а затем, при нажатой клавише **Shift**, щелкните по заголовку последнего столбца диапазона.

Для того чтобы выделить несколько столбцов, расположенных не подряд, в окне открытого листа выделите имена нужных столбцов курсором-стрелкой (↓) при нажатой клавише **Ctrl**.

### **Работа с ячейками**

Пересечение конкретного столбца и строки образует ячейку, которая является минимальным элементом хранения данных. Местоположение ячейки задается адресом, образованным из имени столбца и номера строки, на пересечении которых находится эта ячейка. При необходимости в адресе указывается имя листа и имя книги. Например, D12 - это ячейка, которая находится в четвертом столбце двенадцатой строки, так как буква D соответствует четвертому столбцу. Ячейка может содержать числовое значение, текст или формулу.

Наряду с понятием адреса в электронной таблице используется понятие ссылки. Ссылка – это элемент формулы, который используется тогда, когда надо сослаться на какую-нибудь ячейку таблицы. В этом случае адрес будет использоваться в качестве ссылки.

На данные, расположенные в соседних ячейках, можно ссылаться в формулах как на единое целое. Такую группу ячеек называют диапазоном. Чтобы задать адрес диапазона, нужно выделить этот диапазон мышью, что соответствует указанию адреса его левой верхней и правой нижней ячеек, разделенных двоеточием.

При вводе данных числа и даты в ячейках автоматически выравниваются по правому краю, а текст - по левому.

В числах в качестве разделителя используется *запятая*, а в датах - точка.

В конце даты точка не ставится.

При несоблюдении этих условий неправильное число и дата будут восприниматься программой как текст и, соответственно, автоматически выравниваться по левому краю.

Число, воспринятое как текст (с точкой в качестве разделителя), не может быть использовано в расчетах.

Ячейки можно добавлять, удалять, перетаскивать вместе с содержимым.

Информацию, расположенную в ячейках, можно представлять в разных форматах - числовом, даты и времени, текстовом, процентном и т.д.

Работа с текстом и числами не вызывает ни у кого затруднений, а вот с формулами немного сложнее. С помощью формул Excel выполняет вычисления на основе данных, находящихся в других ячейках.

### Активные ячейки и диапазоны

В Excel одна из ячеек получает статус активной. Активная ячейка - это выделенная ячейка, причем ее граница толще, чем границы всех остальных ячеек. Содержимое этой ячейки отображается в строке формул. Строка формул (рис.2) - это специальная панель, предназначенная для ввода и изменения адресов ячеек, а также для работы с формулами. Строка формул состоит из адресного окошка (поле **Имя**), кнопки **Вставить функцию**  $f_x$  и окна ввода формул.

Для выделения одной ячейки, необходимо в окне открытого листа щелкнуть по ней курсором-крестом ( $\dagger$ ), при этом ячейка отметится жирной рамкой табличного маркера, а ее адрес отобразится в адресном окошке на строке формул.

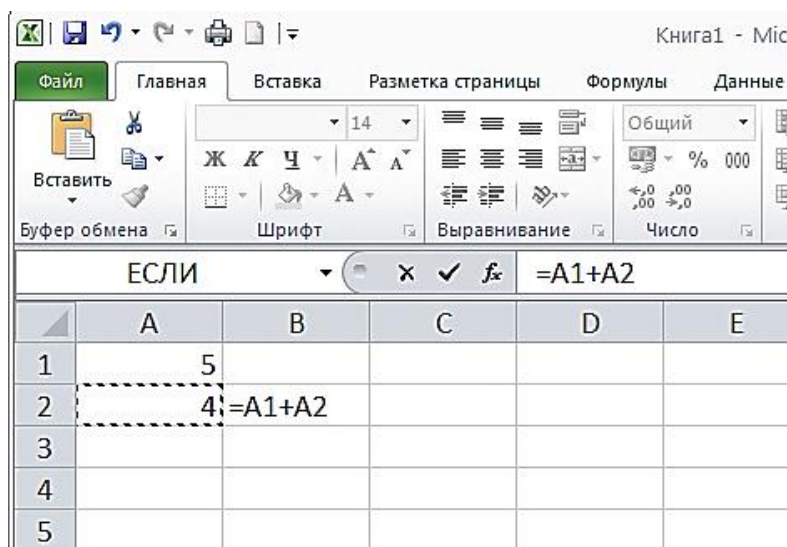


Рис.2. Строка формул

Кроме ячейки активной может быть группа или диапазон ячеек.

### Выделение диапазона ячеек

- *Ячейки рядом (небольшой диапазон).* Для выделения группы ячеек, расположенных рядом, протащите по ним курсором в виде широкого белого креста ( $\dagger$ ) при нажатой левой кнопке мыши. При этом первая ячейка диапазона останется незатемненной и готовой к вводу информации.



- *Ячейки рядом (большой диапазон)*. В окне открытого листа щелкните по первой ячейке диапазона, а затем, при нажатой клавише **Shift**, щелкните по последней ячейке диапазона.
- *Ячейки не рядом*. Для выделения группы ячеек, расположенных не подряд, щелкните в окне открытого листа по ним по очереди курсором выделения ( $\dagger$ ) при нажатой клавише **Ctrl**.

После того как ячейка выделена, в нее можно вводить данные. Ввод осуществляется с помощью клавиатуры. При этом вводимые данные отображаются не только непосредственно в ячейке, но и в строке формул. Данные можно вводить и в строке формул, в этом случае вводимые данные автоматически отображаются в ячейке. После того как данные введены, следует нажать клавишу **Enter**.


Если дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на ячейке, то в ячейке замигает курсор и произойдет переход в *режим редактирования* ячейки, где также можно вводить данные или их редактировать. Для перехода в режим редактирования можно воспользоваться также одним из следующих методов:

- выделите ячейку и нажмите клавишу **F2** для редактирования содержимого ячейки;
- выделите редактируемую ячейку, затем перейдите в строку формул для редактирования отображающегося там содержимого.

Применение любого из описанных методов приводит к тому, что в строке формул отображаются уже три кнопки, а не одна, как раньше (рис.2).

- Отмена редактирования, причем содержимое ячейки не изменится. Тот же самый эффект достигается путем нажатия клавиши **Esc**.

- Подтверждение редактирования и ввод измененного содержимого в ячейку. Тот же самый эффект достигается путем нажатия клавиши **Enter**.

 - Вставка функции. Нажатие на этой кнопке приводит к появлению диалогового окна **Вставка функции**, в котором можно из списка встроенных функций выбрать нужную.

Иногда возникает необходимость заполнить одинаковыми значениями диапазон ячеек. Разумеется, можно данные заносить в ячейки и

обычными методами, однако, если рабочий лист достаточно большой, бывает удобно предварительно выделить диапазон, в ячейки которого вводятся данные, ввести значение в одну из ячеек и вместо того, чтобы нажимать клавишу **Enter**, нажать комбинацию клавиш **Ctrl+Enter**.

## **Занятие 1**

На первом занятии вы узнаете, как вводить, изменять и редактировать данные на рабочем листе. Если вам раньше не приходилось использовать Excel, то, для того чтобы почувствовать, как работает программа, попробуйте выполнить все приведенные ниже упражнения. Как будет показано далее, Excel обрабатывает и представляет данные разных типов по-разному. Поэтому важно понимать различия между типами данных и то, как они могут использоваться в рабочем листе.

### **Типы данных Excel**

Все данные, вводимые в ячейки таблицы, условно можно разделить на константы и формулы. Константы, в свою очередь, подразделяются на численные, текстовые и даты. Все, что содержит только числа или специальные символы (+, -, E, e, \$, %, /, а также скобки, точки и запяты), интерпретируется как число. Прочие данные интерпретируются как текст.

Работа с численными и текстовыми величинами особых комментариев не требует. Однако часто случается так, что длина вводимой в ячейку текстовой строки превышает ширину ячейки. В этом случае возможны два варианта: если соседняя, размещенная справа, ячейка пуста, то она будет перекрыта текстом, содержащимся в левой от нее ячейке. Если же соседняя ячейка занята, то в левой ячейке текст будет отображен не полностью. Однако в обоих случаях содержимым ячейки является полная текстовая строка.

Для того чтобы текст в ячейке не перекрывал соседнюю, можно изменить ширину ячейки, содержащей текст, так, чтобы текст помещался полностью. Для этого достаточно привести курсор мыши на границу столбца в полосе названий столбцов и перетащить эту границу на нужное расстояние. Другой способ - дважды щелкнуть на границе. В результате граница переместится на расстояние, достаточное для отображения текста.

При вводе длинных текстовых выражений иногда целесообразно разбивать их на строки. Для этого следует выделить ячейку, содержа-

щую длинную строку, и затем выбрать команду **Формат**⇒**Формат ячеек** и в открывшемся диалоговом окне **Формат ячеек** на вкладке **Выравнивание** поставить флажок опции **Переносить по словам**.

## Форматирование ячеек

Очень часто приходится не просто обрабатывать информацию, но и представлять результат такой обработки и сами исходные данные в наглядном виде, то есть приводить данные к нужному формату или, иначе, форматировать данные.

В Excel существует два типа форматирования ячеек - числовое форматирование и стилевое форматирование.

## Числовое форматирование

От *числового форматирования* зависит форма, в которой значения будут представлены в ячейке. В Excel существует целый ряд стандартных числовых форматов. Числовое форматирование ячейки можно установить во вкладке **Главная**⇒**Формат**⇒**Формат ячеек**⇒**Число** (рис.3). В зависимости от вводимого элемента, Excel иногда применяет числовое форматирование автоматически. Например, если перед числовым значением вы введете символ валюты (например, символ доллара), программа применит денежный числовой формат.

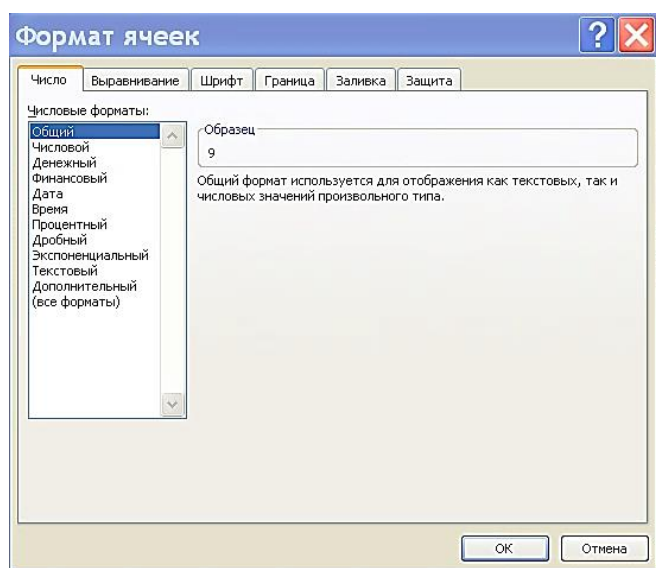


Рис.3. Вкладка **Число** диалогового окна **Формат ячеек**

Числовой формат не влияет на само значение, которое находится в ячейке. Например, ячейка содержит значение 3,14159. Если вы зададите такой формат, при котором отображаются только два десятичных разряда, в ячейке окажется следующая запись - 3,14. Однако в формуле будет использовано действительное значение ячейки (3,14159).

## Текст

Помимо числовых значений, в рабочий лист часто вводят текст. Как правило, текст используется для обозначения числовых данных и заголовков столбцов или для представления какой-либо поясняющей информации о таблице.

Текст, который начинается с числа, все равно считается текстом. Например, если вы введете в ячейку текст, скажем, 12 яблок, то программа будет считать это текстом, а не числом. Поэтому эту ячейку нельзя использовать в вычислениях. Если вы хотите использовать это число в вычислениях, введите число 12 в одну ячейку, а текст лок - в соседнюю справа ячейку.

## Стилевое форматирование

Стилевое форматирование используется исключительно для придания содержимому ячеек желаемого внешнего вида (цвета, начертания, границы и т.д.). Диалоговое окно **Формат ячеек** (рис.4) поможет вам отформатировать ячейки и отдельные диапазоны.

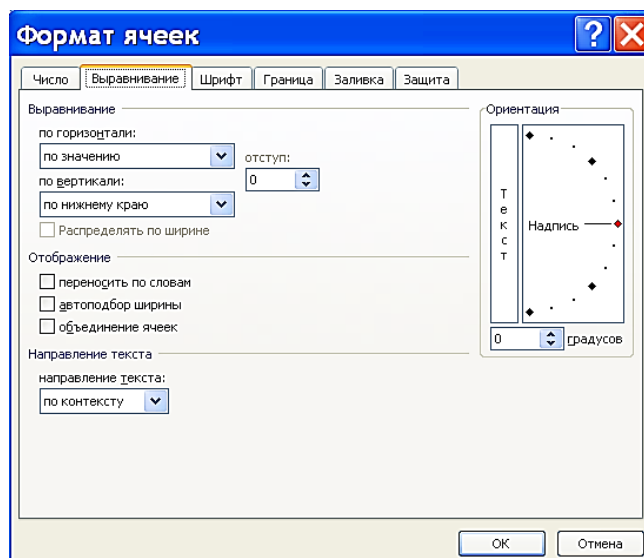


Рис.4. Диалоговое окно **Формат ячеек**

### Задание для выполнения

В качестве наглядной иллюстрации применения различных типов форматирования рассмотрим простой, но наглядный пример - составим таблицу с некоторыми характерными параметрами для планет нашей Солнечной системы. Исходные данные, которые будут вноситься в таблицу Excel, представлены в табл.1.

Таблица 1. Характеристики планет Солнечной системы

	Расстояние до Солнца ( $\times 10^9$ км)	Масса ( $\times 10^{23}$ кг)	Диаметр (км)	Ускорение свободного падения (усл. ед.)
Меркурий	0,0579	3,302	4880	0,38
Венера	0,1080	48,690	12104	0,91
Земля	0,1490	59,740	12756	1,00
Марс	0,2270	6,418	6794	0,38
Юпитер	0,7780	18990,000	142985	2,36
Сатурн	1,4320	5685,000	120536	0,92
Уран	2,8710	868,200	51118	0,90
Нептун	4,4980	1024,000	49528	1,10
Плутон	5,9150	0,130	2300	0,07

Эти данные необходимо перенести в таблицу Excel и отформатировать. Для упрощения ввода в заголовках столбцов *Расстояние* и *Масса* уберем сомножитель в скобках ( $\times 10^n$ ). Ниже перечислены основные этапы процесса ввода и форматирования таблицы.

1. Для начала необходимо выделить диапазон ячеек B2:H15 и

применить к этому диапазону специальный фон. Выберите команду **Формат**⇒**Формат ячеек**, после чего на вкладке **Заливка** следует выбрать белый цвет заливки и фоновый узор в разделе **Узор** (последний в третьем ряду) (рис.5).

2. Далее следует задание типа рамки вокруг таблицы. Для этого, не снимая выделения с диапазона B2:H15, следует выбрать команду **Формат**⇒**Формат ячеек**⇒**Граница**. После этого в поле выбора типа линии **Тип линии** нужно выбрать линию для отображения внешних границ (третья снизу линия во втором столбце), после чего последовательно щелкнуть на кнопках **Внешние** и **ОК** (рис.6).

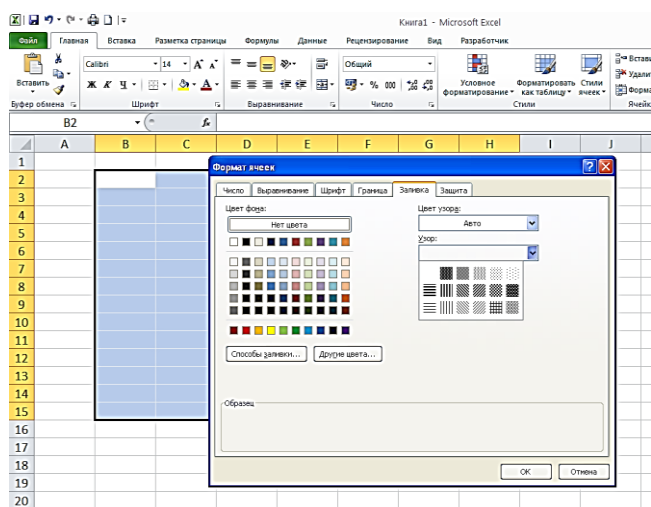


Рис.5. Выбор фона для диапазона ячеек

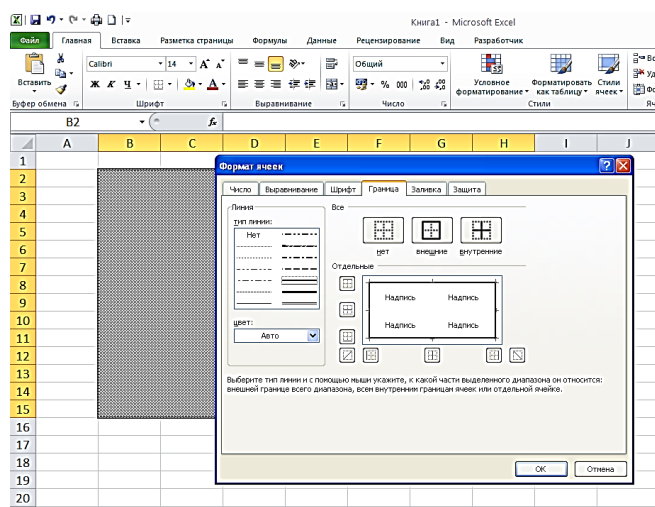


Рис.6. Определение рамки вокруг таблицы

3. На следующем этапе применяем форматирование непосредственно к диапазону, куда будут заноситься данные таблицы и названия, соответствующих полей. Для этого выделяется диапазон ячеек C5:G14 (рис.7).

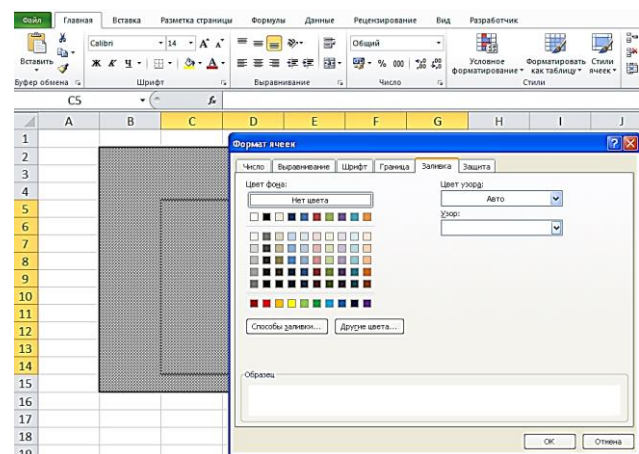


Рис.7. Отмена выделения фоном для области данных таблицы

Сначала снимем примененный на предыдущем этапе режим выделения фоном. Для этого выберем команду **Формат**⇒**Формат ячеек** и перейдем на вкладку **Заливка**, где в поле **Узор** выберем элемент белый (Нет узора). При этом автоматически снимается фон.

4. После этого к выделенной области применяется команда отображения внешних и внутренних границ ячеек. Переходим к вкладке **Граница** диалогового окна **Формат ячеек** и устанавливаем тип линии. Как можно видеть из рис.8, это двойная тонкая линия (нижний элемент

во втором столбце поля **Тип линии**). После этого щелкаем на кнопке **Внешние** (отобразится внешняя рамка для данного диапазона) и **Внутренние** (отображение границ ячеек внутри диапазона). После щелчка на кнопке **ОК** изменения вступят в силу.

**Замечание.** Можно указать разные типы линий для внешних и внутренних границ ячеек. Желющие могут поэкспериментировать с этими эффектами. Кроме того, можно задать цвет линии в раскрывающемся списке **Color (Цвет)**.

5. Введите названия полей (везде, кроме ячейки C5). Для диапазона ячеек D5:G5 примените формат с полужирным шрифтом. Для этого нужно выбрать команду **Формат ячеек**, а на вкладке **Шрифт** в списке **Начертание** выбрать стиль шрифта **Полужирный** (рис.9).

6. Затем выделяем диапазон ячеек D5:G5, где размещены названия полей, и размещаем их по вертикали. Для этого переходим на вкладку **Выравнивание** диалогового окна **Формат ячеек** (рис.10) и устанавливаем в полях **по горизонтали** и **по вертикали** тип выравнивания по центру. Кроме того, ставим флажок опции **переносить по словам**, чтобы текст разбивался на строки, поскольку вводимые названия до-

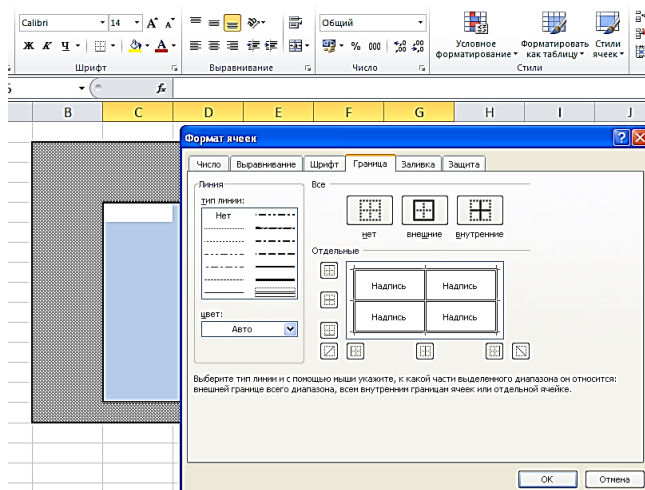


Рис.8. Определение внешних и внутренних границ ячеек

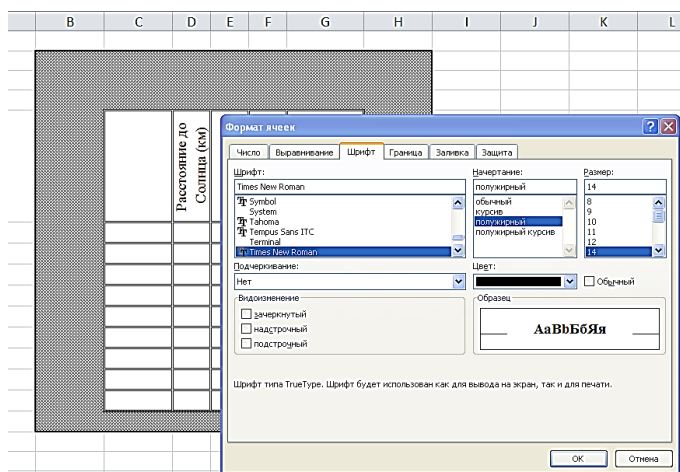


Рис.9. Применение формата полужирного шрифта к диапазону ячеек

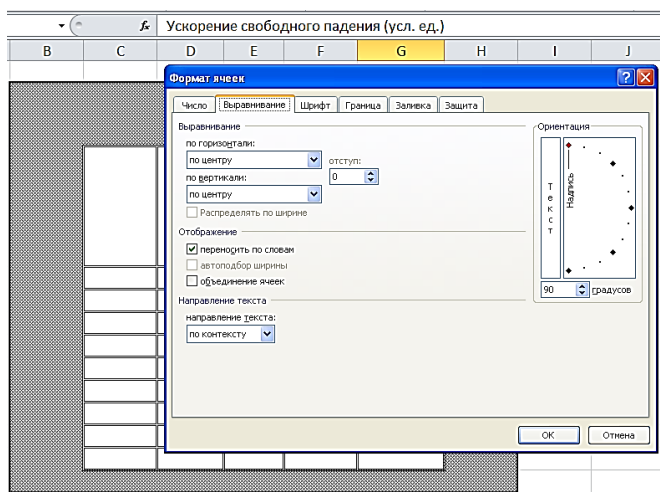


Рис.10. Применение формата отображения текста по вертикали

статочны длины. Помимо этого, следует задать угол пространственной ориентации текста равным 90 градусам.

7. Ячейка C5 будет иметь особый вид, что найдет свое отражение

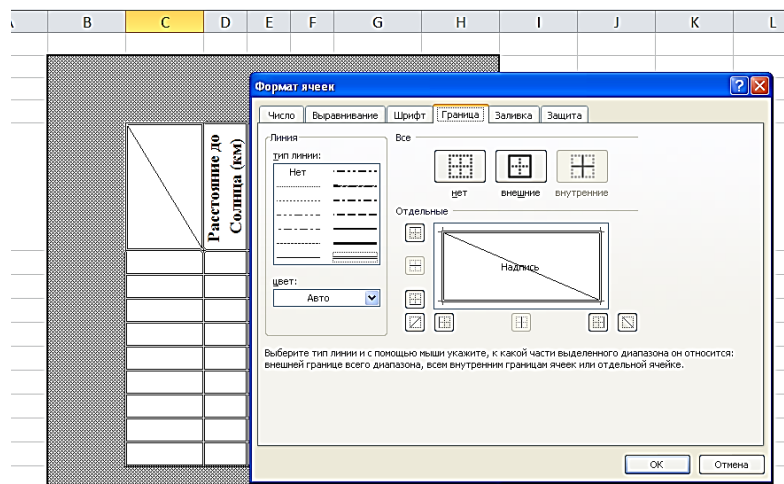


Рис.11. Отображение диагональной линии в ячейке C5

и в формате этой ячейки. Так, во-первых, проведем в этой ячейке диагональную черту. Для этого на вкладке **Граница** выберем в качестве линии тонкую одинарную (нижний элемент первого столбца поля **Тип линии**), после чего эту линию используем для отображения диагонали ячейки (рис.11).

8. В ячейке C5 в качестве типа выравнивания текста по вертикали устанавливается выравнивание по высоте (вкладка **Выравнивание** в опции по вертикали команда по высоте), а по горизонтали – по значению. Флажок опции **переносить по словам** можно не

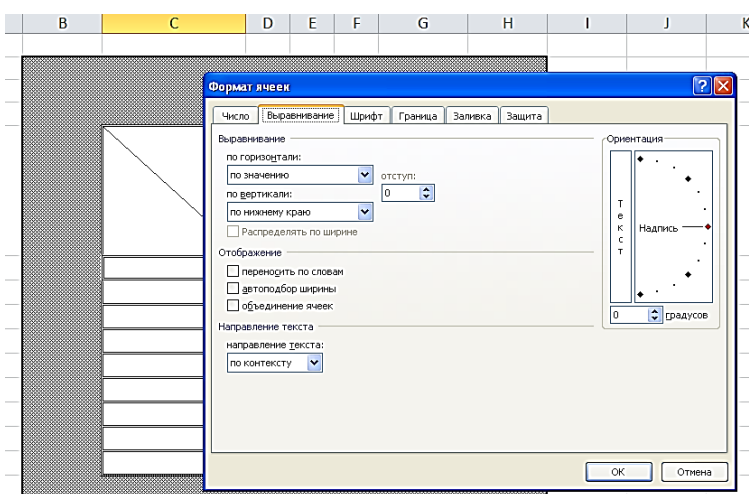


Рис.12. Выбор типа выравнивания текста в ячейке C5

устанавливать, поскольку при таком типе выравнивания текст на строки разбивается независимо от того, выбран или нет режим разбивки на строки (рис.12).

9. После этого в ячейку C5 вводится текст *Характеристика Планета*. Перед первым словом следует оставить какое-то количество пробелов, равно как и между первым словом и вторым (в

данном примере было оставлено семь пробелов перед словом *Характеристика* и четырнадцать пробелов между ним и словом *Планета* - хотя количество пробелов в данном случае не столь важно). Когда значение введено в ячейку, следует изменить ширину столбца C так, чтобы слова оказались в разных строках в двух углах ячейки C5, как это показано на рис.13. Выберите полужирный формат для ячейки (**Формат** ⇨ **Формат ячеек** ⇨ **Шрифт**).

10. Чтобы придать таблице некоторую свежесть, выполним заливку ячеек названий полей и ячеек, содержащих непосредственно данные, но только разными цветами. Сделаем это в два этапа. Сначала выполним заливку всех ячеек таблицы цветом, который будет использоваться для заливки ячеек с названиями полей, а затем закрасим ячейки, которые будут содержать данные. Для заливки ячеек диапазона C5:G14 применим бирюзовый цвет (рис.14), который можно выбрать в опции **Цвет фона** на вкладке **Заливка**, предварительно эти ячейки выделив.

11. Практически ту же процедуру повторяем по отношению к диапазону D6:G14, но только цвет в этом случае светло-желтый. При этом новое форматирование переопределяет то, что было применено на предыдущем этапе.

12. Теперь целесообразно ввести в таблицу названия планет (диапазон C6:C14) и данные, характеризующие эти планеты (диапазон D6:G14). После того как это сделано, выделяем диапазон C8:G8 (это строка с данными для Земли) и применяем к этому диапазону полужирный шрифт.

13. После этого выделяем диапазон ячеек G6:G14 (это столбец с данными об ускорении свободного падения на поверхности планеты), открываем диалоговое окно **Формат ячеек** и переходим на вкладку **Число**. На этой вкладке выбираем в списке **Числовые форматы** элемент **Числовой** и в поле ввода формата **Число десятичных знаков** задаем два, что означает число десятичных знаков после запятой. После этих дей-

Характеристика \ Планета	Расстояние до Солнца (км)	Масса (кг)	Диаметр (км)	Ускорение свободного падения (усл. ед.)
Планета				

Рис.13. Изменение ширины ячеек столбца С

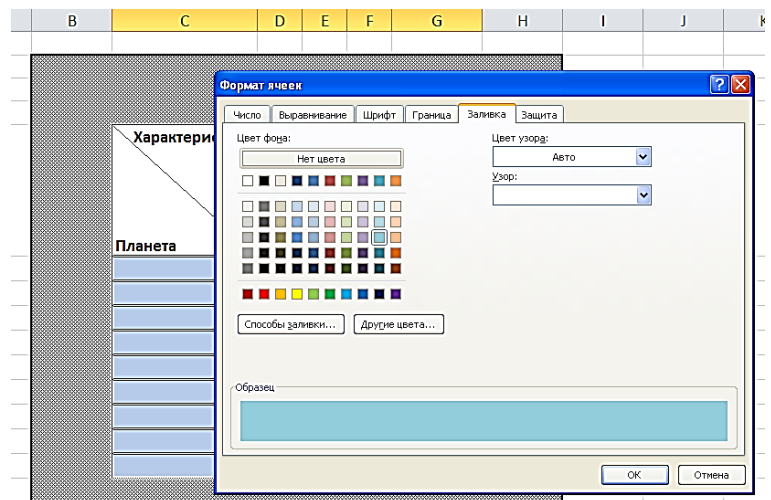


Рис.14. Выбор цвета заливки ячеек с названиями полей



Характеристика	Расстояние до Солнца (км)	Масса (кг)	Диаметр (км)	Ускорение свободного падения (Усл. ед.)
Планета				
Меркурий	0,06	3,30	4880,00	0,38
Венера	0,11	48,69	12104,00	0,91
Земля	0,15	59,74	12756,00	1,00
Марс	0,23	6,42	6794,00	0,38
Юпитер	0,78	18990,00	142985,00	2,36
Сатурн	1,43	5685,00	120536,00	0,92
Уран	2,87	868,20	51118,00	0,90
Нептун	4,50	1024,00	49528,00	1,10
Плутон	5,92	0,13	2300,00	0,07

Рис.15. Применение полужирного шрифта к диапазону ячеек

раем опцию **Правила выделения ячеек** и из списка - условие, для данного

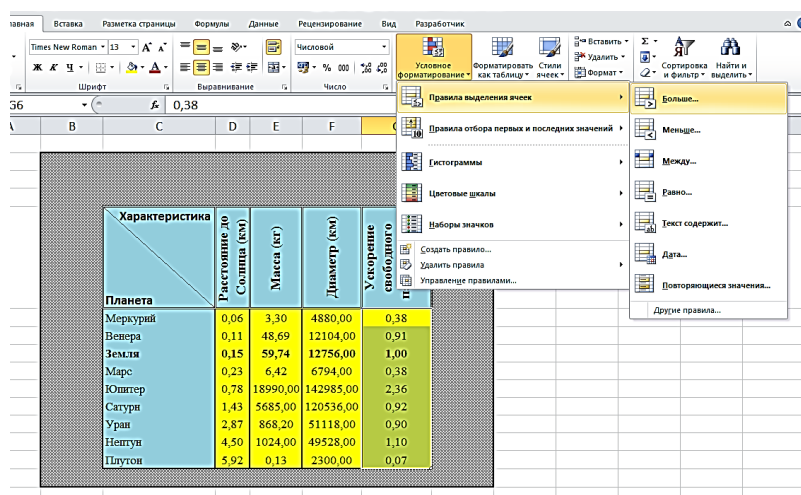


Рис.16. Вкладка условного форматирования

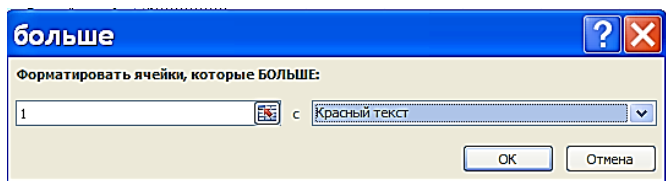


Рис.17. Задание условия для форматирования

После проведенных действий значения ускорений свободного падения большие единицы (т.е. больше, чем на поверхности Земли), отобразятся красным цветом. В противном случае число отображается также, но только цветом не выделяется.

15. Наконец, добавляем заголовков, заодно продемонстрировав процесс *слияния ячеек*. Выделяем диапазон ячеек C3:G3 и отменяем по отношению к этому диапазону выделение фоном. Действия те же са-

ствий все данные в этой колонке будут представлены в виде десятичных дробей с двумя знаками после запятой (рис.15).

14. Для того чтобы выделить цветом значения ускорения свободного падения большие единицы (выбор цветового форматирования по условию), применим элементы условного форматирования.

Выделяем диапазон ячеек G6:G14, открываем вкладку **Условное форматирование**, выбираем опцию **Правила выделения ячеек** и из списка - условие, для данного

примера **Больше** (рис.16). В открывшемся диалоговом окне **Больше** вводим критериальное значение, с которым будут сравниваться значения всех выделенных ячеек, и те значения, которые будут больше этого числа, будут закрашены или выделены другим цветом. Для нашего примера критериальное значение равно единице (ускорению свободного падения для Земли). Тип выделения также следует выбрать в соседнем поле ввода (выбираем красный цвет текста) (рис.17).

Для нашего примера критериальное значение равно единице (ускорению свободного падения для Земли). Тип выделения также следует выбрать в соседнем поле ввода (выбираем красный цвет текста) (рис.17).

мые, что и при окраске диапазона ячеек, **Формат** ⇨ **Формат ячеек** ⇨ **Заливка** ⇨ **Узор**, выбираем первую белую ячейку в коллекции узоров.

Выполняем слияние ячеек диапазона (рис.18), для чего на вкладке **Выравнивание** диалогового окна **Формат ячеек** устанавливаем флажок опции **Объединение ячеек**, определив выравнивание текста по центру в опции **Выравнивание по горизонтали**. В результате все ячейки диапазона объединяются в одну, а ее адрес определяется адресом левой верхней ячейки диапазона слияния - в данном случае это С3.

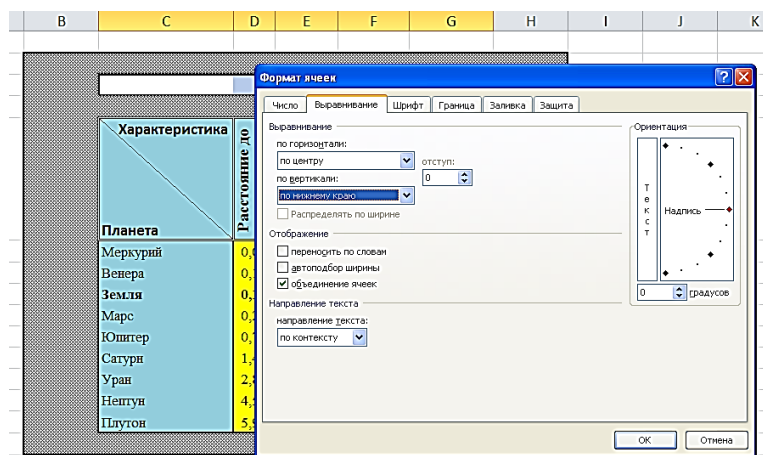


Рис.18. Слияние ячеек диапазона

16. В ячейку с адресом С3 вводим текст *Характеристики планет Солнечной системы*, применяем полужирный шрифт (элемент полужирный в опции **Начертание** на вкладке **Шрифт**), размер устанавливаем равным 13 (поскольку такого элемента в опции **Размер** нет, его следует

самостоятельно набрать в поле ввода). Во вкладке **Шрифт** в опции **Подчеркивание** устанавливаем двойное подчеркивание – значение **Двойное**, по ячейке, а в опции **Цвет** устанавливаем темно-фиолетовый цвет (рис.19). После этого документ Excel будет иметь окончательный вид.

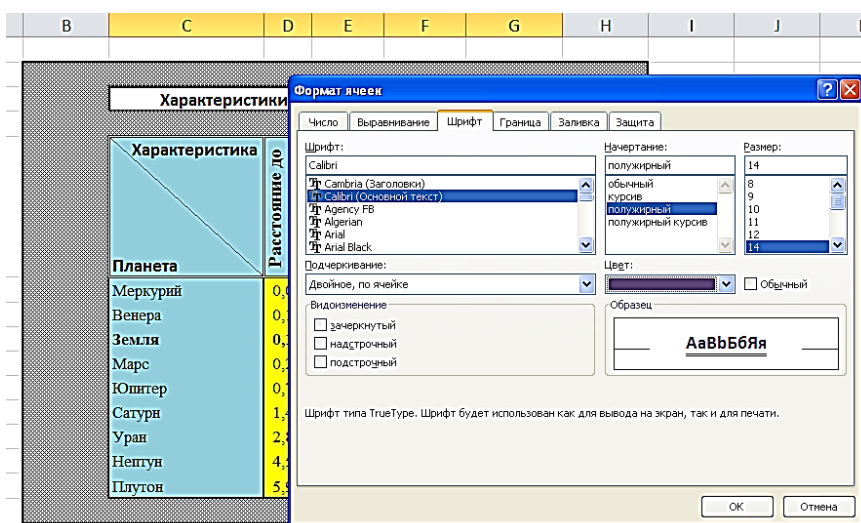


Рис.19. Установка формата отображения заголовка

## Занятие 2

В этой работе речь пойдет об основных математических приемах и методах, используемых при работе с Excel. Сначала будет рассказано о том, как в Excel можно связывать данные в разных ячейках таблицы между собой, как обрабатывать их, какие могут выполняться математи-

ческие и логические операции. Однако для начала выясним, как в Excel используются формулы для обработки данных.

Вычисления в таблицах программы Excel осуществляются с помощью формул. Формула может содержать числовые константы, ссылки на ячейки и функции Excel, соединенных знаками математических операций (плюс, минус, умножить и разделить). В текущей ячейке отображается результат выполнения формулы, а сама формула отображается в строке формул (рис.2).

Для того чтобы Excel распознал выражение как формулу, она должна начинаться со **знака равенства**.

Формула вычисляется слева направо, в соответствии с приоритетом каждого оператора в формуле.

Вместо чисел в формуле используются имена ячеек – ссылки на ячейки. Ссылки исполняют роль адресов ячеек, содержимое которых используется в вычислениях. Результат расчета зависит от того, какие числа находятся в исходных ячейках, т.е. ячейка, содержащая формулу, является зависимой и подлежит пересчету всякий раз, когда изменяются значения в ячейках.

### **Ввод формул**

Ввести формулу в ячейку можно двумя способами: вручную (набрав с клавиатуры) или указав ссылки на ячейки с помощью указателя мыши.

Для ввода формулы ячейку, в которую будет вводиться формула, необходимо активизировать (выделить). Самый простой способ - щелкнуть на ней мышкой. После того как ячейка выделена, ее название отобразится слева в строке формул в поле названия. Сама ячейка при этом будет выделена толстой рамкой с жирной точкой в правом нижнем углу (это **маркер заполнения**).

Ручной ввод формул означает, что вы активизируете ячейку, в которую хотите ввести формулу, вводите в нее **знак равенства (=)**, а затем и саму формулу. Если знак равенства пропустить, выражение, введенное в ячейку или строку формул, будет интерпретироваться как текстовое значение и просчитано не будет. Вводимые вами символы одновременно появляются в ячейке и в строке формул. Редактировать формулы удобно в строке формул.

По мере ввода формул программа Excel выделяет каждую ссылку на ячейку другим цветом. Если ячейки, на которые установлены ссылки, отображаются на листе, они выделяются тем же цветом, что и ссылка на ячейку в формуле. Благодаря этому облегчается идентификация ссы-

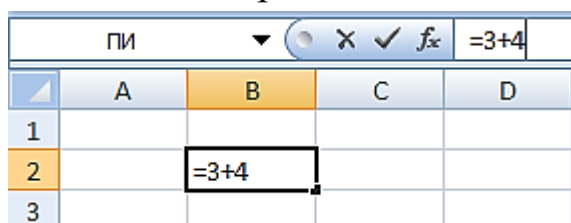
лок на ячейки, находящихся в формулах.

Закончив вводить формулу, нажмите **Enter** или наведите указатель мыши на значок с изображением «галочки» слева от строки состояния  и щелкните на нем.

В качестве примера в ячейку B2 введем формулу  $=3+4$ .

Результат ввода до нажатия клавиши **Enter** показан на рис.20.

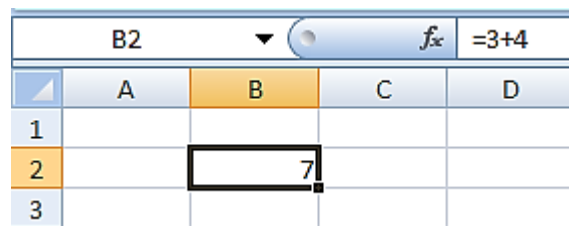
После нажатия клавиши **Enter** рабочее окно будет иметь вид, который показан на рис.21.



The screenshot shows the Excel interface with the formula bar containing  $=3+4$ . The active cell is B2, and the formula  $=3+4$  is visible inside the cell. The formula bar has a checkmark icon on the left.

	A	B	C	D
1				
2		$=3+4$		
3				

Рис.20. Процесс ввода формулы



The screenshot shows the Excel interface with the formula bar containing  $=3+4$ . The active cell is B2, and the result 7 is displayed in the cell. The formula bar has a checkmark icon on the left.

	A	B	C	D
1				
2		7		
3				

Рис.21. Результат ввода формулы

Такой вид рабочее окно будет иметь, если нажать клавишу **Enter**, а затем вновь выделить ячейку B2 мышью. Дело в том, что при нажатии клавиши **Enter** фокус переходит к другой ячейке. В данном случае активной станет та ячейка, которая расположена под ячейкой B2. Поэтому ячейку B2 нужно снова выделить мышью либо перейти к ней с помощью клавиши со стрелкой вверх.

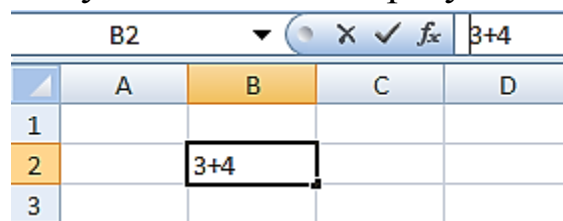
В строке формул все останется без изменений, а вот в ячейке B2 будет отображено число 7 - результат сложения чисел 3 и 4. Приведенный пример является иллюстрацией еще одного правила: в строке формул отображается формула, а в соответствующей ячейке - результат ее вычисления.

Попробуйте вычислить сумму тех же чисел без знака равенства (рис.22). Результата вы не получите.

Второй способ - ввод формул с указанием ссылок на ячейки.

Если в формуле нужно сослаться на данные (число), хранящиеся в какой-нибудь ячейке, вместо этого числа в формуле указывается соответствующий адрес (ссылка на ячейку).

Этот способ также предполагает ручной ввод некоторых элементов. После знака равно вы указываете на ячейки, ссылки на которые используются в формуле, вместо того чтобы задавать их вручную. Объясним на примере. Чтобы ввести формулу  $=A1+A2$  в ячейке A3, необходимо выполнить следующее:



The screenshot shows the Excel interface with the formula bar containing 3+4. The active cell is B2, and the text 3+4 is visible inside the cell. The formula bar has a checkmark icon on the left.

	A	B	C	D
1				
2		3+4		
3				

Рис.22. Пример неправильного ввода формулы

1. Ввести числовые значения 3 и 4 в ячейку A1 и A2 соответственно.
2. Выделить ячейку A3.
3. Ввести знак равенства (=).
4. Для ввода ссылки на ячейку A1 навести указатель мыши на ячейку A1 и щелкнуть мышью, либо дважды нажать клавишу со стрелкой вверх. После выполненных действий выделится ячейка A1. Ссылка на ячейку A1 появится в ячейке A3 и в строке формул.
5. Ввести знак плюс (+).
6. Повторить пункт 3 с ячейкой A2. В формуле добавится A2.
7. Закончив ввод формулы, нажать **Enter** или значок с изображением «галочки» слева от строки формул. Точно так же, как и при ручном вводе формул, результат выполнения формулы отобразится в ячейке. Формула появится в строке формул, когда соответствующая ячейка будет активна.

Задавать ссылки на ячейки менее утомительно, чем вводить формулу вручную. Кроме этого, это помогает избежать ошибок при вводе формул.

## Редактирование формул

В случае необходимости внесения изменений в рабочий лист, вам, возможно, придется редактировать формулы. Отредактировать формулу можно так же, как и значение любой другой ячейки.

Режим редактирования ячеек можно активизировать несколькими способами:

1. Дважды щелкнуть кнопкой мыши на редактируемой ячейке, расположив курсор внутри ячейки. Это позволит внести изменения непосредственно в ячейке. Данный способ работает только в том случае, если включена в параметрах опция **Разрешить редактирование в ячейке**. Включить эту опцию можно на вкладке **Файл**⇒**Параметры**⇒**Дополнительно**⇒**Параметры правки**.
2. Нажать клавишу **F2**. Это позволит вам редактировать содержимое непосредственно в ней. Если же опция **Разрешить редактирование в ячейке** отключена, редактирование будет осуществляться в строке формул.
3. Выделить ячейку с формулой, подлежащей редактированию, и щелкнуть кнопкой мыши на строке формул. Это позволит вам редактировать формулу в строке формул.

В качестве примера рассмотрим задачу о падении тела в поле тяжести Земли с некоторой высоты без начальной скорости. В этом случае за время  $t$  тело пролетает расстояние  $S$ , равное  $S=gt^2/2$ . Величина  $g$  - это ускорение свободного падения, равное примерно  $9,8 \text{ м/с}^2$ . Проанализируем зависимость пройденного расстояния от времени.

Для начала в ячейки таблицы внесем названия величин (для удобства дальнейшей работы). Так, в ячейку A1 введем символ  $g$ , в ячейку B1 введем символ  $t$  и в ячейку C1 - символ  $S$  соответственно (рис.23).

	A	B	C	D
1	g	t	S	
2				
3				

Рис.23. Заполнение ячеек текстовыми значениями

После этого во второй строке вводим числа. В ячейку A2 введем значение ускорения свободного падения –  $9,8$ . В ячейку B2 введем  $1$ , что подразумевает вычисление пройденного телом пути за одну секунду.

**Замечание.** Десятичная дробь от целой части числа отделяется запятой.

В ячейку C2 введем формулу  $=A2*B2^2/2$ . Необходимо заметить, что для ввода ссылки на ячейку следует выделить эту ячейку, щелкнув на ней левой клавишей мыши, что приведет к появлению адреса этой ячейки в строке формул. Следует избегать набора адреса ячейки на клавиатуре в строке формул. Так адрес, набранный русскими буквами, не будет соответствовать адресу ячейки и формула не будет вычислена. По мере ввода этой формулы последовательно будем выделять ячейки, на которые в этой формуле есть ссылки (рис.24 и 25).

	A	B	C	D
1	g	t	S	
2	9,8	1	=A2	
3				

Рис.24. Выделение ссылаемой ячейки A2

	A	B	C	D	E
1	g	t	S		
2	9,8	1	=A2*B2^2/2		
3					

Рис.25. Выделение ячеек A2 и B2, на которые есть ссылки в формуле

После того как формула набрана, можно нажать клавишу **Enter** (или щелкнуть на кнопке с галочкой слева от строки формул ) (рис.25). В ячейке C2 можно видеть правильное значение для пройденного телом за одну секунду расстояния ( $4,9$  метра) (рис.26).

В тех случаях, когда требуется многократно проводить вычисления по одним и тем же формулам, но для разных входных данных, полезность использования ссылок очевидна. Например, если требуется

C2		fx =A2*B2^2/2		
	A	B	C	D
1	g	t	S	
2	9,8	1	4,9	
3				

Рис.26. Результат вычислений согласно введенной формуле

B3		fx		
	A	B	C	D
1	g	t	S	
2	9,8	2	19,6	
3				

Рис.27. Расстояние, пройденное телом за две секунды

вычислить расстояние, пройденное телом за две секунды, не потребуется вводить все данные заново. Достаточно поменять значение в ячейке B2 на 2 и нажать **Enter**. После этого в ячейке C2 автоматически будет отображен результат (рис.27).

Разберем другой пример. Предположим, вам нужно подготовить краткий отчет на одну страничку, отражающий ежемесячные запланированные объемы продаж вашей компании.

Перейдем на Лист2. Таблица запланированных объемов продаж будет состоять из двух столбцов. В столбце A введем названия месяцев, в столбце B - числа запланированных объемов продаж. Сначала нужно ввести заголовки столбцов в рабочий лист. Для этого выполните ряд действий.

1. Поместите с помощью мыши табличный курсор в ячейку A1, щелкнув дважды на ней.

2. В ячейку A1 введите слово *Месяцы*, закончив набор клавишей **Enter**. В зависимости от установленных параметров Excel переместит табличный курсор в другую ячейку, соседнюю к ячейке A1, или же оставит его в ячейке A1.

3. Переместите табличный курсор в ячейку B1, введите *План продаж*, закончив набор клавишей **Enter**.

Теперь введем названия месяцев в столбец A.

1. Введем в ячейку A2 - *Январь*. Названия других месяцев можно ввести вручную, но давайте воспользуемся средством Excel, которое называется **Автозаполнение**.

2. Убедитесь, что ячейка A2 выделена, т.е. активна. Обратите внимание на маленький квадратик в правом нижнем углу редактируемой ячейки (**маркер заполнения**). Если поместить на него указатель мыши, то он примет вид черного крестика. Поместите указатель мыши на маркер заполнения так, чтобы указатель превратился в крестик. Затем нажмите левую кнопку мыши и перетаскивайте указатель вниз, пока не будут выделены все ячейки от A2 до A13.

3. Отпустите кнопку мыши, и вы увидите, что программа автоматически введет вместо вас все названия месяцев.

В итоге у вас должна получиться таблица, подобная показанной на рис.28.

После этого в столбец В нужно ввести планируемые объемы продаж за каждый месяц. Предположим, что в январе объемы должны составить 150 тыс. руб. и далее должны возрастать каждый месяц на 3,5%.

1. В активную ячейку В2, введите число 150000, закончив клавишей **Enter**.

2. Чтобы ввести формулу, вычисляющую запланированные объемы продаж в феврале, перейдите в ячейку В3 и введите  $=B2*103,5\%$ . В ячейке должно появиться число 155250. Эта формула умножает содержимое ячейки В2 на 103,5%. Другими словами, объем продаж в феврале будет на 3,5% больше, чем в январе.

3. Подобная формула используется для расчета плановых объемов продаж во все остальные месяцы. Но вместо того, чтобы вводить одну и ту же формулу во все ячейки столбца В, воспользуемся средством автозаполнения. Убедитесь, что выделена формула, подлежащая копированию, то есть ячейка В3. Поместив указатель мыши на маркер заполнения так, чтобы он превратился в крестик, нажав кнопку мыши, перетаскивайте указатель вниз, пока не будут выделены все ячейки от В3 до В13.

В результате всех выполненных действий должен получиться рабочий лист, похожий на тот, что показан на рис.29.

Обратите внимание на то, что, за исключением ячейки В2, все значения в столбце В получены с помощью формул. Чтобы проверить, как работают эти формулы, введите новое значение в ячейку В2 - во всех других ячейках столбца В должны сразу появиться другие значения. Таким образом, все значения в этом столбце зависят только от одного значения, которое записано в ячейке В2.

	А	В
1	<b>Месяцы</b>	<b>План продаж</b>
2	Январь	
3	Февраль	
4	Март	
5	Апрель	
6	Май	
7	Июнь	
8	Июль	
9	Август	
10	Сентябрь	
11	Октябрь	
12	Ноябрь	
13	Декабрь	
14		

Рис.28. Рабочий лист после ввода заголовков и названий месяцев

	А	В
1	<b>Месяцы</b>	<b>План продаж</b>
2	Январь	150000
3	Февраль	155250
4	Март	160683,8
5	Апрель	166307,7
6	Май	172128,5
7	Июнь	178152,9
8	Июль	184388,3
9	Август	190841,9
10	Сентябрь	197521,4
11	Октябрь	204434,6
12	Ноябрь	211589,8
13	Декабрь	218995,5
14		

Рис.29. Рабочий лист после всех операций



## Абсолютные и относительные ссылки

Практически все формулы включают ссылки на ячейки или диапазоны ячеек. Эти ссылки позволяют формулам работать с данными, содержащимися в этих ячейках и диапазонах, а не просто использовать фиксированные значения. Если формула имеет ссылку на ячейку A1, то при изменении значения в этой ячейке формула автоматически будет пересчитана в соответствии с новым значением. Если не использовать ссылки на ячейки, то при необходимости изменения исходных значений используемых в вычислениях придется вручную редактировать формулы. Поэтому следует определиться с тем, какими ссылки могут быть в принципе и чем одни ссылки отличаются от других.

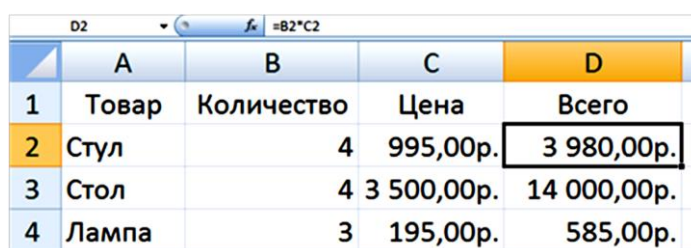
В формулах используется три типа ссылок на ячейки и диапазоны.

- **Относительные ссылки.** При копировании формул эти ссылки автоматически изменяются в соответствии с новым положением формулы.
- **Абсолютные ссылки.** Эти ссылки не изменяются при копировании формул.
- **Смешанные ссылки.** В этих ссылках номер строки (или столбца) является абсолютным, а столбца (строки) - относительным.

Отличительной особенностью абсолютных ссылок являются два знака доллара (\$): один перед буквой столбца и второй перед номером строки (например, \$A\$5). Чтобы поставить два знака доллара (\$) в адресе ячейки, следует поставить курсор в любом месте адреса ячейки в строке формул и нажать клавишу **F4** на клавиатуре один раз.

В Excel также допускаются смешанные ссылки, в которых только одна часть адреса является абсолютной (например, \$A4 или A\$4). В этом случае клавишу **F4** необходимо нажать два или три раза (соответственно A\$4 или \$A4). Четвертое нажатие **F4** возвращает к относительной ссылке. Например, если необходимо поставить какую-либо ссылку на A1, то первое нажатие клавиши **F4** преобразует ссылку на ячейку в \$A\$1, второе - в A\$1, третье — в \$A1, а четвертое вернет ей первоначальный вид - A1. Нажимайте клавишу **F4** до тех пор, пока не появится нужный тип ссылки.

Различие между разными типами ссылок проявляется при копировании формул. На рис.30 показана таблица, в ячейке D2 которой



	A	B	C	D
1	Товар	Количество	Цена	Всего
2	Стул		4 995,00р.	3 980,00р.
3	Стол		4 3 500,00р.	14 000,00р.
4	Лампа		3 195,00р.	585,00р.

Рис.30. Копирование формул, содержащие относительные ссылки

находится формула умножения количества наименований товара на его цену. Формула выглядит следующим образом:  $=B2 * C2$ . Если ее скопировать маркером заполнения на ячейки D3 и D4, то получим изображенную на рисунке таблицу. Поскольку в этой формуле используются относительные ссылки, то при копировании формулы в ячейки D3 и D4 они соответствующим образом изменятся, то есть в ячейке D3 получим формулу:  $=B3 * C3$ , а в ячейке D4 соответственно  $=B4 * C4$ .

Если в ячейке D2 заменить относительные ссылки абсолютными, то получим  $=\$B\$2 * \$C\$2$ .

Если теперь скопировать эту формулу в ячейку D3, то получим неправильный результат. Формулы в ячейках D3 и D2 будут одинаковыми.

	A	B	C	D	E
1	Товар	Количество	Цена	Комиссионные	Всего
2	Стул	4	995,00р.	298,50р.	3 980,00р.
3	Стол	4	3 500,00р.		14 000,00р.
4	Лампа	3	195,00р.		585,00р.
5					
6					
7	Комиссионные	7,50%			

Рис.31. Ссылка на ячейку B7 должна быть абсолютной

Теперь изменим этот пример и подсчитаем комиссионные. Значение процентной ставки комиссионных хранится в ячейке B7 (рис.31). Перенесем заголовок *Всего* на одну ячейку вправо, а в D1 впишем  $=A7$ .

В результате в ячейке D1 получим *Комиссионные*. В ячейку D2 введем формулу  $=B2 * C2 * \$B\$7$ . Количество умножается на цену, а затем результат умножается на процентную ставку комиссионных, значение которой хранится в ячейке B7. Обратите внимание на то, что ссылка на ячейку B7 является *абсолютной*. Скопировав ячейку D2 в D3, получим  $=B3 * C3 * \$B\$7$ . Ссылки на ячейки B2 и C2 изменились, а ссылка на ячейку B7 - нет, т.е. мы получили правильный результат.

На рис.32 показана таблица, в которой используются смешанные ссылки. В левом столбце хранится значение длины прямоугольника, а в верхней строке находится ширина. В остальных ячейках вычисляется площадь прямоугольника соответственно данной длине и ширине. Например, в ячейке D5 вычисляется площадь прямоугольника, длина которого - 2, а ширина - 1,5. Для вычисления площади в ячейку C3 вводится формула  $=\$B3 * C\$2$ .

	A	B	C	D	E	F
1				Ширина		
2	Длина		1,0	1,5	2,0	2,5
3		1,0	1,0	1,5	2,0	2,5
4		1,5	1,5	2,3	3,0	3,8
5		2,0	2,0	3,0	4,0	5,0
6		2,5	2,5	3,8	5,0	6,3
7		3,0	3,0	4,5	6,0	7,5

Рис.32. Использование смешанных ссылок на ячейки

Обратите внимание на то, что в формуле используются смешанные ссылки. В ссылке на ячейку В3 абсолютной является ссылка на столбец ( $\$B$ ), а в ссылке на ячейку С2 используется абсолютная ссылка на строку ( $\$2$ ). Скопировав эту формулу во все ячейки диапазона, мы получим правильный результат вычислений. Например,

в ячейке F7 будет содержаться такая формула  $=\$B7*F\$2$ .

При использовании в ячейке С3 абсолютных или относительных ссылок результат окажется неверным.

### Использование имен в формулах

Создание и дальнейшее использование формул значительно облегчается при использовании имен ячеек (диапазонов). Если ячейкам, на которые ссылается формула, дать содержательные имена, то приведенная формула станет понятнее. Кроме того, использование имен облегчает поиск и исправление ошибок в формулах.

Многие пользователи Excel не знают о том, что можно дать имя элементу, который еще не введен в ячейку. Например, если во многих формулах рабочего листа используется величина ставки налога на продажу, то можно поместить эту величину в некоторую ячейку и использовать в формулах ссылки на эту ячейку, а чтобы формулы были понятными, вероятно, стоит присвоить этой ячейке имя **Налог\_ставка**. Для этого следует выполнить следующие команды.

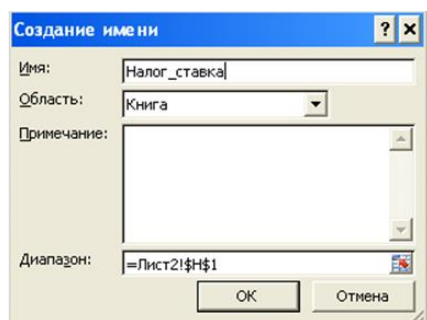


Рис.33. Присвоение имени ячейке

1. Выделить ячейку или диапазон ячеек, которым присвоиться имя (например, Н1 на листе Лист2).
2. Выбрать команду **Формулы**  $\Rightarrow$  **Определенные имена**  $\Rightarrow$  **Присвоить имя**, которая откроет диалоговое окно **Создание имени**.
3. Ввести имя (в данном случае **Налог\_ставка**) в поле **Имя** (рис.33).

4. Раскрыть список графы **Область** и выбрать уровень действия имени - на всю книгу или на конкретный лист.

5. В поле **Диапазон** отразится адрес выбранной ячейки. Если пропущен пункт 1, то необходимо в это поле ввести адрес ячейки, которой присваивается имя.
6. При желании в поле **Примечание** можно ввести описание данного имени.
7. Закрывать диалоговое окно, выбрав кнопку **ОК**.

Возможно создание имени с помощью поля имени.

1. В окне открытого листа выделить нужную ячейку или диапазон ячеек.
2. Щелкнуть курсором ввода текста в адресном окошке (поле **Имя**) на строке формул и набрать нужное название.
3. Завершить набор щелчком по клавише **Enter**.

Третий способ создания имени с помощью контекстного меню.

1. Выделить ячейку или диапазон ячеек, которым присвоиться имя.
2. Щелкнув правой кнопкой мыши на выделенном фрагменте, в контекстном меню выбрать пункт **Имя диапазона**.
3. В окне **Создание имени** действуйте как в первом способе.

Для удобства при работе с формулами, можно константе (определенному значению) присвоить имя.

С 1 по 3 пункты повторяются.

4. В поле **Диапазон** удалить его содержимое и ввести конкретное значение, например, 0,075. Заметьте, что знак равенства перед константой не нужен.
5. При желании в поле **Примечание** можно ввести описание данного имени.
6. Закончить кнопкой **ОК**.

Итак, вы только что присвоили имя константе, а не ячейке или диапазону. Теперь, если ввести в ячейку простую формулу, например **=Налог\_ставка**, то она вернет значение 0,075, т.е. ту константу, которая была определена. Эту константу можно также использовать в формулах, например **=А1\*Налог\_ставка**.

Константой может быть не только число, но и текст. Например, в качестве константы можно определить название фирмы, в которой вы работаете.

Формулам также можно присваивать имена. Например, создать имя, которое будет ссылаться на формулу **=СУММ(\$A\$1:\$A\$10)**, а затем использовать его в формулах листа. Для этого в поле **Диапазон** в диалоговом окне **Создание имени** введите формулу, которой хотите

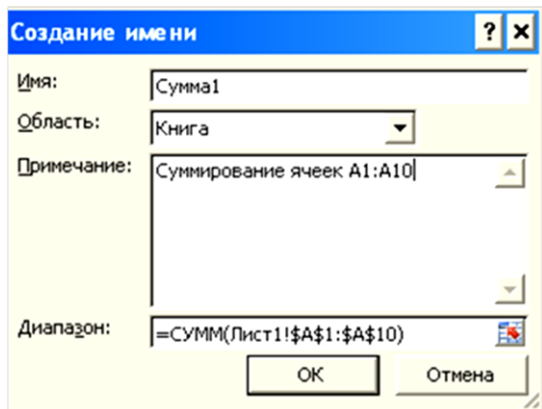


Рис.34. Присвоение имени формуле

присвоить имя (например, =СУММ(\$A\$1:\$A\$10) (рис.34). После этого его можно использовать в других формулах.

Созданные имена констант и их значения можно увидеть в окне **Формулы** ⇒ **Определенные имена** ⇒ **Диспетчер имен**.

Диспетчер имен позволяет работать со всеми именами книги - создавать новые имена, изменять и удалять существующие, находить имена с ошибками и т.д.

Для просмотра существующих имен с помощью **Диспетчера** раскройте меню кнопки **Фильтр**.

В списке команд выберите способ фильтрации:

- **Имена на листе** - в окне диспетчера отобразятся только имена активного листа;
- **Имена в книге** - в окне диспетчера отобразятся все имена данной книги;
- **Имена с ошибками** - в окне диспетчера отобразятся все имена с ошибкой ((такие как #ССЫЛ, #ЗНАЧ, #ИМЯ и т.д.);
- **Имена без ошибок** - в окне диспетчера отобразятся все имена без ошибок;
- **Определенные имена** - в окне диспетчера отобразятся только имена диапазонов ячеек;
- **Имена таблиц** - в окне диспетчера отобразятся только имена таблиц;

Для удаления имени с помощью окна диспетчера, откройте окно, выделите имя для удаления, и нажмите кнопку **Удалить**.

Для редактирования имен в окне диспетчера имен выберите изменяемое имя, щелкните на кнопке **Изменить**, в открывшемся диалоговом окне введите новое имя, комментарий, ссылку или диапазон имен (что хотите изменить). Закройте диалоговое окно кнопкой **ОК**.

Для использования именованных элементов в формулах нужно вместо адреса ссылки вставить его имя или выбрать его из списка имен, и Excel автоматически вставит его в формулу в место, указанное курсором.

Выбор имен можно осуществить двумя способами:

- На вкладке **Формулы** ⇒ **Использовать в формуле** выберите имя из списка.

- При нажатии клавиши **F3** отображается диалоговое окно **Вставка имени**, в котором из списка выбирается имя необходимой ссылки.

## Использование функций

Excel содержит большое количество встроенных функций, которые вы можете использовать в своих формулах. К ним относятся как достаточно распространенные функции, например СУММ, СРЗНАЧ и КОРЕНЬ, так и функции, специально предназначенные для определенных целей, например статистические или инженерные. Функции существенно повышают эффективность формул. Они могут упростить формулы и сделать их понятнее. Более того, в большинстве случаев функции позволяют производить вычисления, которые без них было бы невозможно выполнить. Покажем на примере. Что если вам нужно найти наибольшее значение диапазона ячеек? Это еще один пример того, как без использования функции вы не сможете получить ответ. Например, формула =МАКС(A1:D100) позволяет отыскать наибольшее значение в диапазоне A1:D100.

Значения, передаваемые функции, называются *аргументами функции*. При записи функции сначала пишется ее имя, а потом в круглых скобках приводится аргумент (или аргументы) функции. Например, формула, вычисляющая квадратный корень из числа 4 будет выглядеть следующим образом: КОРЕНЬ (4).

Функции различаются по тому, как они используют аргументы. В зависимости от этого определяются следующие типы функций:

- функции без аргументов;
- функции с одним аргументом;
- функции с фиксированным числом аргументов;
- функции с неопределенным числом аргументов;
- функции с необязательными аргументами.

Функция ТДАТА, которая возвращает текущую дату и время, является функцией без аргументов. Даже в том случае, если в функции нет аргументов, все равно после имени функции обязательно должны быть *пустые скобки*. Поэтому, чтобы функция ТДАТА работала правильно, следует ввести ее имя, а затем пустые круглые скобки: =ТДАТА ( ) .

Если в функции используется несколько аргументов, то каждый из них отделяется *точкой с запятой*. В качестве аргумента может выступать адрес ячейки или диапазон, числовое значение, текстовая строка, выражение или другая функция.

Есть два основных способа ввода функции в формулу: ввести ее вручную или найти с помощью мастера формул.

Благодаря средству **Автозавершение** формул при наборе первых символов функции Excel отображает постоянно изменяющийся список функций, названия которых

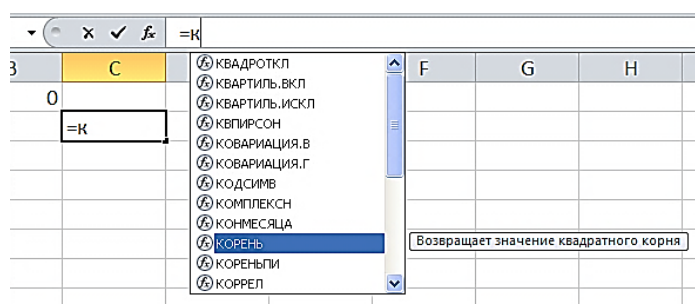


Рис.35. Применение средства **Автозавершение** формул

совпадают с уже напечатанными вами буквами (рис.35), причем предлагаются даже краткие описания этих функций. Встретив нужную функцию, которую хотите вставить в формулу, для окончания ввода названия используйте клавишу

**Tab**. Подобные списки открываются при вводе названий функций, имен диапазонов и ссылок на таблицы.

Покажем применение этого средства на примере ввода функции **ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ**, которая должна вычислять среднее значение диапазона ячеек, поименованного как **Выборка**.

1. Создайте диапазон ячеек, поименованного как **Выборка**, заполнив его значениями.
2. Перейдите в пустую ячейку, и введите знак равенства как начало ввода формулы.
3. Напечатайте букву **П**, чтобы открыть список названий функций и имен диапазонов, которые начинаются на букву **П**. Средство **Автозавершение** формул не определяет регистр букв, поэтому можно вводить имена функций как строчными, так и прописными буквами.
4. Напечатайте вторую букву **Р**. Список теперь будет отображать функции и диапазоны, имена которых начинаются на **ПР** (рис.36).

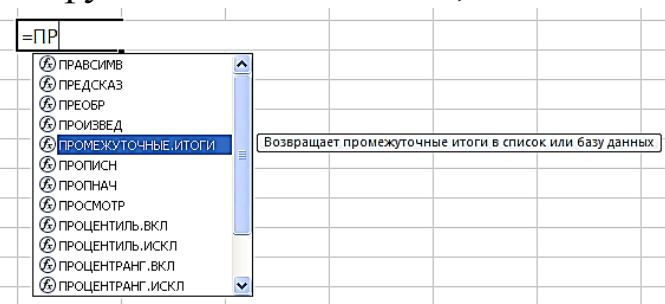


Рис.36. Список функций, имена которых начинаются на **ПР**

5. Теперь в списке видно название функции **ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ**. С помощью клавиш управления курсором перейдите в списке к названию функции **ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ** и нажмите клавишу **Tab**. Excel введет вы-

бранное название функции в ячейку и даже напечатает открывающую скобку после имени функции. Кроме того, список теперь будет отображать возможные значения первого аргумента данной

функции, как показано ниже на рис.37.

6. С помощью клавиш управления курсором перейдите в списке к названию аргумента СРЗНАЧ, и нажмите клавишу **Tab**. Excel в качестве первого аргумента вставит число 101, код для вычисления среднего значения.
7. Введите точку с запятой для отделения первого аргумента от следующего.
8. Введите букву **В** (первую букву слова **Выборка**). Excel отобразит список названий функций и имен диапазонов, которые начинаются на букву **В**, как показано на рис.38.
9. В этом списке выделите **Выборка**, и нажмите клавишу **Tab**.
10. Введите закрывающую скобку, и завершите ввод клавишей **Enter** - формула создана.

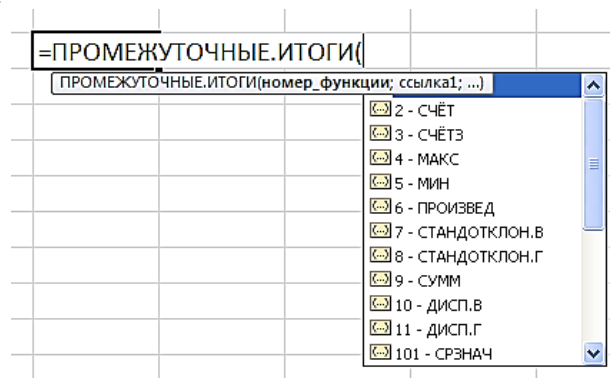


Рис.37. Возможные значения первого аргумента

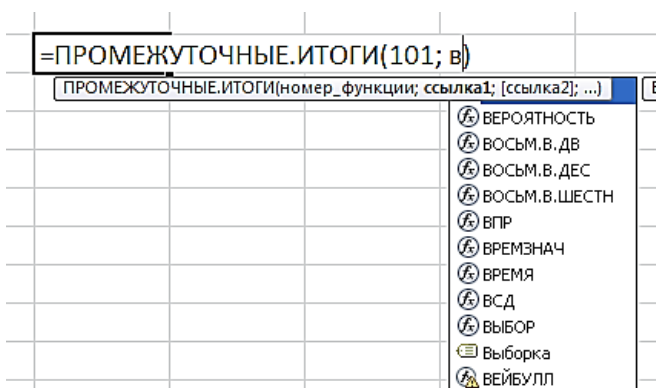


Рис.38. Список названий функций и имен диапазонов, которые начинаются на букву **В**

Другой способ вставки функции в формулу заключается в выборе этой функции из группы команд **Библиотека функций**, расположенной на ленточной вкладке **Формулы**. Этот способ удобен, если известно к какой группе относится ваша функция. Выберите из интересующей вас категории функций (например, Финансовые, Логические, Текстовые и т.д.), нужную функцию. После этого в открывшемся окне **Аргументы функции** задайте значения аргументов выбранной функции.

Еще один метод вставки функции в формулу заключается в использовании **Мастера функций**. Для этого

- щелкните на кнопке **Вставить функцию**  $f_x$ , которая находится в левой части строки формул;
- или выберите команду **Формулы**⇒**Библиотека функций**⇒**Вставить функцию**  $f_x$ ;
- или нажмите комбинацию клавиш **Shift+F3**.



В поле **Категория** окна **Мастер функций** представлен список категорий функций. При выборе одной из категорий появляется перечень функций, включенных в эту категорию. В категории **10 недавно использовавшихся** перечислены те функции, которые недавно были использованы. В категорию **Полный алфавитный перечень** включены все имеющиеся функции из всех категорий. Этот список следует использовать, если известно название функции, но неизвестна категория.

С помощью окна **Мастер функций** можно выбрать функцию, даже если неизвестно точно, какую функцию следует применить. Введите в поле **Поиск функции** краткое описание действия функции, и щелкните на кнопке **Найти**. Excel выведет список подходящих функций, среди которых вы сможете выбрать нужную. *Обратите внимание, что при выборе функции в нижней части диалогового окна **Мастер функций** появляется ее синтаксис и краткое описание.*

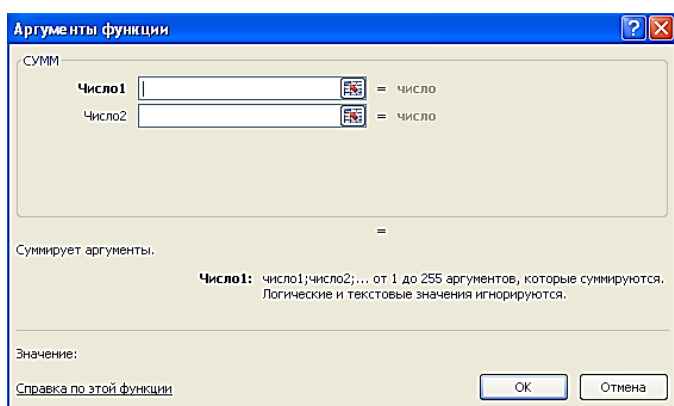



Рис.39. Ввод аргументов функции с помощью окна **Аргументы функции**

Выбрав нужную функцию, в появившемся окне **Аргументы функции** (рис.39) необходимо задать значения аргументов функции. Заметьте, что вид диалогового окна изменяется в зависимости от выбранной функции. Каждый аргумент имеет свое поле ввода. Чтобы указать диапазон ячеек в качестве аргумента функции, следу-

ет свернуть окно кнопкой  (она находится с правой стороны поля ввода аргумента), выбрать с листа нужный диапазон и для восстановления окна **Аргументы функции** щелкнуть на ту же кнопку. После определения всех аргументов функции и завершения ввода кнопкой **ОК**, Excel закроет окно **Аргументы функции** и вычислит результат.

В Excel есть и другой способ вставки функции. Во время ввода формулы после ввода «= $\Rightarrow$ » поле **Имя** заменяется раскрывающимся списком **Функции**, в котором представлены десять недавно использовавшихся функций. Если среди них есть нужная вам функция, выберите ее из списка. Если же нужной функции в этом списке не оказалось, выберите пункт **Другие функции** для открытия диалогового окна **Мастер функций**.

## Реализация простых вычислений в MS Excel

В качестве примера реализации простых вычислений в MS Excel рассмотрим следующую задачу.

Задача 2.1.

Вычислить сопротивления последовательно соединенных резисторов и силы тока при заданном напряжении.

Исходные данные

Цепь постоянного тока, состоящая из трех последовательно соединенных сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  с постоянным напряжением  $U$  на зажимах.

Модель решения задачи

Общее сопротивление в последовательной цепи вычисляется по формуле  $R=R_1+R_2+R_3$ , а ток - по формуле  $I=U/R$ .

Решение задачи

1. Исходные значения сопротивлений вводятся в ячейки B3, D3, F3, а значение напряжения - в ячейку D10 (рис.40).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		10		20		25		
4								
5		R1, Ом		R2, Ом		R3, Ом		
6								
7								
8								
9								
10				U=	220 В			
11				I=	4 А			
12				R=	55 Ом			

Рис.40. Вычисление сопротивления и силы тока

2. В ячейки D11 и D12 вводятся формулы согласно таблицы 2.

Таблица 2.

Адрес ячейки	Содержимое ячейки
D12	=СУММ(B3, D3, F3)
D11	=D10/D12

При оформлении задачи было применено следующее форматирование:

- изображения резисторов получены с применением выделения соответствующих ячеек рамкой **Главная** ⇒ **Ячейки** ⇒ **Формат ячеек** ⇒ **Границы**;
- линии соединения между резисторами и место подключения ис-

точника питания созданы с помощью элементов рисования **Вставка⇒Иллюстрации⇒Фигуры⇒Линии;**

- одни данные в ячейках выровнены по центру, другие - по правому или левому краю: **U=, I=, R=** - выровнены по правому краю, а **B, A, Om** – по левому краю.

Результат решения задачи приведен на рис.40.

*Задача 2.2.*

Руководитель проекта по созданию Web-сайта должен составить штатное расписание, чтобы определить сколько сотрудников, на каких должностях и с каким окладом он должен принять на работу. Общий месячный фонд зарплаты составляет \$ 10 000.

*Исходные данные*

Для нормальной работы проекта нужно 5-7 HTML-верстальщиков, 8-10 Web-дизайнеров, 10-12 Web-программистов, 1 контент-менеджер, 3 руководителя групп, 1 Mail-менеджер, 1 интернет-маркетолог, 1 руководитель проекта. На некоторых должностях количество людей может меняться. Например, зная, что найти верстальщиков трудно, руководитель может принять решение о сокращении числа верстальщиков, чтобы увеличить оклад каждого из них. Общий месячный фонд зарплаты задан.

*Модель решения задачи*

За основу берется оклад верстальщика, а все остальные оклады вычисляются исходя из него во столько-то раз или на столько-то больше. Говоря математическим языком, каждый оклад является линейной функцией от оклада верстальщика  $A * C + B$ , где  $C$  - оклад верстальщика,  $A$  и  $B$  – коэффициенты, определяемые руководителем для каждой должности.

Предположим, что руководитель проекта решил:

- Web-дизайнер должен получать в 1,5 раза больше верстальщика ( $A=1,5, B=0$ );
- Web-программист в 3 раза больше верстальщика ( $A=3, B=0$ );
- руководитель группы - на \$30 больше, чем Web-программист ( $A=3, B=30$ );
- контент-менеджер в 2 раза больше верстальщика ( $A=2, B=0$ );
- интернет-маркетолог - на \$40 больше верстальщика ( $A=1, B=40$ );
- Mail-менеджер в 4 раза больше верстальщика ( $A=4, B=0$ );

- руководитель проекта - на \$20 больше Mail-менеджера (A=4, B=20).

Задав количество человек на каждой должности, можно составить уравнение:

$$N1 * (A1 * C + B1) + N2 * (A2 * C + B2) + \dots + N8 * (A8 * C + B8) = 10000,$$

где N1 – количество верстальщиков;

N2 - количество дизайнеров и т.д.

В этом уравнении известны коэффициенты A1...A8 и B1...B8, а неизвестны – оклад верстальщика C и количество людей на должностях N1...N8.

Решение задачи

Решать подобное уравнение следует путем подбора. Решение задачи представлено на рис.41.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	ШТАТНОЕ РАСПИСАНИЕ ПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ WEB-САЙТА								
2	Руководитель проекта Петров А.А.								
3	Должность	Коеф. А	Коеф. В	Зарплата сотрудника	Кол-во сотрудников	Суммарная зарплата		Зарплата верстальщика	
4									
5									
6	HTML-верстальщик	1	0	\$0,00	6	\$0,00			
7	Web-дизайнер	1,5	0	\$0,00	8	\$0,00			
8	Web-программист	3	0	\$0,00	10	\$0,00			
9	Руководитель группы	3	30	\$30,00	3	\$90,00			
10	Контент-менеджер	2	0	\$0,00	1	\$0,00			
11	Интернет-маркетолог	1	40	\$40,00	1	\$40,00			
12	Mail-менеджер	4	0	\$0,00	1	\$0,00		Фонд зараб.платы	
13	Руководитель проекта	4	20	\$20,00	1	\$20,00			
14								\$10 000,00	
15						Расчетный месячный фонд заработной платы	\$150,00		
16									

Рис.41. Таблица с исходными данными, подготовленная к подбору параметров

В столбце D *Зарплата сотрудника* записана формула =A\*C+B вычисления заработной платы для каждой должности. Формула вносится только в одну ячейку D6 и копируется в остальные. Для этого в формуле вместо C следует использовать абсолютную ссылку на ячейку H6 (\$H\$6), в которой будет подобрана зарплата верстальщика (=B6\*\$H\$6+C6). Далее следует ее скопировать с помощью маркера заполнения на весь столбец D. Изменение содержимого этой ячейки должно приводить к изменению содержимого всего столбца D и перерасчету всей таблицы.

В столбце F суммарную зарплату вычисляем по формуле =Зарплата сотрудника\*Кол-во сотрудников. Формула вводится 1 раз и скопируется с помощью маркера заполнения. Внизу таблицы в ячейке F14 вычисляем сумму зарплат всех специалистов по формуле =СУММ(F6:F13).

После подготовки таблицы можно перейти к подбору параметра (зарплаты верстальщика). Это можно сделать вручную, а можно поручить компьютеру (что мы и сделаем), учитывая, что расчетный месячный фонд заработной платы должен быть не больше \$10 000.

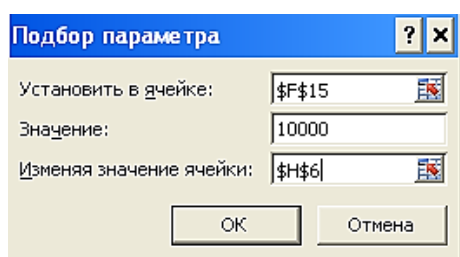


Рис.42. Диалоговое окно Подбора параметра

Для этого во вкладке **Данные** → **Работа с данными** → **Анализ «что-если»** открываем диалоговое окно **Подбор параметра** (рис.42).

В окне **Установить в ячейке** ссылаемся на ячейку с формулой подсчета суммарной зарплаты всех специалистов.

В окне **Значение** вводим значение фонда заработной платы, которое не должно быть превышено. Подбирать будем значение зарплаты верстальщика, поэтому в окно **Изменяя значение ячейки** введем ссылку на \$H\$6. Заканчиваем ввод кнопкой **ОК**, и получаем значение зарплаты верстальщика. Окончательный вид таблицы представлен на рис.43.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ШТАТНОЕ РАСПИСАНИЕ ПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ WEB-САЙТА							
2	Руководитель проекта Петров А.А.							
3	Должность	Козф. А	Козф. В	Зарплата сотрудника	Кол-во сотрудников	Суммарная зарплата		Зарплата верстальщика
4								
5								
6	HTML-верстальщик	1	0	\$144,85	6	\$869,12		\$144,85
7	Web-дизайнер	1,5	0	\$217,28	8	\$1 738,24		
8	Web-программист	3	0	\$434,56	10	\$4 345,59		
9	Руководитель группы	3	30	\$464,56	3	\$1 393,68		
10	Контент-менеджер	2	0	\$289,71	1	\$289,71		
11	Интернет-маркетолог	1	40	\$184,85	1	\$184,85		
12	Mail-менеджер	4	0	\$579,41	1	\$579,41		Фонд зараб.платы
13	Руководитель проекта	4	20	\$599,41	1	\$599,41		
14								\$10 000,00
15						Расчетный месячный фонд заработной платы	\$10 000,00	
16								

Рис.43. Таблица после выполненных вычислений

## Использование тригонометрических функций

Задача 2.3.

Определить, какая сила действует на вмонтированную в пол скобу, если к правому концу веревки, прикрепленной к этой скобе, приложена сила  $F_1$  400 Н под углом  $20^\circ$  к горизонтали, а к левому - сила  $F_2$  200 Н под углом  $45^\circ$  к горизонтали?

Исходные данные

Сила, и угол, под которым она приложена к правому и левому концу веревки (рис.44).

Модель решения задачи

При решении задач с помощью тригонометрических функций следует помнить, что угол должен быть задан в радианах.

Вертикальные составляющие действующих сил складываются, а горизонтальные - частично компенсируют друг друга, поскольку они направлены в разные стороны (рис.44).

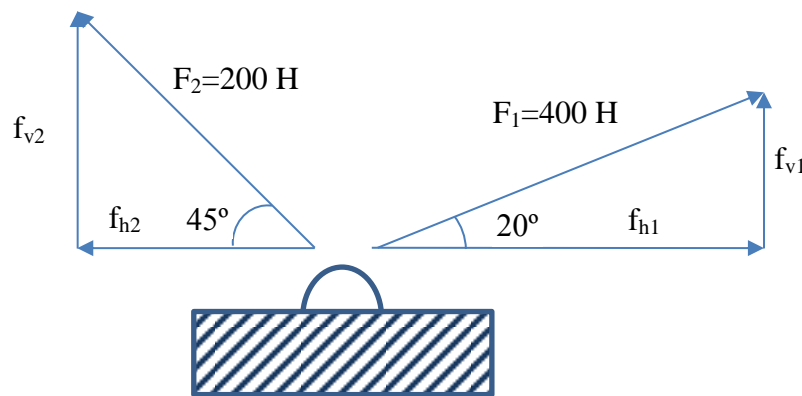


Рис.44. Графическая модель задачи

Сила  $F_1$  раскладывается на составляющие  $f_{v1}$  и  $f_{h1}$ , а сила  $F_2$  - на составляющие  $f_{v2}$  и  $f_{h2}$ , которые можно вычислить через соответствующие углы по формулам:

$$f_{v1} = F_1 \cdot \sin(20^\circ), \quad f_{h1} = F_1 \cdot \cos(20^\circ)$$
$$f_{v2} = F_2 \cdot \sin(180^\circ - 45^\circ), \quad f_{h2} = F_2 \cdot \cos(180^\circ - 45^\circ)$$

Зная компоненты обеих сил, можно вычислить компоненты результирующей силы:  $f_h = f_{h1} + f_{h2}$ ,  $f_v = f_{v1} + f_{v2}$

Тогда результирующую силу, действующую на скобу, и угол  $\theta$ , под которым она направлена, можно найти по формулам:

$$F_{рез} = \sqrt{f_h^2 + f_v^2}, \quad \theta = \arctan\left(\frac{f_v}{f_h}\right)$$

Решение задачи

1. В ячейки B2:E3 вводятся исходные данные (рис.45).

F18		fx		=ГРАДУСЫ(АТАН(В14/В10))		
	A	B	C	D	E	F
1						
2		200			400	
3		135			20	
4						
5	fv2	141,4214 Н		fv1	136,8081	
6	fh2	-141,4214 Н		fh1	375,877	
7						
8	Горизонтальная составляющая результирующей силы					
9						
10	fh	234,46 Н				
11						
12	Вертикальная составляющая результирующей силы					
13						
14	fv	278,2294 Н				
15						
16	Величина результирующей силы				Угол	
17						
18	Рез	363,84				49,88

Рис.45. Решение задачи в Excel

2. Расчетные формулы вводятся в ячейки согласно таблицы 3. (функция РАДИАНЫ ( ) переводит градусы в радианы).

Таблица 3.

Адрес ячейки	Содержимое ячейки
B5	=B2*SIN ( РАДИАНЫ ( В3 ) )
B6	=B2 *COS ( РАДИАНЫ ( В3 ) )
E5	=E2 *SIN ( РАДИАНЫ ( Е3 ) )
E6	=E2 *COS ( РАДИАНЫ ( Е3 ) )
B10	=B6+E6
B14	=B5+E5
B18	=КОРЕНЬ ( B10^2+B14^2 )
F18	=ГРАДУСЫ ( АТАН ( В14/В10 ) )

Результат решения задачи представлен на рис.45.

Задача 2.4.

Тело брошено с начальной скоростью 30 м/с под углом 35° к горизонту (рис.46).

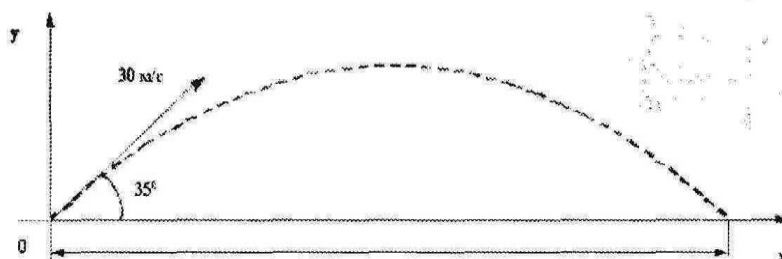


Рис.46. Схематичное изображение движения тела, брошенного под углом к горизонту

Определить:

- дальность полета (x);
- общее время движения (t);

- время движения до максимальной высоты ( $t_{Y_{max}}$ );
- максимальную высоту полета ( $Y_{max}$ );
- угол падения, скорость при падении ( $\beta, v_k$ ),

Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

*Исходные данные*

Угол, под которым тело бросили к горизонту, ( $\alpha$ ), начальная скорость тела ( $v_0$ ), высота начальной точки над уровнем земли ( $h_0$ ), ускорение свободного падения ( $g$ ).

*Модель решения задачи*

Вертикальную и горизонтальную составляющие начальной скорости можно выразить через угол:  $v_{0x} = v_0 \cdot \cos(\alpha)$ ,  $v_{0y} = v_0 \cdot \sin(\alpha)$ . Тогда для координат  $x, y$  можно записать:

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2}, \quad x = v_{0x} \cdot t$$

Сопротивлением воздуха можно пренебречь, поэтому проекция скорости тела на горизонтальную ось будет константой, т.е. координата  $x$  и есть дальность полета. Так как условие приземления тела  $y=0$ , то можно найти время приземления:

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{(v_0 \sin \alpha)^2 + 2gh}}{g}$$

Поскольку движение по вертикали происходит под действием постоянной силы тяжести, то оно является равнозамедленным до достижения верхней точки на траектории и равноускоренным - после нее; движение же по горизонтали является равномерным. Формула равноускоренного движения  $v_y = v_{0y} - gt$ , а в верхней точке  $v_y=0$ , то время достижения верхней точки на траектории

$$t_{Y_{max}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

Высота этой точки:

$$Y_{max} = h_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t_{Y_{max}} - \frac{g \cdot t_{Y_{max}}^2}{2} = h_0 + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Скорость при падении и угол падения вычисляются по формулам:

$$v_k = \sqrt{(v_0 \cos \alpha)^2 + (v_0 \sin \alpha - g \cdot t)^2}, \quad \beta = 360^\circ + \arctg \left( \frac{v_0 \sin \alpha - g \cdot t}{v_0 \cos \alpha} \right)$$

*Решение задачи*

1. В ячейки G4:G7 вводятся исходные данные (рис.47).



	A	B	F	G	H
1	Движение тела, брошенного под углом к горизонту				
2					
3	<b>Исходные данные</b>				
4	Высота начальной точки над уровнем	$h_0$	0		м
5	Начальная скорость	$V_0$	30		м/сек
6	Угол	$\alpha$	35		°
7	Ускорение свободного падения	$g$	9,8		м/сек <sup>2</sup>
8					
9	Составляющие начальной скорости	$V_{0y}$	= $\$G\$5*\text{COS}(\text{РАДИАНЫ}(\$G\$6))$		
10		$V_{0x}$	= $\$G\$5*\text{SIN}(\text{РАДИАНЫ}(\$G\$6))$		
11					
12	<b>Итоговые расчётные значения</b>				
13	Время движения до максимальной	$t_{Y_{\max}}$	= $\$G\$10/\$G\$7$		сек
14	Максимальная высота	$Y_{\max}$	= $\$G\$4+\$G\$10^2/(2*\$G\$7)$		м
15	Общее время движения	$t$	= $(\$G\$10+\text{КОРЕНЬ}(\$G\$10^2+2*\$G\$7*\$G\$4))/\$G\$7$		сек
16	Дальность полёта	$X$	= $\$G\$9*\$G\$15$		м
17	Конечная скорость движения тела	$V_k$	= $\text{КОРЕНЬ}(\$G\$9^2+(\$G\$10-\$G\$7*\$G\$15)^2)$		м/сек
18	Угол между осью $Ox$ и вектором $V_k$	$\beta$	= $360+\text{ГРАДУСЫ}(\text{ATAN}((\$G\$10-\$G\$7*\$G\$15)/\$G\$9))$		°
19					

Рис.47. Рабочий лист Excel решения задачи

2. Расчетные формулы вводятся в соответствующие ячейки согласно рис.47 (Функция РАДИАНЫ ( ) переводит градусы в радианы).

На рис.47 представлен рабочий лист решения задачи в режиме отображения формул, а на рис.48 - результат.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Движение тела, брошенного под углом к горизонту							
2								
3	<b>Исходные данные</b>							
4	Высота начальной точки над уровнем земли	$h_0$					0	м
5	Начальная скорость	$V_0$					30	м/сек
6	Угол	$\alpha$					35	°
7	Ускорение свободного падения	$g$					9,8	м/сек <sup>2</sup>
8								
9	Составляющие начальной скорости	$V_{0y}$					24,5746	
10		$V_{0x}$					17,2073	
11								
12	<b>Итоговые расчётные значения</b>							
13	Время движения до максимальной высоты	$t_{Y_{\max}}$					1,756	сек
14	Максимальная высота	$Y_{\max}$					15,107	м
15	Общее время движения	$t$					3,512	сек
16	Дальность полёта	$X$					86,298	м
17	Конечная скорость движения тела	$V_k$					30,00	м/сек
18	Угол между осью $Ox$ и вектором $V_k$	$\beta$					325,00	°

Рис.48. Результаты решения задачи в Excel

Задача 2.5.

Подготовим традиционную таблицу квадратов двузначных чисел (рис.49), так хорошо знакомую каждому из курса алгебры.

ТАБЛИЦА КВАДРАТОВ										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	100	121	144	169	196	225	256	289	324	361
2	400	441	484	529	576	625	676	729	784	841
3	900	961	1024	1089	1156	1225	1296	1369	1444	1521
4	1600	1681	1764	1849	1936	2025	2116	2209	2304	2401
5	2500	2601	2704	2809	2916	3025	3136	3249	3364	3481
6	3600	3721	3844	3969	4096	4225	4356	4489	4624	4761
7	4900	5041	5184	5329	5476	5625	5776	5929	6084	6241
8	6400	6561	6724	6889	7056	7225	7396	7569	7744	7921
9	8100	8281	8464	8649	8836	9025	9216	9409	9604	9801

Рис.49. Таблица квадратов двузначных чисел

В ячейку А3 введите число 1, в ячейку А4 - число 2, выделите обе ячейки и протащите *маркер выделения (+)* вниз, чтобы заполнить столбец числами от 1 до 9. Аналогично заполните ячейки В2 – К2 числами от 0 до 9.

После заполнения строчки числами от 0 до 9 оказалось, что не все необходимые для работы ячейки одновременно видны на экране. Их необходимо сузить таким образом, чтобы все столбцы имели одинаковую ширину (чего нельзя добиться, изменяя ширину столбцов мышкой). Для этого, выделив столбцы от А до К, выполните команду **Главная**⇒**Ячейки**⇒**Формат**⇒**Ширина столбца** и введите значение, например, 5.

В ячейку В3 нужно поместить формулу, которая возводит в квадрат число, составленное из десятков, указанных в столбце А и единиц, соответствующих значению, размещенному в строке 2. Таким образом, само число, которое должно возводиться в квадрат, в ячейке В3 задается формулой =А3\*10+В2 (число десятков, умноженное на десять плюс число единиц). Остается возвести это число в квадрат.

Для ввода формулы в ячейку В3 воспользуемся **Мастером функций**. Выделите ячейку, в которой должен разместиться результат вычислений (В3), и вызовите **Мастер функций**  $f_x$ , это же окно выводится на экран выбором команды **Функция**⇒**Библиотека функций**⇒**Формулы** (рис.50).

В списке **Категория** перечислены категории, в которые объединены функции. В списке **Выберите функцию** перечислены функции, относящиеся к выбранной категории. Под списком расположено описание синтаксиса выбранной функции и самой функции. Общее количество функций в Excel очень велико, порядка двухсот сорока. Комбинируя встроенные функции Excel, можно выполнять расчеты любой сложности для любой области применения.

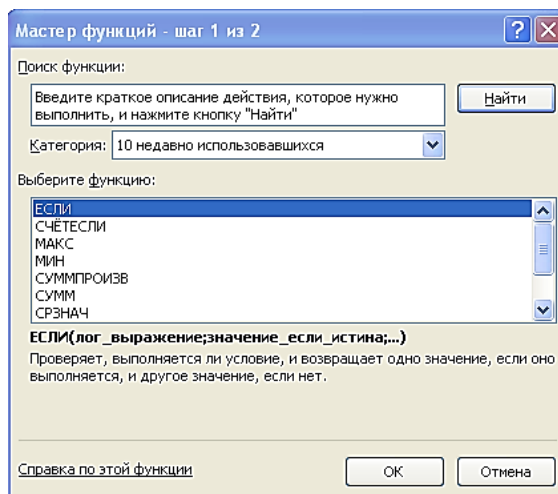


Рис.50. Окно **Мастер функций**

Среди предложенных категорий функций выберите **Математические**, среди **Функций - Степень**, закончив действие, нажатием кнопки **Ок**.

В диалоговом окне **Степень** (рис.51) введите в поле **Число** (основание степени) – А3\*10+В2 и в поле **Показатель степени** - 2. Ввод ссылок на адреса ячеек, используемых в формуле, производится с помощью мыши с указанием соответствующих ячеек.

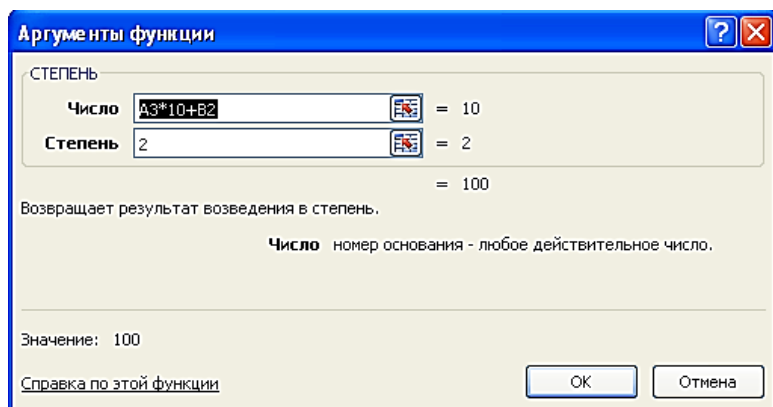



Рис.51. Окно функции **Степень**

В тех случаях, когда окно ввода прикрывает ячейки необходимые для ввода аргументов, можно свернуть (развернуть) это окно с помощью кнопки , расположенной справа от поля ввода аргументов. Кроме того, окно **Мастера функций** можно переместить в сторону, «схватив» мышью за заголовок окна.

В этом же диалоговом окне (рис.51) можно увидеть значение самого числа (10) справа от окна ввода аргумента и результат вычисления функции (степени =100) под окнами ввода аргументов.

После ввода аргументов функции (кнопка **Ок**), в ячейке В3 появится результат вычислений.

Для распространения этой формулы на остальные ячейки таблицы, выделив ячейку В3, заполните соседние ячейки с помощью *маркера заполнения* (черный плюс в нижнем правом углу ячейки). После окончания данного действия получим результат, представленный на рис.52.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	100	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####

Рис.52. Результат после заполнения формулой остальных ячеек

Почему результат не оправдал наших ожиданий? В ячейке С3 не видно числа, так как оно не помещается целиком в ячейку.

Расширьте мышью столбец С. Число появилось на экране, но оно явно не соответствует квадрату числа 11 (рис.53).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	100	1002001	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####

Рис.53. Результат после расширения столбца С

Дело в том, что когда мы распространили формулу вправо, Excel автоматически изменил адреса ячеек с учетом нашего смещения, на которые ссылается формула, и в ячейке С3 возводится в квадрат не число 11, а число, вычисленное по формуле  $=B3*10+C2$ .

Для получения правильного ответа необходимо вернуть ширину столбца С в исходное положение и выполнить следующие действия:

- ✓ Выделить ячейку В3 и, установив текстовый курсор в **Строку формул**, исправить в имеющейся формуле  $=СТЕПЕНЬ(A3*10+B2;2)$

ссылки на ячейки A3 и B2 с помощью клавиши **F4** на \$A3 и B\$2, получив в итоге формулу =СТЕПЕНЬ (\$A3\*10+B\$2, 2).

- ✓ После этого, воспользовавшись услугами *маркера заполнения*, можно заполнить этой формулой все свободные ячейки таблицы (сначала протянуть маркер заполнения вправо, отпустить левую клавишу мыши, затем, не снимая выделения с полученного блока ячеек, вниз).

Для ввода ссылок на ячейки с данными столбца A и строки 2 были использованы *смешанные ссылки*, закрепляющие столбец (\$A3) и строку (B\$2). *Абсолютную ссылку* в нашем примере можно было бы использовать, если бы в формуле вместо числа 10, на которое умножаются числа в столбце A, использовался бы адрес ячейки, на которую умножались бы эти числа, например, A15 (где ввели бы это число 10). В этом случае формула в ячейке B3 записалась бы в виде: =СТЕПЕНЬ (\$A3\*\$A\$15+B\$2), а затем была бы скопирована в остальные ячейки. Попробуйте это выполнить.

Осталось оформить таблицу: ввести и ячейку A1 заголовков, отформатировать его и отцентрировать по выделению, выполнить оформление таблицы и заполнение фоном отдельные ячейки.

### **Занятие 3**

Это занятие посвящено основам работы с новыми таблицами Excel 2010.

Таблица - это прямоугольный диапазон ячеек с взаимосвязанными данными, который обычно имеет строку с текстовыми заголовками, обозначающими содержимое столбцов таблицы.

Каждая строка таблицы называется записью и содержит информацию о каком-то одном элементе, тогда как совокупность данных обо всех элементах и составляет таблицу. Например, строка-запись может содержать данные о клиенте, о банковском счете, о сотруднике фирмы, о каком-либо продукте и т.п.

Каждый столбец таблицы содержит данные определенного типа (поля). Например, если каждая строка содержит информацию об одном работнике, то в отдельных столбцах будут располагаться его данные, такие как имя и фамилия работника, его идентификационный код, дата зачисления на работу, ставка, название подразделения, где он числится, и т.д.

Структура рабочего листа программы Excel вполне подходит для построения списков данных, поскольку каждую ячейку рабочего листа можно использовать в качестве отдельного поля, а совокупность дан-

ных одной строки – в качестве отдельной записи данных.

В любой предыдущей версии Excel можно было работать с таблицами подобного типа. Но преимущество таблиц Excel 2010 проявляется тогда, когда программа преобразует диапазон ячеек в «официальную» таблицу. Для такого превращения необходимо выделить диапазон ячеек с данными и выбрать команду **Вставка** ⇒ **Таблицы** ⇒ **Таблица**.

После того как программа Excel распознает «официальную» таблицу, она может выполнить с ней значительно больше различных операций, чем с простым диапазоном ячеек. Например, если на основе таблицы создана диаграмма, то она будет автоматически изменяться при добавлении новых (или удалении старых) строк таблицы.

Кратко отметим различия между обычным диапазоном ячеек и таблицей.

- Переход к любой ячейке таблицы предоставляет доступ к новой контекстной вкладке **Конструктор**.
- Автоматическое применение табличных стилей.
- В заголовке каждого столбца таблицы имеется раскрывающийся список, который можно использовать для сортировки и фильтрации данных.
- Замена буквенных заголовков столбцов рабочего листа на заголовки столбцов при прокрутке строк таблицы, всегда видимых на экране.
- Автоматизация таблицы при единообразных вычислениях по столбцам - для выполнения вычисления в каком-либо столбце, достаточно ввести только одну формулу.
- Таблица поддерживает структурированные ссылки на ячейки и диапазоны - в формулах для задания ссылок можно использовать имя таблицы и заголовки столбцов.
- В правом нижнем углу правой нижней ячейки таблицы имеется маленький треугольник, перетаскивая который вы можете изменить размеры таблицы (добавляя новые строки и столбцы или удаляя старые строки и столбцы).
- В таблицах легко удаляются повторяющиеся строки.
- В таблицах облегчен процесс выбора отдельных столбцов и строк.

Рассмотрим подробно на примере создание и заполнение таблиц. Представьте себя владельцем маленького магазина. Необходимо вести строгий учет прихода и расхода товаров, ежедневно иметь перед глазами реальный остаток, иметь возможность распечатать наименование

товаров по отделам и т.д. Даже в таком непростом деле Excel может заметно облегчить работу.

Разобьем данное упражнение на несколько заданий в логической последовательности:

- создание таблицы;
- заполнение таблицы данными;
- подбор данных по определенному признаку.

Рассмотрим создание следующей таблицы (рис.54) поэтапно.

№	Отдел	Наименование товара	Единицы измерения	Цена прихода	Кол-во прихода	Цена расхода	Кол-во расхода	Кол-во остатка	Сумма остатка
1	Кондитерский	Зефир	упак	20,00р.	15	22,00р.	15	0	0,00р.
2	Молочный	Кефир	упак	8,00р.	100	10,00р.	80	20	200,00р.
3	Мясной	Говядина	кг	140,00р.	50	160,00р.	35	15	2 400,00р.
4	Мясной	Сосиски	кг	110,00р.	80	130,00р.	42	38	4 940,00р.
5	Овощной	Капуста	кг	15,00р.	70	18,00р.	25	45	810,00р.
6	Фруктовый	Бананы	кг	30,00р.	90	35,00р.	45	45	1 575,00р.
7	Кондитерский	Конфеты	кг	88,00р.	145	95,00р.	64	81	7 695,00р.
								0	0,00р.
<b>Итого</b>									<b>17 620,00р.</b>

Рис.54. Создание таблицы

### Создание таблицы

1. Для создания таблицы данных в окне открытого листа следует выбрать диапазон свободных ячеек или ячеек с данными, которые необходимо преобразовать в таблицу. Для нашего примера предполагаемый диапазон, в котором будет размещаться таблица, 9 строк на 10 столбцов. На рабочем листе выделите мышью эту область.

2. Перейдите к вкладке **Вставка** ⇒ **Таблицы** ⇒ **Таблица**.

3. Если выбранный диапазон содержит или будет содержать данные, которые требуется использовать для заголовка таблицы, то в окне **Создание таблицы** активируйте пункт **Таблица с заголовками** (рис.55).

4. Закройте окно кнопкой **ОК**.

При создании таблицы Excel применяет к ней стиль по умолчанию, при этом данный стиль зависит от схемы документа, используемой в рабочей книге. Если вам не нравится внешний вид таблицы, вы легко можете его изменить.

Для этого поместите табличный курсор в любую ячейку таблицы и выберите команду **Конструктор** ⇒ **Стили таблиц**. Excel откроет палитру стилей. Стили разбиты на три категории: Светлый, Средний и Темный. Отметим, что когда вы помещаете указатель мыши на любой стиль в этой палитре, таблица на рабочем листе сразу принимает вид в соответ-

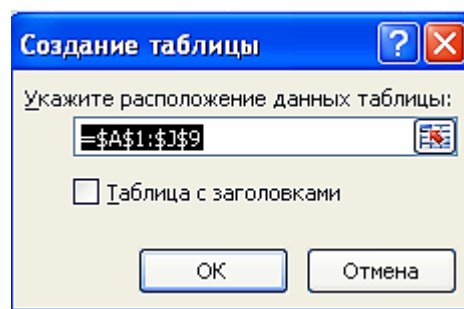


Рис.55. Окно **Создание таблицы**

ствии с этим стилем. Когда вы подберете подходящий стиль, для его применения щелкните на нем.

Если вы решили создать собственный стиль таблиц, выберите команду **Конструктор** ⇒ **Стили таблиц** ⇒ **Создать стиль таблицы**, при этом откроется окно **Создание стиля таблицы** (рис.56). В этом окне можно

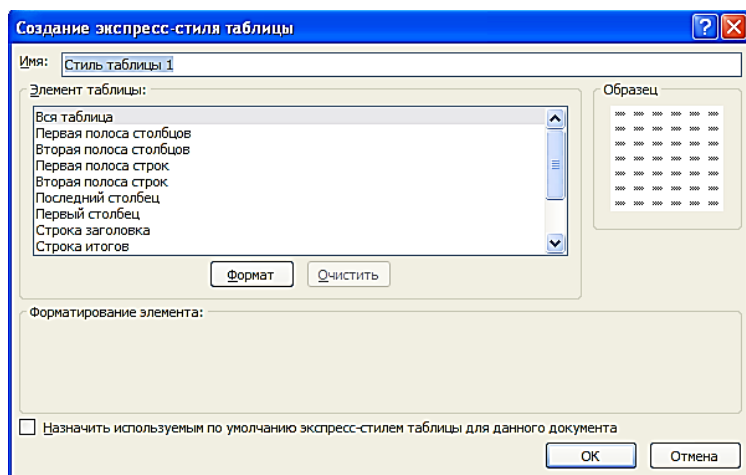


Рис.56. Диалоговое окно **Создание экспресс-стиля таблицы**

настроить формат любого из тринадцати элементов таблиц. Выбрав элемент из списка **Элемент таблицы**, щелкните на кнопке **Формат**. В открывшемся окне **Формат ячеек** можно задать любой формат выделенного элемента таблицы. Отформатировав элементы таблицы в соответствии с вашим желанием, присвойте стилю

имя и закройте окно с помощью кнопки **ОК**. Вновь созданный стиль появится в палитре стилей в категории **Пользовательские**.

Для изменения размера таблицы, выбрав **Конструктор** ⇒ **Размер таблицы**, ввести новое значение диапазона в открывшемся диалоговом окне. Кроме того, по мере ввода данных к таблице будут автоматически добавляться строки.

Для заполнения таблицы в верхней строке рабочего листа необходимо ввести заголовки столбцов, которые будут использоваться в качестве названия полей базы данных. В следующих строках рабочего листа (непосредственно под заголовками столбцов) вводятся данные каждой записи, придерживаясь приведенных ниже рекомендаций:


- Между строкой заголовков и первой записью базы данных не должно быть пустых строк. В противном случае Excel не сможет идентифицировать названия полей.
- Заголовки столбцов (названия полей базы данных) не обязательно вводить в строке 1 рабочего листа, но все записи таблицы данных должны располагаться под строкой с заголовками. Используйте заголовки столбцов для однозначной идентификации каждого поля базы данных.
- Позаботьтесь, чтобы записи таблицы и другие данные рабочего листа были разделены пустой строкой и (или) столбцом.
- Между записями базы данных не должно быть пустых строк.

- В ячейках каждого столбца таблицы данных необходимо вводить информацию только определенного типа. Например, в столбце **Наименование товара** необходимо вводить только название товара, а не цену прихода или расхода.
- Все записи одной таблицы данных должны находиться на одном рабочем листе.

В крайнем слева столбце таблицы данных введите порядковые номера записей, что позволит восстановить исходное расположение записей после их сортировки по какому-либо критерию.

Введите заголовки таблицы согласно вышеуказанной таблицы (рис.54). Заголовки таблицы имеют разную длину, поэтому необходимо длинные названия заголовков отобразить на нескольких строках. Для этого выделив ячейку заголовка, в **Формат ячейки**⇒**Выравнивание** поставьте флажок **Переносить по словам**. После этого вручную подкорректируйте ширину столбцов (раздвиньте или уменьшите их).

После ввода всех заголовков их необходимо отформатировать. Для этого выделите всю строку заголовков, щелкнув на ячейке, которая расположена в левом верхнем углу выделяемого диапазона, и не отпуская кнопку мыши, перетащив указатель мыши вправо до последней ячейки таблицы.

Примените вертикальное и горизонтальное выравнивание по центру **Формат ячеек**⇒**Выравнивание** или, если только горизонтальное, то на панели **Главная** - значок .

В столбец **№** введите нумерацию строк таблицы. В первую ячейку столбца после заголовка введите цифру 1, во вторую – 2, выделите ячейки с введенными числами и при помощи **маркера заполнения** (+ в нижнем правом углу выделенного диапазона) растяните на подлежащий нумерации диапазон ячеек.

По сути форматирование полей не отличается от форматирования других ячеек рабочего листа. Единственная хитрость заключается в использовании следующей особенности Excel: *если к трем смежным ячейкам одного столбца применить один и тот же формат, программа автоматически применит аналогичное форматирование ко всем последующим ячейкам этого столбца.*

Следовательно, для форматирования столбца выделяем три ячейки столбца, находящиеся под его заголовком, и во вкладке **Главная**⇒**Ячейки**⇒**Формат**⇒**Формат ячеек** выбираем необходимые элементы форматирования.

Установите в ячейках, содержащих названия отделов и наимено-



вания товаров, текстовый формат, в ячейках, содержащих цены, денежный формат числа (**Формат**⇒**Формат ячеек**⇒**Денежный**), а в ячейках, содержащих количество товара, числовой формат (**Формат**⇒**Формат ячеек**⇒**Число**).

Вставьте формулы для количества остатка (*Кол-во прихода* минус *Кол-во расхода*) и суммы остатка (*Кол-во остатка* умножить на *Цену расхода*) для первой строки таблицы. После принятия решения (**Enter**) формула сама скопируется по столбцу таблицы.

В процессе выполнения задания во многих случаях удобнее пользоваться контекстным меню, вызываемым нажатием правой клавиши мыши.

Так, для форматирования ячеек достаточно их выделить, щелкнуть правой клавишей мыши в тот момент, когда указатель мыши находится внутри выделения и выбрать команду **Формат ячеек**. При этом произойдет переход к тому же окну **Формат**⇒**Формат ячеек** на вкладке **Ячейки**. В случае необходимости редактирования содержимого ячейки (исправление, изменение данных) дважды щелкните мышью по ячейке или нажмите клавишу **F2** и, после появления текстового курсора, произведите все необходимые исправления.

Для получения итоговых результатов по таблице можно добавить внизу таблицы **Строку итогов**. Для этого, поставив курсор в любом месте таблицы, ставим галочку против **Строки Итогов** на вкладке **Конструктор** ленты инструментов, вследствие чего внизу таблицы появится итоговая строка, закрашенная в синий цвет.

### **Заполнение таблицы**

Переименуйте название листа *Лист1* в *Наличие*. Для этого нужно, нажав правую кнопку мыши на ярлыке *Лист1*, выбрать команду **Переименовать**, ввести новое название и завершить ввод (**Enter**).

Определитесь, каким видом товара вы собираетесь торговать, и какие отделы будут в вашем магазине.

Поскольку количество отделов у нас ограничено и их названия постоянно повторяются, то при заполнении таблицы повторный ввод названия лучше всего выбрать из списка уже введенных названий. Для этого, выделив активную ячейку правой кнопкой мыши, в контекстном меню выбрать **Выбрать из раскрывающегося списка**, а из появившегося списка - нужное название. Список введенных названий для каждой колонки будет свой. При заполнении столбца *Наименование товара* для повторного ввода названия товара примените тот же прием.

Следите за тем, чтобы в ячейках не было пробелов до и после вводимых данных. Случайно введенные символы пробела могут стать причиной неправильной сортировки или фильтрации.

Вносите данные в таблицу не по отделам, а вперемешку (в порядке поступления товаров). Заполните все ячейки, кроме тех, которые содержат формулы (*Количество остатка*, *Сумма остатка*). Вводите данные таким образом, чтобы встречались разные товары из одного отдела (но не подряд) и обязательно присутствовали товары с нулевым остатком (все продано) (рис.57).

№	Отдел	Наименование товара	Единицы измерения	Цена прихода	Кол-во прихода	Цена расхода	Кол-во расхода	Кол-во остатка	Сумма остатка
1	Кондитерский	Зефир	упак	20,00р.	15	22,00р.	15	0	0,00р.
2	Молочный	Кефир	упак	8,00р.	100	10,00р.	80	20	200,00р.
3	Мясной	Говядина	кг	140,00р.	50	160,00р.	35	15	2 400,00р.
4	Мясной	Сосиски	кг	110,00р.	80	130,00р.	42	38	4 940,00р.
5	Овощной	Капуста	кг	15,00р.	70	18,00р.	25	45	810,00р.
6	Фруктовый	Бананы	кг	30,00р.	90	35,00р.	45	45	1 575,00р.
7	Кондитерский	Конфеты	кг	88,00р.	145	95,00р.	64	81	7 695,00р.
								0	0,00р.
<b>Итого</b>									<b>17 620,00р.</b>

Рис.57. Пример заполненной таблицы

## Фильтрация

С помощью фильтра можно отсеять ненужные записи и отобразить только те записи таблицы данных, которые удовлетворяют некоторым условиям (остальные записи программа попросту скрывает). Например, можно отобразить записи товаров, которые были проданы в определенный день или оставшихся в магазине (имеющих ненулевой остаток), или показать остатки в каком-либо отделе, т.е. отфильтровать данные.

Чтобы воспользоваться фильтром выполните ряд действий:

1. В правой части каждой ячейки с заголовками столбцов есть кнопка раскрывающегося списка (кнопка со стрелкой).
2. Щелкнуть на кнопке раскрывающегося списка того поля, по которому необходимо выполнить фильтрацию. Например, чтобы отобразить записи только одного отдела, щелкнуть на кнопке раскрывающегося списка поля *Отдел*.
3. Выбрать элемент раскрывающегося списка, в соответствии с которым необходимо отфильтровать записи базы данных.

Например, для отображения всех записей для *Кондитерского* отдела, выберите элемент раскрывающегося списка – *Кондитерский*. В результате этого действия таблица изменится, и останутся только данные, относящиеся к выбранному отделу (рис.58). При этом стрелка в заголовке колонки, по которому была проведена фильтрация, станет синей

и рядом появится воронка.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		Отдел	Наименование товара	Единицы измерени	Цена прихода	Кол-во приход:	Цена расхода	Кол-во расхода	Кол-во остатка	Сумма остатка
1	1	Кондитерский	Зефир	упак	20,00р.	15	22,00р.	15	0	0,00р.
8	7	Кондитерский	Конфеты	кг	88,00р.	145	95,00р.	64	81	7 695,00р.
10	Итого						117,00р.			7 695,00р.

Рис.58. Таблица после фильтрации по столбцу Отдел

Точно также можно отфильтровать данные и по другим отделам или выбрать критерий фильтрации в другом столбце. В отфильтрованном виде таблицу можно отпечатать. Отфильтрованные строки можно выделить цветом шрифта, фоном, рамками, иным способом отформатировать. Убрав фильтрацию, мы получим очень наглядную разметку таблицы.

В критериях для фильтра допускается использование **операторов сравнения**. Предположим необходимо найти все записи товаров, Цена расхода которых превышает 100 руб. Для этой цели предназначен числовой фильтр.

- Щелкните на кнопке раскрывающегося списка числового поля, по которому необходимо выполнить фильтрацию. В нашем примере щелкните на кнопке раскрывающегося списка поля *Цена расхода*.
- В открывшемся меню выберите элемент **Числовые фильтры** (рис.59). Откроется меню с операторами сравнения.

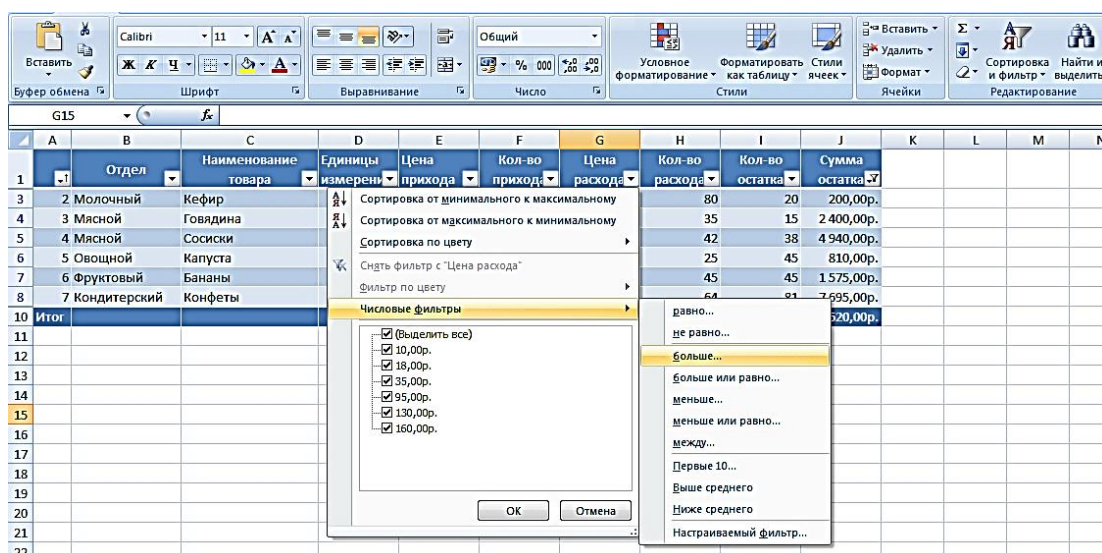


Рис.59. Числовой фильтр

- Выберите нужный оператор сравнения. Для нашего примера выберите **больше или равно**. На экране появится диалоговое окно **Пользовательский автофильтр** (рис.60). В поле справа от оператора сравнения введите нужное значение, в нашем примере это 100.

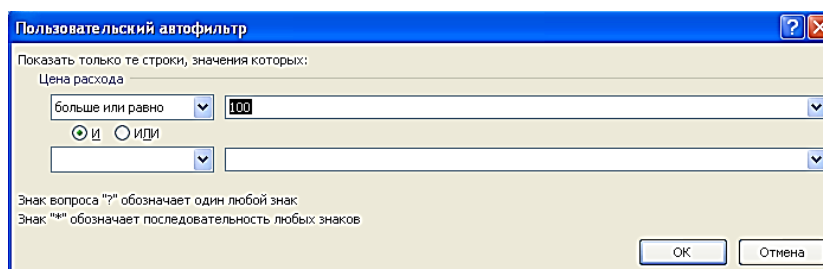


Рис.60. Диалоговое окно  
Пользовательский автофильтр

#### 4. Завершите выбор кнопкой **ОК**.

Excel отфильтрует таблицу по колонке *Цена расхода*, и покажет все товары, у которых *Цена расхода* будет равна или больше 100 руб.

Чтобы после фильтрации вновь отобразить все записи базы данных, из раскрывающегося списка фильтра выберите элемент (**Все**) (он выделен по умолчанию) или элемент **Снять фильтр** с *Цена расхода*.

В строке **Итогов** можно получать итоговые данные для всей таблицы, а также только для отфильтрованного участка.

Здесь можно вычислять суммы, количество, произведения, находить максимальный или минимальный элемент, производить другие операции для конкретной колонки.

Например, мы хотим посчитать *Сумму остатка* по *Кондитерскому отделу*. Для этого мы выделяем ячейку строки **Итогов** и столбца *Сумма остатка*. Справа ячейки появляется кнопка со стрелкой, при нажатии на которую в выпадающем окне появится список функций для выбора. Для вычисления *Суммы остатка* необходимо выбрать функцию *Сумма* (рис.61).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Отдел	Наименование товара	Единицы измерения	Цена прихода	Кол-во прихода	Цена расхода	Кол-во расхода	Кол-во остатка	Сумма остатка	
2	1	Кондитерский	Зефир	упак	20,00р.	15	22,00р.	15	0	0,00р.	
8	7	Кондитерский	Конфеты	кг	88,00р.	145	95,00р.	64	81	7 695,00р.	
11	<b>Итого</b>							79			
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											

Рис.61. Вычисление суммы остатка по *Кондитерскому отделу*

В этой ячейке появится функция `ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ(109; [Сумма остатка])` (в строке формул). В ней первым аргументом является номер математической или статистической операции (101 - вычисление среднего значения; 102 и 103 – подсчет количества чисел и непустых ячеек; 104 и 105 – вычисление максимума и минимума; 106 - произведение; 107– стандартное отклонение; 109 – сумма; 110 – дисперсия), а вторым – интервал вычислений.

Функция ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ находится в категории математические и отличается тем, что она вычисляет значения только по видимым ячейкам (рис.58), а невидимые не учитывает. При изменении фильтрации, меняются и промежуточные итоги, тогда как обычная функция суммирования или произведения останется неизменной.

Изменим немного условие задачи, пусть необходимо посмотреть данные по ненулевым остаткам кондитерского отдела. Для этого в списке столбца Сумма остатка в пункте **Числовые фильтры** выберем необходимое **Условие** (больше, меньше, равно), либо **Настраиваемый фильтр**. В появившемся окне **Пользовательский автофильтр** (рис.60) в верхнем поле выбираем **больше** «0.00р.». Полученный результат представлен на рисунке (рис.62).

	Отдел	Наименование товара	Единицы измерения	Цена прихода	Кол-во прихода	Цена расхода	Кол-во расхода	Кол-во остатка	Сумма остатка
7	Кондитерский	Конфеты	кг	88,00р.	145	95,00р.	64	81	7 695,00р.
<b>Итог</b>									<b>7 695,00р.</b>

Рис.62. Данные по ненулевым остаткам кондитерского отдела

Для того чтобы посмотреть данные по ненулевым остаткам кондитерского и мясного отделов, в столбце Сумма остатка оставляем тот же самый фильтр, а в столбце Отдел выбираем **Настраиваемый фильтр** (рис.60). В верхнем поле выбираем **равно** Кондитерский, внизу **равно** Мясной, а в качестве логической функции задаем **ИЛИ**.

Полученный результат представлен на рисунке (рис.63).

	Отдел	Наименование товара	Единицы измерения	Цена прихода	Кол-во прихода	Цена расхода	Кол-во расхода	Кол-во остатка	Сумма остатка
3	Мясной	Говядина	кг	140,00р.	50	160,00р.	35	15	2 400,00р.
4	Мясной	Сосиски	кг	110,00р.	80	130,00р.	42	38	4 940,00р.
7	Кондитерский	Конфеты	кг	88,00р.	145	95,00р.	64	81	7 695,00р.
<b>Итог</b>									<b>15 035,00р.</b>

Рис.63. Данные по отделам Кондитерский и Мясной

Чтобы снова увидеть таблицу целиком, необходимо щелкнуть по стрелке в столбце, где применялась фильтрация (они показаны синими стрелками), выбрать в списке **Все** или **Снять фильтр с «Отдел»**.

### Сортировка записей

Сортировка переупорядочивает строки таблицы на основе значений из одного столбца. Например, можно упорядочить таблицу по именам, расставив их в алфавитном порядке.

Для того чтобы отсортировать таблицу по значениям какого-либо столбца, откройте раскрывающийся список в заголовке этого столбца и выберите одну из команд сортировки. Эти команды могут быть разными в зависимости от типа данных в столбце.

Прежде всего, выберите поле, по данным которого необходимо выполнить сортировку всей базы данных. Поле, в соответствии с которым осуществляется сортировка, называется ключевым полем или ключом.

1. Щелкните на любой ячейке того столбца данных, по которому необходимо выполнить сортировку.
2. Во вкладке **Главная** ленты инструментов выберите **Сортировка и фильтр**.
3. Определите нужный порядок сортировки – **Сортировка от А до Я** или **Сортировка от Я до А**.
4. Excel выполнит сортировку записей по данному столбцу.

Выполним сортировку записей по столбцу *Наименование товара*.

После сортировки таблицы на кнопке раскрытия списка в заголовке столбца, по которому выполнялась сортировка, появится маленькая вертикальная стрелка, напоминающая о том, что именно по значениям этого столбца выполнялась последняя сортировка.

Однако часто возникает необходимость отсортировать записи сразу по нескольким ключевым полям и в разных направлениях. Например, необходимо выполнить сортировку по возрастанию по ключевым полям *Отдел* и *Сумма остатка*. Для этого следует воспользоваться настраиваемой сортировкой. Выполните первые два действия описанные выше.

3. При выборе элемента **Настраиваемая сортировка** откроется окно **Сортировка** (рис.64). Это же окно откроется, если выбрать **Данные** ⇒ **Сортировка и фильтр** ⇒ **Сортировка**.

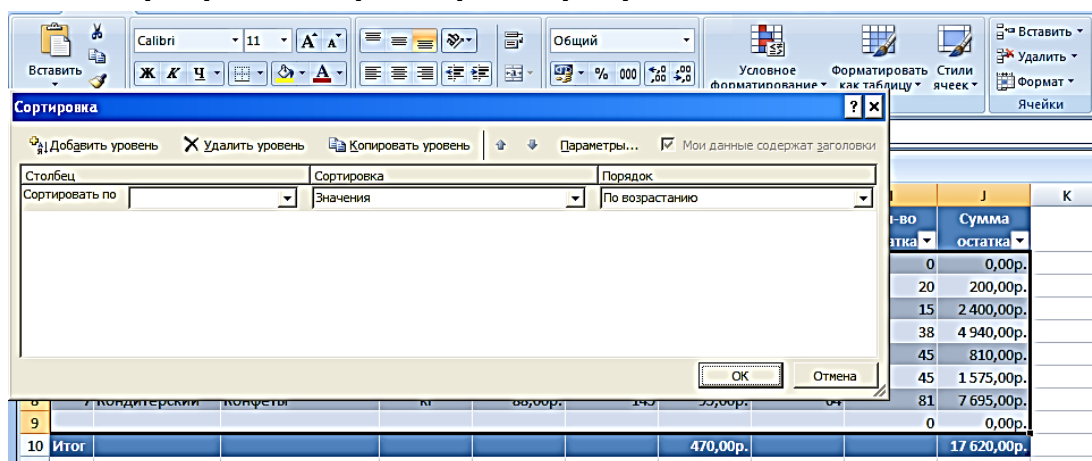


Рис.64. Выбор ключевых полей для сортировки записей базы данных

4. Из раскрывающегося списка **Сортировать по** необходимо выбрать ключевое поле сортировки. Например, *Отдел*.
5. Из раскрывающегося списка **Порядок** выбрать направление сортировки от **А до Я** или от **Я до А**. Для нашего примера (по возрастанию

- нию) от **А до Я**. Все отделы в таблице расположатся по алфавиту.
- Чтобы одновременно провести сортировку еще по одному столбцу, необходимо выбрать **Добавить уровень**.
  - Задать ключевое поле и порядок сортировки как указано в пп.4-5. Добавить ключевое поле *Сумма остатка*, порядок сортировки (по убыванию) (рис.65).

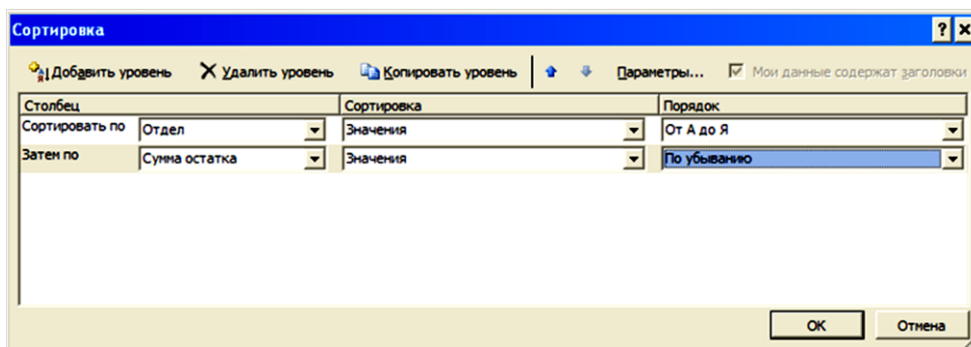


Рис.65. Выбранные ключевые поля и порядок сортировки

- Аналогично при необходимости задаем следующие ключевые поля и соответствующие им направления сортировки.
- Заканчиваем сортировку клавишей **ОК**.

Если полученный результат вас не устраивает, отмените сортировку записей, воспользовавшись кнопкой **Отменить** или нажав **Ctrl+Z**.

После выполнения сортировки получите таблицу, представленную на рис.66.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	№	Отдел	Наименование товара	единицы измерения	Цена прихода	Кол-во прихода	Цена расхода	Кол-во расхода	Кол-во остатка	Сумма остатка
2	7	Кондитерский	Конфеты	кг	88,00р.	145	95,00р.	64	81	7 695,00р.
3	1	Кондитерский	Зефир	упак	20,00р.	15	22,00р.	15	0	0,00р.
4	2	Молочный	Кефир	упак	8,00р.	100	10,00р.	80	20	200,00р.
5	4	Мясной	Сосиски	кг	110,00р.	80	130,00р.	42	38	4 940,00р.
6	3	Мясной	Говядина	кг	140,00р.	50	160,00р.	35	15	2 400,00р.
7	5	Овощной	Капуста	кг	15,00р.	70	18,00р.	25	45	810,00р.
8	6	Фруктовый	Бананы	кг	30,00р.	90	35,00р.	45	45	1 575,00р.
9									0	0,00р.
10	Итого									17 620,00р.

Рис.66. Результаты после множественной сортировки

Если посмотреть результаты сортировки, то видно, что основная сортировка выполнена по столбцу *Отдел*, а затем по столбцу *Сумма остатка*. Среди двух мясных отделов сортировка выполнена по убыванию, среди кондитерских отделов тоже.

## Занятие 4

Часто в научных исследованиях приходится измерять зависимость одной переменной от другой, и показывать эти зависимости в виде графиков. Для графического отображения данных, введенных в ячейки рабочего листа, служат диаграммы. Данные, представленные в графическом виде, значительно упрощают анализ зависимостей.

Чтобы создать диаграмму, нужно иметь наборы данных, которые в Excel называют *рядами данных*. Данные каждого ряда хранятся в отдельной строке или в отдельном столбце.

Ключевая особенность диаграмм в Excel – их динамический характер. Это означает, что ряды данных диаграммы связаны с данными, находящимися на рабочих листах. Если данные в листах изменяются, диаграмма автоматически обновляется, отображая изменения в листах.

После создания диаграммы всегда можно изменить ее тип или формат, можно добавлять новые ряды данных или изменять текущие, отображая другой диапазон. Чтобы внести изменения в диаграмму, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на той области диаграммы, которая подлежит изменению для вызова контекстного меню.

Диаграмму можно создавать на отдельном листе (лист диаграмм) или на том же листе, где находятся данные, тогда она называется *внедренной*.

Внедренная диаграмма свободно перемещается по рабочему листу. Как и у любого другого графического объекта можно изменять ее размеры или пропорции, настраивать границы и выполнять над ней другие операции.

Чтобы выполнить любое изменение в объекте диаграммы, необходимо ее активизировать (выделить щелчком мыши на ней). При этом главное меню программы Excel изменяется: вместо меню данных появляется меню диаграмм.

Следует отметить, что Excel позволяет строить диаграммы различного типа (стандартные и нестандартные). Причем вкладка **Стандартные** содержит 14 базовых типов диаграмм и несколько подтипов каждого типа. Во вкладке **Нестандартные** представлено много разных специализированных типов диаграмм.

При решении инженерных задач в основном приходится строить различные графики. Для этого в Excel есть два типа диаграмм **График** и **Точечная**.

Следует отметить, что при выборе диаграммы типа **График** ось категорий  $x$  разбивается на одинаковые интервалы, подписи на этой оси



соответствуют номерам строк, в которых находится значения функции, поэтому при построении графика следует указать только диапазон, содержащий значения функции (рис.67).

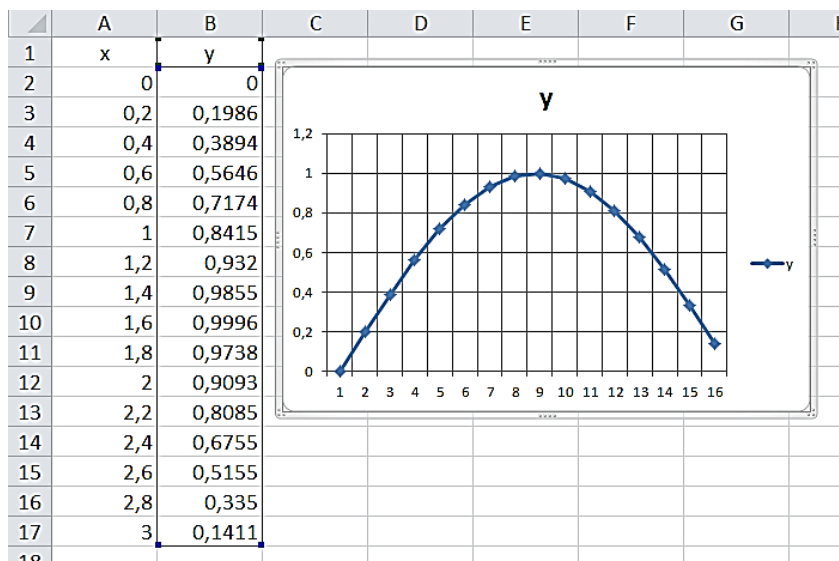


Рис.67. Тип диаграммы **График**

Тип диаграмм **Точечная** строится в декартовых координатах. В этом случае по оси категорий  $x$  откладываются значения аргумента функции. Тип диаграмм **Точечные** часто используют для иллюстрации зависимостей между двумя переменными, так как по обеим осям выводятся значения (рис.68).

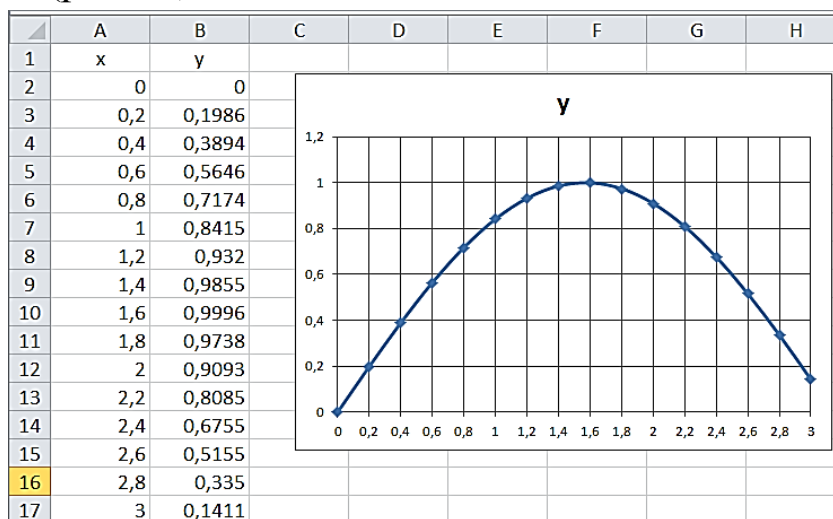


Рис.68. Тип диаграммы **Точечная**

Рассмотрим методику построения диаграмм и особенности их форматирования.

### Создание графиков в документе Excel

Предположим, что проводится эксперимент по измерению зависимости какого-то параметра, например, вязкости от температуры. Начальная температура была равна  $10^{\circ}\text{C}$ . Шаг изменения –  $10^{\circ}\text{C}$ . Вве-

дите эти данные на лист Excel (рис.69).

Чтобы расположить заголовок *Исходные данные* над таблицей данных так, как показано на рисунке, необходимо:

- выделить две ячейки;
- выполнить команду **Ячейки**⇒**Формат**⇒**Формат ячеек...** и на вкладке **Выравнивание** поставить переключатель в полях **Объединение ячеек**;
- в группе **Выравнивание по горизонтали и по вертикали** поставьте **по центру**.

Теперь подготовим таблицу экспериментальных данных (рис.70).

Для ввода данных первой колонки - номеров по порядку применяется **маркер заполнения** (черный крестик в правом нижнем углу выделенного диапазона или ячейки). В первую ячейку первой колонки вводится единица, во вторую – два. Выделив обе ячейки, с помощью **маркера заполнения** растяните на все ячейки колонки (до 10).

Заголовок столбца *Температура* вводится по формуле: =A3 (т.е. в формуле ссылка на адрес ячейки, где помещено название параметра в таблице *Исходные данные* (рис.69)).

Температура в начальный момент проведения эксперимента (в первом опыте) у нас равна исходной температуре, т.е. =B3. Далее она отличается от предыдущей на шаг. Следовательно, во второй строке температура равна предыдущей температуре + шаг, т.е. =F3+\$C\$3, но шаг должен браться постоянно из одной и той же ячейки, и ссылка на нее должна быть постоянной, иметь **абсолютную адресацию**. Чтобы далее заполнить остальные ячейки аналогичной формулой необходимо использовать **маркер заполнения**.

Введенная таким образом информация позволяет нам автоматизировать подстройку таблицы экспериментальных данных (рис.70) при изменении начальных условий. Попробуйте вместо «температуры» в исходных данных ввести «давление», а исходное значение поставить, например, 20. Таблица экспериментов тут же изменит заголовки и пересчитает значения. Сделаем **Отмену**.

	A	B	C
1	<b>Исходные данные</b>		
2	Параметры	Нач. знач.	Шаг
3	Температура	10	10
4			
5	Функция	Вязкость	


Рис.69. Таблица исходных данных

E	F	G	H
<b>Эксперимент</b>			
№	Температура	Y <sub>экспер</sub>	Y <sub>расчет</sub>
1	=B3	0	
2	=F3+\$C\$3	3	
3	=F4+\$C\$3	7	
4	=F5+\$C\$3	10	
5	=F6+\$C\$3	11	
6	=F7+\$C\$3	11	
7	=F8+\$C\$3	10	
8	=F9+\$C\$3	7	
9	=F10+\$C\$3	4	
10	=F11+\$C\$3	1	


Рис.70. Таблица экспериментальных данных

Значения  $Y_{\text{экпер}}$  должны браться из эксперимента, поэтому просто введите их с клавиатуры.

Для форматирования заголовка *Эксперимент* лучше всего воспользоваться возможностью **копирования формата**. Для этого:

- ✓ Выделите ячейку *Исходные данные*.
- ✓ Щелкните на кнопке **Формат по образцу**  на вкладке **Главная**. При этом Excel копирует формат выбранной ячейки, а указатель мыши превращается в кисточку, слева от которой расположен знак «плюс»;
- ✓ Протащите указатель мыши по диапазону ячеек или по ячейке, в которые нужно скопировать выбранный формат (заголовок *Эксперимент*).

Для того, чтобы построить график зависимости  $Y_{\text{экпер}}$  от *Температуры*, выполните следующие действия:

- ✓ Выделите ячейки с данными, на основе которых необходимо построить диаграмму. Чтобы в диаграмме отражались заголовки строк и (или) столбцов электронной таблицы, их также необходимо включить в выделенную область. Для нашего примера это два столбца значений – *Температура* и  $Y_{\text{экпер}}$ , включая их заголовки.
- ✓ Во вкладке **Вставка** в разделе **Диаграммы** выбираем тип и вид диаграммы. Если вы точно знаете, диаграмма какого типа вам нужна, щелкните на кнопке  снизу от названия нужного типа диаграмм и выберите желаемый вид диаграммы из открывшегося меню (рис.71).

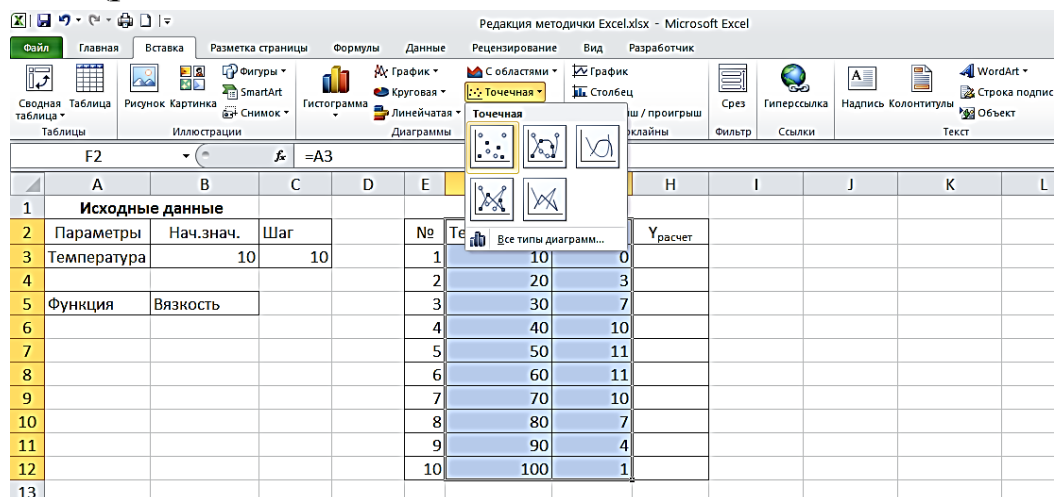


Рис.71. Выбор вида диаграммы

- ✓ Чтобы отобразить диалоговое окно, в котором собраны все доступные типы диаграмм с подвидами, щелкните на кнопке со стрелкой, расположенной в правом нижнем углу раздела **Вставка**  $\Rightarrow$  **Диаграммы**. В диалоговом окне **Вставка диаграммы** (рис.72),

найдите и выберите нужный эскиз диаграммы.

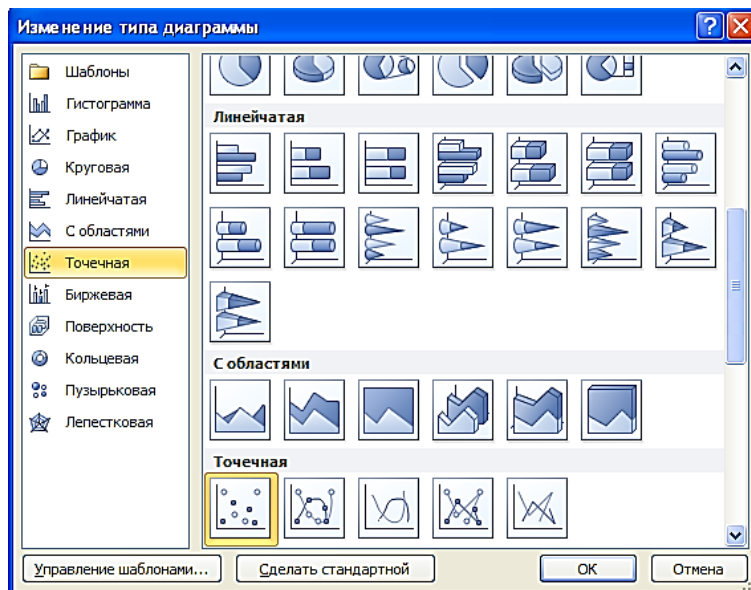


Рис.72. Окно выбора типа диаграммы

- ✓ Поскольку нам необходимо построить график зависимости  $Y_{\text{экспер}}$  от температуры следует выбрать **Точечную диаграмму** (рис.72), и затем любой из пяти ее видов, а не диаграмму типа **График**.
- ✓ Предположим необходимо нанести на график только точки и не прорисовывать линию, поэтому следует выбрать первый вид кривой.
- ✓ Excel построит диаграмму на основе выделенных данных и поместит ее на активный рабочий лист в виде объекта (рис.73).

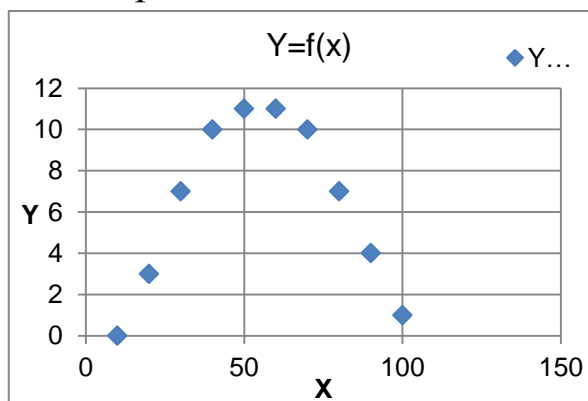


Рис.73. График, полученный после небольшого редактирования

## Редактирование диаграмм

Изменить значения параметров уже готовой диаграммы чрезвычайно просто. Это можно сделать двумя способами:

1. Для изменения того или иного параметра форматирования диаграммы, необходимо щелкнуть по нему правой кнопкой мыши и в открывшемся контекстном меню выбрать соответствующую команду.

2. Активизируйте диаграмму, щелкнув на ней мышью, и на ленте инструментов автоматически отобразятся вкладки для работы с диаграммами **Конструктор**, **Макет** и **Формат**.

На вкладке **Конструктор** находятся кнопки, отвечающие за изменение диаграммы, исходных данных, расположения диаграммы и библиотека стилей и макетов диаграмм для выбора.

На вкладке **Макет** расположены кнопки, отвечающие за оформление непосредственно графиков (названия, оси, сетка, область построения).

На вкладке **Формат** расположены кнопки, отвечающие за форматирование диаграмм, заливку, контуры, стили фигур, их размещение относительно остальных.

Случается, что диаграмма выбранного типа не лучшим образом визуализирует данные. Чтобы на основе тех же данных построить диаграмму нового типа, выберите из контекстного меню или во вкладке **Конструктор** ⇒ **Изменить тип диаграммы**. В открывшемся окне **Изменение типа диаграммы** выберите новый тип и вид, и Excel изменит тип диаграммы.

Диаграмма может располагаться как на рабочем листе книги, содержащем данные, так и на отдельном диаграммном листе. Чтобы изменить расположение диаграммы, во вкладке **Конструктор** выберите **Переместить диаграмму**, и в открывшемся окне **Перемещение диаграммы** (рис.74) установите переключатель **На отдельном листе**, чтобы создать

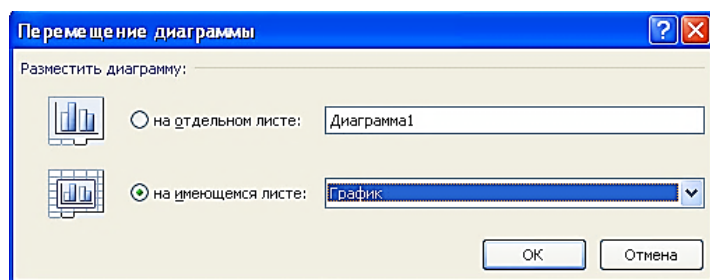


Рис.74. Диалоговое окно **Перемещение диаграммы**

для диаграммы отдельный лист книги, либо **На имеющемся листе**, чтобы поместить ее на активный лист книги, либо задать имя листа электронной таблицы, на который хотите поместить диаграмму.

Рекомендуется выбрать размещение **На отдельном листе**, т.к. в этом случае диаграмма занимает лист полностью, что хорошо подходит для ее распечатки на отдельном листе, она будет выглядеть точно так же, как и в листе диаграмм. Кроме того ее легче вставлять в другие документы, она не загромождает исходные данные, она более читабельна и т.д.

Иногда необходимо отредактировать источник данных для диаграммы, включив или исключив отдельные строки или столбцы диапазона. Для корректировки источника данных во вкладке **Конструк-**

тор ⇒ **Выбрать данные** ⇒ **Выбор источника данных** (рис.75) введите новую ссылку в поле **Диапазон данных для диаграммы** вместо старой.

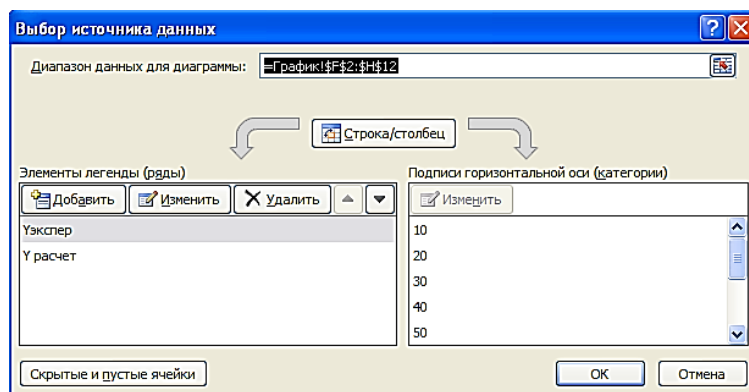




Рис.75. Диалоговое окно **Выбор источника данных**

Для ввода новой ссылки на данные сверните окно кнопкой , расположенной справа от **Диапазона данных для диаграммы**, непосредственно на листе выделите новый диапазон, вернитесь в диалоговое окно с помощи кнопки  и закройте ее клавишей **ОК**.

В ряде случаев бывает необходимо поменять местами функцию с аргументом, т.е. **X с Y**. Для этого выберите **Конструктор** ⇒ **Строка/Столбец**.

Для каждого вида диаграмм разработано множество макетов, отличающихся взаимным расположением элементов диаграммы, линиями сетки, подписями и пр., а также стилевых решений, оптимально сочетающих цвета, объем, тени и прочие визуальные эффекты. Чтобы применить макеты и стили необходимо выбрать **Макеты диаграмм** и **Стили диаграмм** соответственно вкладки **Конструктор**.

## Форматирование диаграммы

Диаграмма любого типа принадлежит к семейству графических объектов. Тем не менее, в каждой диаграмме используются текстовые фрагменты:

- ✓ *название диаграммы* – позволяет ввести текст заголовка диаграммы;
- ✓ *название оси* – позволяет определить названия осей координат;
- ✓ *легенда* – позволяет отобразить текст легенды. Легенда – это небольшое подокно на диаграмме, в котором отображаются названия рядов данных и образцы их расцветки на диаграмме;
- ✓ *подписи данных* – позволяет управлять отображением надписей, соответствующих отдельным элементам данных на диаграмме.

Общая схема форматирования всех элементов диаграммы одинакова. Выделите элемент диаграммы правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню команду **Формат** соответствующего элемента

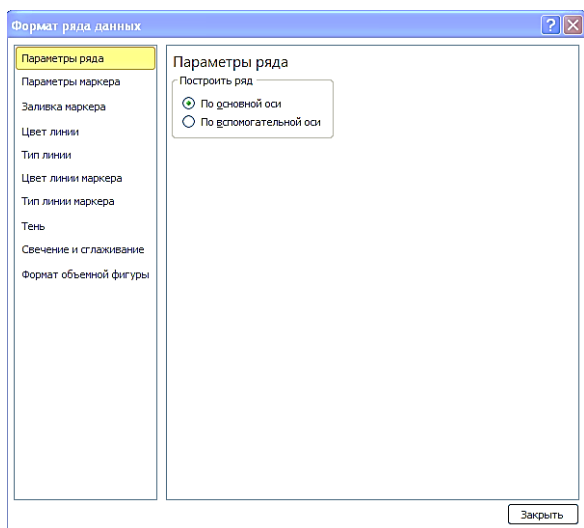


Рис.76. Диалоговое окно **Формат выделенного фрагмента** (заметьте, что у каждого текстового элемента диаграммы есть уникальные параметры, присущие только ему).

диаграммы либо **Формат выделенного фрагмента** вкладки **Макет** (рис.76).

В появившемся окне **Формат выделенного фрагмента** с многочисленными параметрами измените параметры форматирования выбранного элемента. Для разных элементов диаграммы набор параметров будет отличаться.

## Легенда

В качестве примера рассмотрим процедуру форматирования легенды

Чтобы изменить используемый в легенде шрифт, выполните ряд действий.

1. Щелкните на легенде правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню элемент **Шрифт** (рис.77).

2. Во вкладке **Шрифт** выберите тип шрифта, задайте нужный размер и добавьте видоизменение.

3. Во вкладке **Межзнаковый интервал** выберите нужный (обычный, уплотненный или разреженный).

Для дальнейшей настройки легенды ее необходимо выделить, чтобы активизировать, перейти на вкладку **Макет** → **Формат выделенного фрагмента** (рис.78) и изменить настраиваемые параметры элемента диаграммы.

1. Для определения местоположения легенды по отношению к диаграмме, выбрав в левой области окна элемент **Параметры легенды**, в правой части окна установим нужный

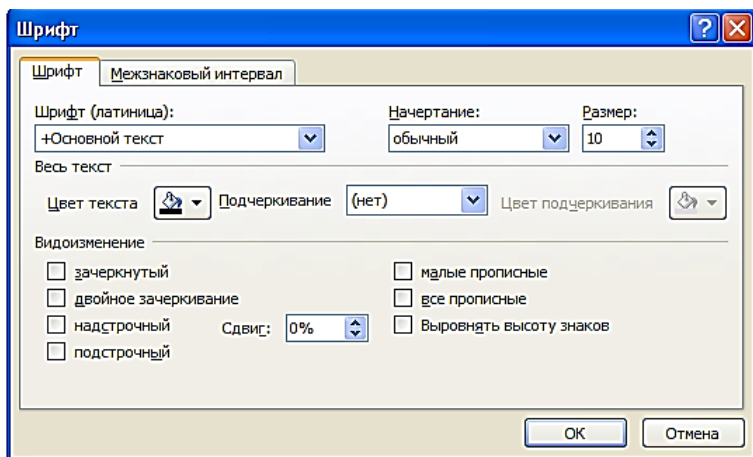


Рис.77. Диалоговое окно **Шрифт**

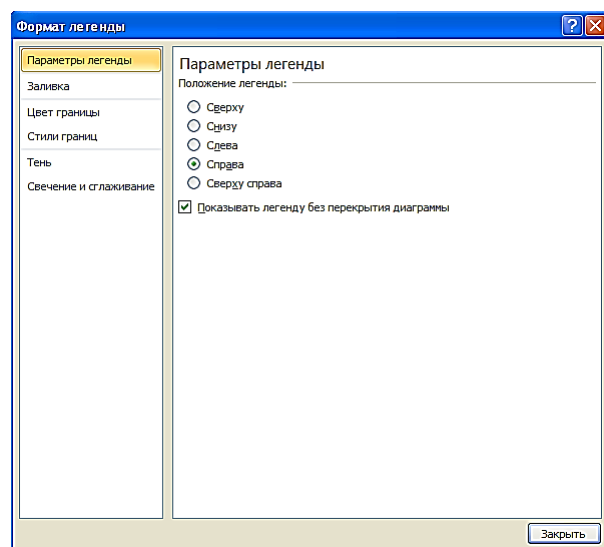


Рис.78. Диалоговое окно **Формат легенды**

переключатель.

2. Для изменения цвета заливки, выбрав элемент **Заливка** в левой части окна, используя переключатели и другие параметры в правой части, зададим нужный тип заливки – сплошная, градиентная, текстура и пр.
3. Выделив элемент **Цвет границы** в левой части диалогового окна и установив переключатели в правой части окна, настройте цвет границы.
4. При необходимости аналогичным образом измените стиль границы и добавьте тень.
5. В завершение работы выберите **Заккрыть**.

### Оси диаграммы

У двумерных диаграмм – две оси (**X** и **Y**); в трехмерных (объемных) диаграммах появляется третья ось – **Z**. Помимо форматирования текстовых надписей каждой оси, можно изменить тип и цвет ее линии, отобразить основные и промежуточные деления оси, изменить шкалу (приращение значений) и выбрать формат отображения меток делений, можно разместить деления снаружи или внутри оси либо сделать так, чтобы они пересекали ось. Помимо этого, можно изменить способ расположения текстовых подписей оси относительно ее делений.

Для того чтобы изменить формат оси диаграммы, выполните ряд действий:

- Выделите ось, которую необходимо отформатировать, таким образом, чтобы были выделены числовые значения оси.
- В левой части окна **Макет**⇒**Формат оси**, выберите **Тип линии**, а в правой части задайте толщину линии, тип штриха, тип стрелки и прочие необходимые параметры линии оси (рис.79).

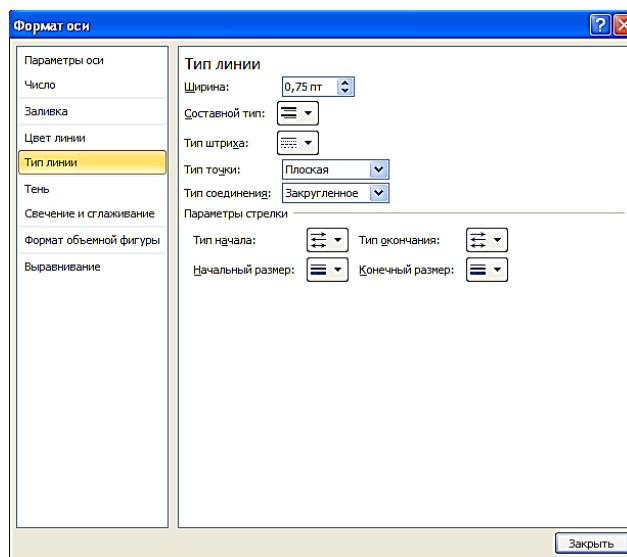


Рис.79. Диалоговое окно **Формат оси**

- Выбрав в левой части окна элемент **Цвет линии**, в правой части задайте цвет линии оси – сплошной или с градиентом.
- Выбрав элемент **Тень**, можно задать вид тени.



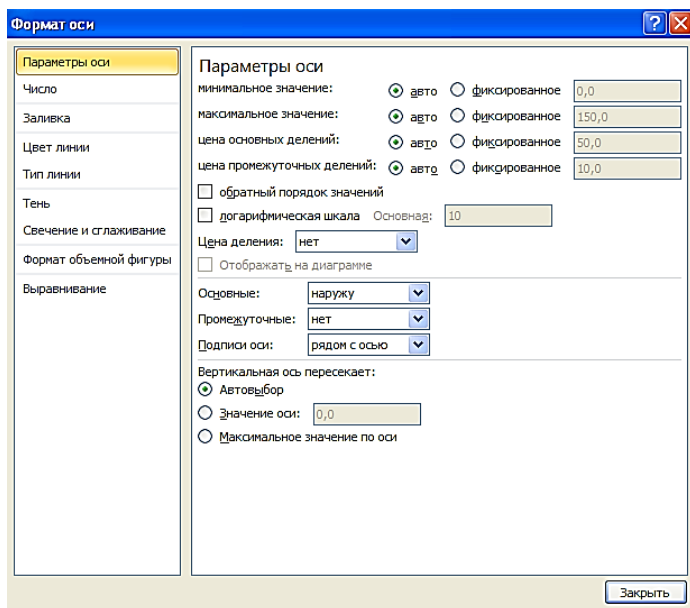


Рис.80. Диалоговое окно **Формат оси**

- Чтобы сделать оси объемными, выбрав элемент **Формат объемной фигуры** в левой части диалогового окна, настройте соответствующие параметры в правой его части.
- Выбрав элемент **Параметры оси**, можно задать параметры размещения значений (для оси Y) или категорий (для оси X), выбрать минимальное или максимальное значения, а также цену промежуточных и основных делений (рис.80).

- Выбрав элемент **Число**, задайте нужный формат для числовых значений (Денежный, Процентный и т.п.), отложенных вдоль оси.
- При необходимости изменение значений любых других параметров окна **Формат оси** осуществляется аналогичным способом. В заключение выберите **Закреть**.

Вернемся к нашему графику. Чтобы изменить фон области построения диаграммы необходимо, щелкнув на области построения диаграммы правой кнопкой мыши и выбрав **Формат области построения**, в открывшемся окне поставить переключатель в группе заливка – *сплошная* и выбрать цвет. Отмените заливку.

Увеличение размеров точек возможно несколькими способами:

1. В вкладке **Конструктор** ⇒ **Стили диаграмм** выберите стиль с большим размером точек.
2. Выделив точки на кривой, из контекстного меню (правая кнопка мыши) выбрать **Формат ряда данных** ⇒ **Параметры маркера**. В открывшемся окне в группе **Параметры маркера** установить тип маркера **Встроенный** и изменить размер точек, например, на 16 пт. Здесь же можно выбрать другие параметры данных, например, изменить маркер, т.е. вид точек, провести линию, выбрав ее цвет, толщину и тип, сгладить линию и др.

Аргумент нашей функции изменяется от 10 до 100, а шкала по оси X имеет минимальное значение 0, а максимальное – 120. Кроме того, шрифт подписи данных мелковат. Как изменить это?

Щелкните по оси **X** правой кнопкой мыши и выберите команду **Формат оси**.

В открывшемся окне на вкладке **Параметры оси** установите минимальное значение – 10, максимальное – 100 и цену основных делений – 10, т.к. наши данные изменяются с шагом 10 (рис.80).

Для увеличения размера шрифта осей и изменения его начертания (например, увеличить до 12 пт и сделать курсивом) необходимо выделить числовые значения оси, в контекстном меню выбрать **Шрифт** и сделать изменения. Либо выделить числовые значения оси и на вкладке **Главная** изменить шрифт.

Для установления на графике вертикального написания названия осей следует выбрать **Макет** ⇒ **Названия осей**.

*Вы уже поняли принцип форматирования диаграммы? Тогда увеличьте размер шрифта заголовка, настройте легенду, названий осей. Пример отформатированной диаграммы представлен на рисунке (рис.81).*

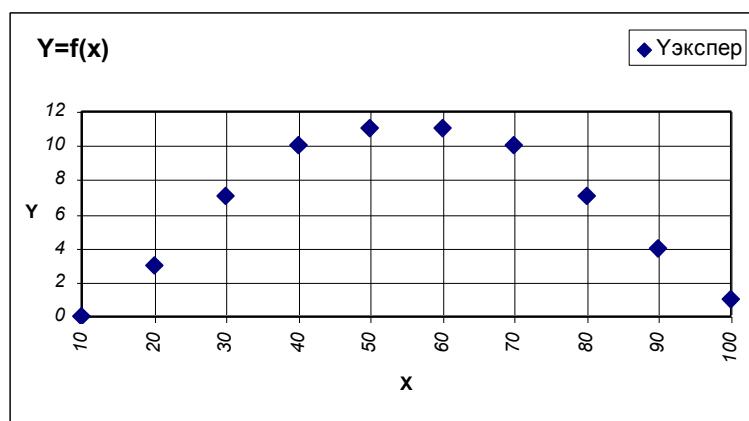


Рис.81. Диаграмма после форматирования

Чтобы предсказывать значения отклика – параметра **Y** на выходе эксперимента от фактора – независимых переменных **X** на входе в систему (в нашем случае это температура), необходимо знать функциональную зависимость  $Y = f(X)$ . В Excel имеется возможность автоматического подбора такой функции.

Щелкните правой кнопкой мыши по точкам и выберите в контекстном меню **Добавить линию тренда** или во вкладке **Макет** ⇒ **Анализ** ⇒ **Линия тренда** ⇒ **Дополнитель-**

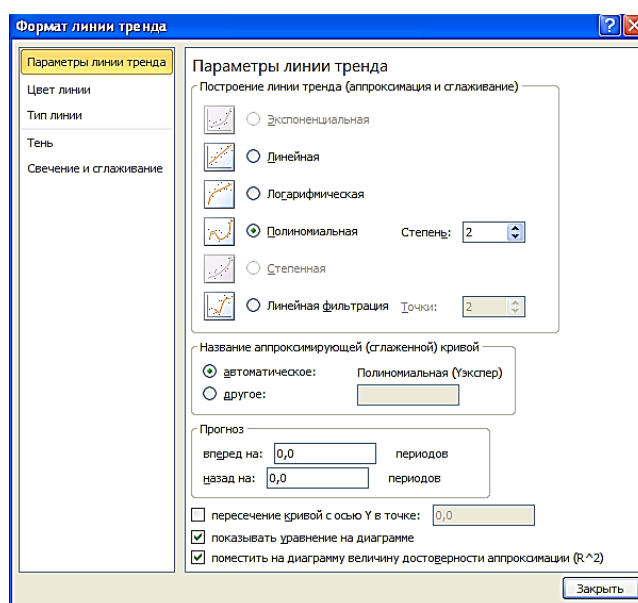


Рис.82. Окно **Формат линии тренда**

ные параметры линии тренда. В открывшемся окне (рис.82) на закладке **Параметры линии тренда** выберите полиномиальная. Обычно для описания системы используется полиномиальная линия тренда второго порядка:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2, \quad (1)$$

где  $a_i$  – коэффициенты уравнения.

При необходимости можно изменить степень до 6. Тогда уравнение примет вид:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + a_3 \cdot X^3 + a_4 \cdot X^4 + a_5 \cdot X^5 + a_6 \cdot X^6$$

На этой вкладке установите переключатели в пункты **Показать уравнение на диаграмме** и **Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации**. Это позволит вам увидеть уравнение и точность аппроксимации наших данных.

Выведенные на экран уравнение и точность можно переместить в любое место диаграммы (также как и другие надписи, например, заголовка диаграммы, названия осей, легенду), «схватив» левой кнопкой мыши за рамку. Примерный окончательный вид нашей зависимости представлен на рис.83.

Сохраните результаты, они понадобятся нам позднее.

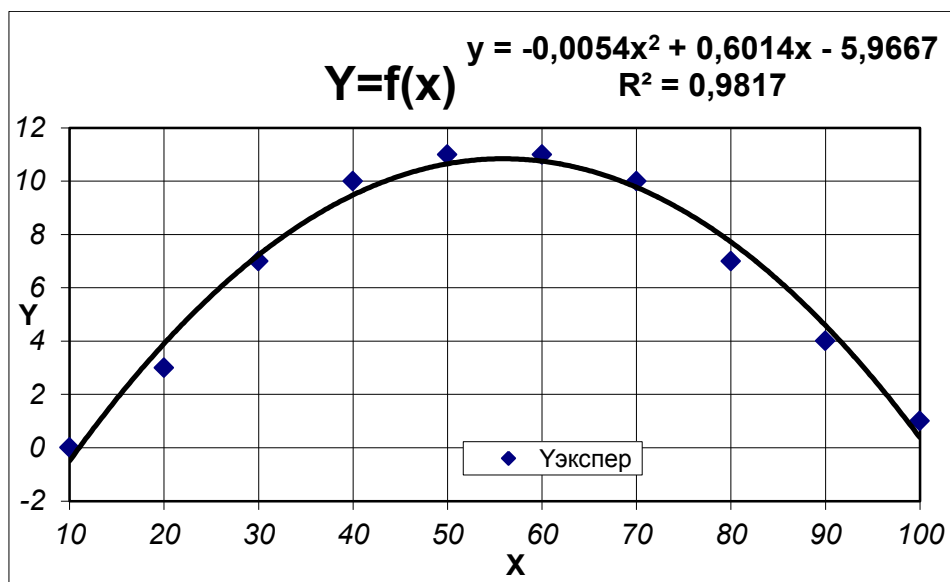


Рис.83. Окончательный вид нашей зависимости

**Задача 4.1.** Инженер желает получить цифровые данные для построения графика безопасной нагрузки несущей колонны как функции отношения высоты колонны к ее диаметру. В справочнике удалось найти две эмпирические формулы, позволяющие вычислить эту безопасную нагрузку:

$$S = \begin{cases} 17000 - 0,485R^2 & \text{для } R < 120; \\ \frac{18000}{1 + \frac{R^2}{18000}} & \text{для } R \geq 120; \end{cases}$$

График зависимости высоты колонны от ее диаметра представлен на рис.84 (тип диаграммы Точечная).

### Создание и редактирование поверхностей в документе Excel

В предыдущем занятии мы рассматривали возможности визуализации однопараметрической зависимости (функция зависит только от одной переменной). В реальности, такие простые зависимости встречаются достаточно редко. Чаще приходится сталкиваться с многопараметрическими функциями. Как их визуализировать, рассмотрим на примере двухпараметрической задачи.

Пусть у нас имеется уравнение:


$$z = \sin(x^2) - y^2 + 5xy \quad (1)$$

где  $x$  и  $y$  меняются от -5 до 5 с шагом 1. Необходимо построить график поверхности полученных значений  $z$ .

До построения графика необходимо построить матрицу данных (рис.85).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
2	-5	99,87	83,87	65,87	45,87	23,87	-0,13	-26,13	-54,13	-84,13	-116,13	-150,13
3	-4	74,71	63,71	50,71	35,71	18,71	-0,29	-21,29	-44,29	-69,29	-96,29	-125,29
4	-3	50,41	44,41	36,41	26,41	14,41	0,41	-15,59	-33,59	-53,59	-75,59	-99,59
5	-2	24,24	23,24	20,24	15,24	8,24	-0,76	-11,76	-24,76	-39,76	-56,76	-75,76
6	-1	0,84	4,84	6,84	6,84	4,84	0,84	-5,16	-13,16	-23,16	-35,16	-49,16
7	0	-25,00	-16,00	-9,00	-4,00	-1,00	0,00	-1,00	-4,00	-9,00	-16,00	-25,00
8	1	-49,16	-35,16	-23,16	-13,16	-5,16	0,84	4,84	6,84	6,84	4,84	0,84
9	2	-75,76	-56,76	-39,76	-24,76	-11,76	-0,76	8,24	15,24	20,24	23,24	24,24
10	3	-99,59	-75,59	-53,59	-33,59	-15,59	0,41	14,41	26,41	36,41	44,41	50,41
11	4	-125,29	-96,29	-69,29	-44,29	-21,29	-0,29	18,71	35,71	50,71	63,71	74,71
12	5	-150,13	-116,13	-84,13	-54,13	-26,13	-0,13	23,87	45,87	65,87	83,87	99,87

Рис.85. Матрица данных

В ячейку B1 введите -5 - первое значение  $y$ . Затем во вкладке Главная выберите кнопку **Заполнить** , расположенную в правой части

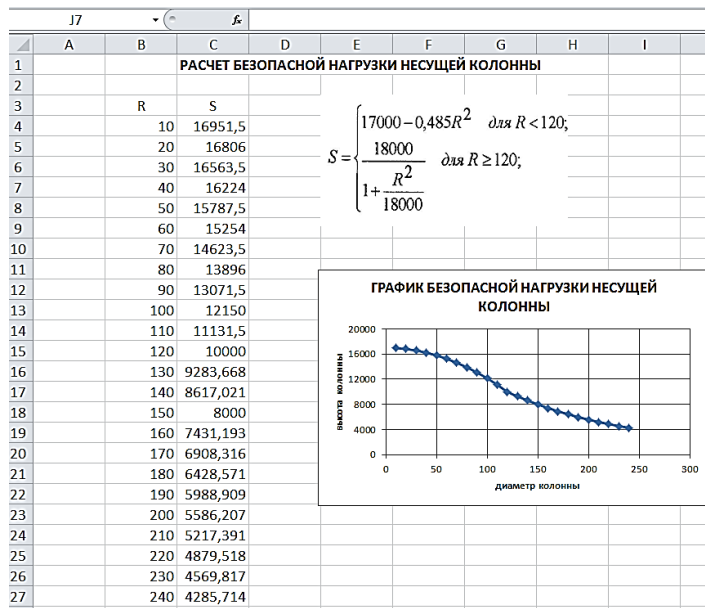


Рис.84. Построение графика зависимости отношения высоты колонны к ее диаметру

вкладки, и **Прогрессия...** В открывшемся окне установите **Расположение** – *по строкам*, **Шаг** равный 1 и **Предельное значение** равное 5 (рис.86).

Точно таким же образом заполняются значения  $x$  в столбце А, за тем лишь исключением, что **Расположение** должно быть *по столбцам*. Выполните это.

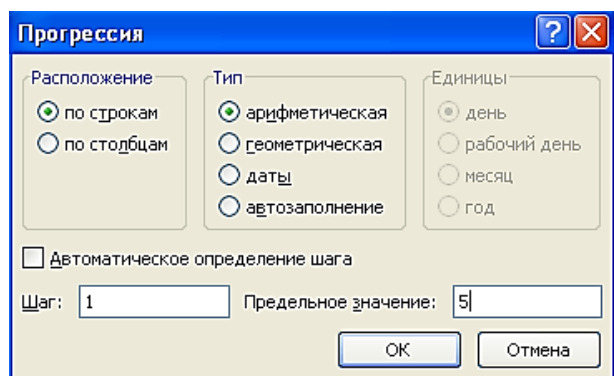


Рис.86. Диалоговое окно **Прогрессия**

*смешанные ссылки, так как значения должны постоянно выбираться из столбца А, а значения – из строки 1.*

Для заполнения всей таблицы воспользуйтесь *маркером заполнения*.

Данные для построения поверхности готовы, осталось их только построить на диаграмме.

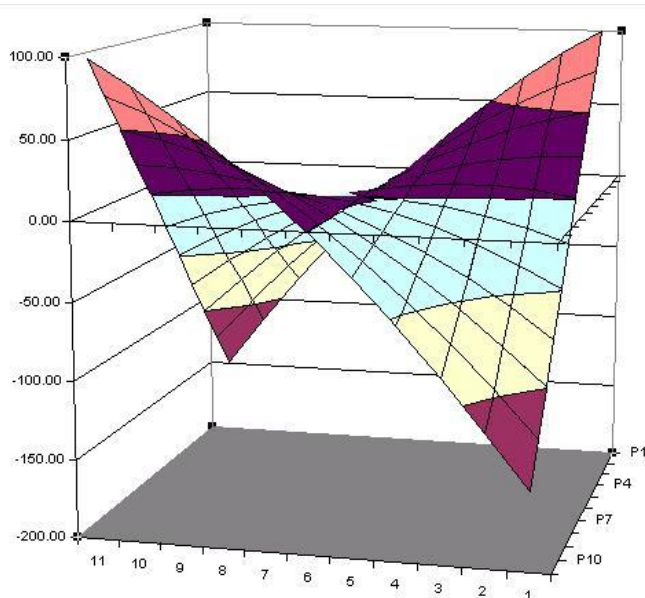


Рис.87. График функции

$$z = \sin(x^2) - y^2 + 5xy$$

которое открывается щелчком правой кнопкой мыши по стенкам поверхности.

полните это.

После того, как значения аргументов введены в таблицу, заполните ячейку В2 формулой для расчета  $z$  (2).

Функция **sin** находится в категории математические во вкладке **Библиотека функций** ⇒ **Формулы**.

*Обратите внимание на то, что формула должна содержать*

Сначала выделите матрицу значений функции (*выделять значения  $x$  и  $y$  не надо!*), и выберите тип диаграммы «Поверхность». Построение поверхности от построения графика ничем не отличается.

Окончательный вид диаграммы будет примерно таким, как показано на рис.87.

Повернуть или настроить диаграмму можно в вкладке **Макет** ⇒ **Поворот объемной фигуры** или выбором пункта контекстного меню **Поворот объемной фигуры**,

## Занятие 5

### Условные формулы

Для создания условных формул используются функции **И**, **ИЛИ**, **НЕ** и **ЕСЛИ**. Условные формулы могут использоваться для решения таких задач, как:

- сравнение чисел;
- отображение нулевых значений в виде пробелов или прочерков;
- отображение тире, #Н/Д или НД вместо значения ошибки.

### Сравнение чисел

Введем в ячейку А1 формулу  $=7>5$ . Она вернет значение **ИСТИНА**. Скопируем содержимое А1 в А2 и исправим в А2 формулу:  $=3>5$ . Эта формула вернет значение **ЛОЖЬ**. Правые части обеих формул представляют собой *высказывания*, т.е. утверждения, относительно которых можно заключить, верны они или нет.

Рассмотрим другой пример. Введем в ячейку А4 число 2, а в ячейку В4 формулу  $=А4>3$ . Формула возвращает значение **ЛОЖЬ**. Введем в А4 число 6. Формула возвращает значение **ИСТИНА**. В В4 записан *предикат*, т.е. высказывание с переменными (в данном случае переменная одна). В зависимости от значения переменных предикат может принимать значения **ИСТИНА** и **ЛОЖЬ**. В этом примере формула как бы дает ответ на вопрос: «Число (или результат вычислений по формуле), хранящееся в ячейке А4, превышает 3?» В зависимости от значения А4 ответ будет ДА (**ИСТИНА**) или НЕТ (**ЛОЖЬ**).

В формуле  $=А4>3$  ее составные части (А4 и 3) можно считать арифметическими выражениями, только очень простыми. Более сложный пример:  $=(А4^2-1)>(2*А4+1)$ . В этом выражении скобки можно опустить, потому что арифметические операции имеют более высокий приоритет, чем операции сравнения, но скобки придают формуле наглядность.

Операции сравнения можно свести в таблицу (Таблица 4).

Таблица 4.

>	>=	<	<=	=	<>
больше	больше или равно	меньше	меньше или равно	равно	не равно

Обратите внимание, что символ отношения «больше или равно» изображается двумя знаками: > и =. Причина в том, что на клавиатуре нет знака  $\geq$ .

Высказывание и предикат имеют общее название – *логическое выражение*. Имеются логические операции, которые позволяют строить сложные логические выражения. Эти операции реализованы в Excel как функции (**НЕ**, **И**, **ИЛИ**).

У логических функций аргументы могут принимать только два значения: **ИСТИНА** и **ЛОЖЬ**. Функция **НЕ** может иметь только один аргумент, а функции **И** и **ИЛИ** могут иметь два и более аргументов.

Задача 5.1.

В ячейке A1 (с именем  $z$ ) запишите любое число. Выясните, принадлежит ли оно отрезку  $[2, 5]$ .

Решение задачи

Присвоим ячейке A1 имя  $z$  (**Формулы**  $\Rightarrow$  **Присвоить Имя**). Введем в A1 число 3. Для того чтобы  $z$  принадлежал отрезку  $[2, 5]$ , нужно, чтобы одновременно были истинны два предиката:  $z \geq 2$  и  $z \leq 5$ . В ячейке B1 разместим формулу **=И( $z \geq 2; z \leq 5$ )**. Для ввода в формулу имени ячейки нажмите **F3** для открытия списка имен. В ячейке B1 получим значение **ИСТИНА**.

*Следует предостеречь от неверного ввода формулы: **=2 <= z <= 5**. Введите эту формулу в C1 и убедитесь, что возвращается **ЛОЖЬ**! Коварство этой, на первый взгляд, такой естественной формулы в том, что Excel ничего не сообщает о ее некорректности.*

Задача 5.2.

В ячейке A1 (с именем  $z$ ) записано число. Выяснить, принадлежит ли оно одному из лучей на числовой оси:  $(-\infty, 2)$  или  $(5, \infty)$ .

Для того чтобы  $z$  принадлежал хотя бы одному из лучей, нужно, чтобы был истинным хотя бы один из предикатов:  $z < 2$  или  $z > 5$ . В ячейке D1 поместите формулу **=ИЛИ( $z < 2; z > 5$ )**. A1 содержит число 3, поэтому формула возвращает **ЛОЖЬ**.

Задачу можно было решить иначе с учетом того обстоятельства, что на рабочем листе есть формула проверки принадлежности числа  $z$  отрезку  $[2, 5]$ . Упомянутые два луча составляют на числовой оси дополнение к этому отрезку. Введем в ячейку E1 формулу **=НЕ(B1)**. Убедитесь, вводя в ячейку A1 различные числа, что формулы в ячейках D1 и E1 дают идентичные результаты.

На практике «в чистом виде» логические выражения, как правило, не используются. Логическое выражение используется в функции **ЕСЛИ**:

**ЕСЛИ(лог\_выражение, значение\_если\_истина, значение\_если\_ложь)**

При вызове встроенной функции **ЕСЛИ** открывается диалоговое окно (рис.88), имеющее три аргумента. В окне **Лог\_выражение** записывается логическое выражение. Во втором аргументе **Значение\_если\_истина** записывается выражение, которое будет вычислено, если **лог\_выражение** возвращает значение **ИСТИНА**, а в третьем аргументе – выражение, вычисляемое, если **лог\_выражение** возвращает **ЛОЖЬ**.

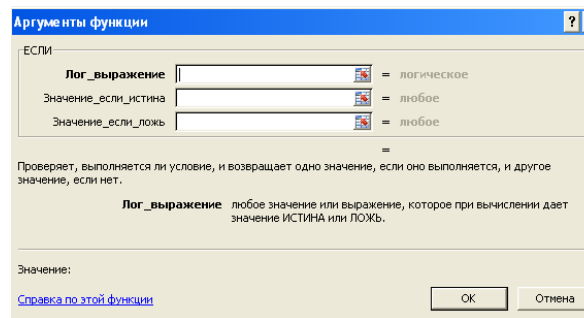


Рис.88. Окно функции **ЕСЛИ**

Задача 5.3.

1. Введем в ячейку А2 формулу, которая возвращает  $z+1$ , если  $z > 1$ , и  $z$  в противном случае:  $=\text{ЕСЛИ}(z > 1; z+1; z)$ . (В Мастере функций **ЕСЛИ** находится в категории «Логические», также как функции **И**, **ИЛИ**, **НЕ**).

2. Если  $z > 60$ , то в ячейке В2 выводить сообщение «Превышено пороговое значение», в противном случае выводить  $z$ :

$$=\text{ЕСЛИ}(z > 60; \text{"Превышено пороговое значение"}; z)$$

*Обратите внимание, что текст в формулах вводится в кавычках.*

3. Если  $z \in [10, 25]$ , то возвращать  $z$ , если  $z < 10$ , то возвращать 10, если  $z > 25$ , то возвращать 25. Выражение для этого условия будет выглядеть примерно следующим образом (запишем формулу в С2):

$$=\text{ЕСЛИ}(z < 10; 10; \text{ЕСЛИ}(z \leq 25; z; 25))$$

*Теперь попробуйте менять значение  $z$  в ячейке А1, следя за тем, как меняются значения в ячейках с формулами.*

Задача 5.4.

Построить график движения тела, брошенного под углом к горизонту, используя предыдущие результаты. Максимальная высота полета на графике должна быть отмечена кружком.

Исходные данные

Таблица зависимости высоты ( $h_m$ ) и дальности полета ( $S_m$ ) от времени ( $t_m$ ).

Решение задачи

На рис.88 представлена расчетная таблица в режиме отображения формул, а на рис.89 представлен график зависимости высоты ( $h_m$ ) от дальности полета ( $S_m$ ) и таблица в режиме отображения данных, по которым построен график.



В диапазон G3:G24 вводятся значения времени ( $t_m$ ) от 0 до 4,2, в колонку H - формулы для вычисления дальности полета ( $S_m$ ), в колонку I - формулы для вычисления высоты полета.

Формулы в ячейках J3:J24 возвращают максимальное значение столбца I либо значение #Н/Д (нет данных). Полученные данные используются для того, чтобы отметить на графике максимальную высоту полета.

	A	B	C	D	G	H	I	J
1	Движение те							
2		Исход			$t_m$	$S_m$	$h_m$	
3	Высота начальной точки над уровнем земли	$h_0$	0		0	$=\$D\$9*G3$	$=\$D\$9*G3-\$D\$6*G3^2$	$=\text{ЕСЛИ}(I3=\text{МАКС}(\$I\$3:\$I\$24);I3;\text{НД}())$
4	Начальная скорость	$V_0$	30		0,2	$=\$D\$8*G4$	$=\$D\$9*G4-\$D\$6*G4^2$	$=\text{ЕСЛИ}(I4=\text{МАКС}(\$I\$3:\$I\$24);I4;\text{НД}())$
5	Угол	$\alpha$	35		0,4	$=\$D\$8*G5$	$=\$D\$9*G5-\$D\$6*G5^2$	$=\text{ЕСЛИ}(I5=\text{МАКС}(\$I\$3:\$I\$24);I5;\text{НД}())$
6	Ускорение свободного падения	$g$	9,8		0,6	$=\$D\$8*G6$	$=\$D\$9*G6-\$D\$6*G6^2$	$=\text{ЕСЛИ}(I6=\text{МАКС}(\$I\$3:\$I\$24);I6;\text{НД}())$
7					0,8	$=\$D\$8*G7$	$=\$D\$9*G7-\$D\$6*G7^2$	$=\text{ЕСЛИ}(I7=\text{МАКС}(\$I\$3:\$I\$24);I7;\text{НД}())$
8	Составляющие	$V_{0x}$	$=\$D\$4*\text{COS}(\text{РАДИАНЫ}(D5))$		1	$=\$D\$8*G8$	$=\$D\$9*G8-\$D\$6*G8^2$	$=\text{ЕСЛИ}(I8=\text{МАКС}(\$I\$3:\$I\$24);I8;\text{НД}())$
9	начальной скорости	$V_{0y}$	$=\$D\$4*\text{SIN}(\text{РАДИАНЫ}(\$D\$5))$		1,2	$=\$D\$8*G9$	$=\$D\$9*G9-\$D\$6*G9^2$	$=\text{ЕСЛИ}(I9=\text{МАКС}(\$I\$3:\$I\$24);I9;\text{НД}())$
10					1,4	$=\$D\$8*G10$	$=\$D\$9*G10-\$D\$6*G10^2$	$=\text{ЕСЛИ}(I10=\text{МАКС}(\$I\$3:\$I\$24);I10;\text{НД}())$

Рис.89. График движения тела в режиме отображения формул

После выделения построенной диаграммы в нее добавляется новый ряд с помощью команды меню **Конструктор** ⇒ **Данные** ⇒ **Выбрать данные** ⇒ **Добавить ряд**, значения которого содержатся в ячейках J3:J24.

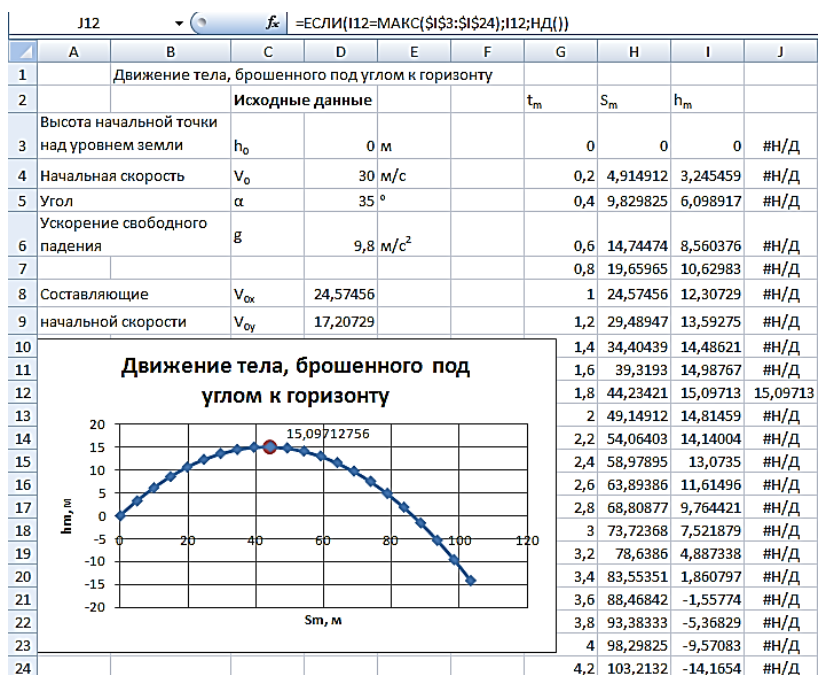


Рис.90. График движения тела в режиме отображения данных

Выделив элементы этого ряда, с помощью диалогового окна **Формат ряда данных**, вызванного с помощью контекстного меню, можно изменить тип, цвет и размер маркера данного ряда.

## Итоговые функции в Excel

Некоторые функции Excel возвращают одно значение, в то время как аргументом имеют блок или несколько блоков. Такие функции будем называть *итоговыми*. Наиболее часто используемой из таких функций является **Автосумма (СУММ)**— для ее ввода во вкладке **Главная** размещена специальная кнопка  $\Sigma$ , а во вкладке **Формулы** -  $\Sigma$  **Автосумма**. Эта функция как бы подводит итог колонке чисел – отсюда и название для всей группы. Эти функции входят в категории *Статистические* и *Математические*.

Функция **СУММ** допускает до 30 аргументов. Поэтому с ее помощью можно находить сумму чисел из нескольких блоков. Допустима, например, такая формула =СУММ(B2:В9;12;-4.96;А4:С18). Если в блоке в какой-либо ячейке находится текстовое значение, то оно считается равным нулю.

Кроме суммы, к итоговым функциям относятся, например: **МАКС** и **МИН** – вычисление максимального и минимального значений, **СРЗНАЧ** – среднее арифметическое значение и т.д. Чтобы быстро вычислить итоговые функции, необходимо выделить ячейку или диапазон с данными, для которых вы хотите ввести итоговую функцию, щелкнуть по стрелке рядом со значками  $\Sigma$  или  $\Sigma$  **Автосумма** и выбрать соответствующую функцию. В тоже время все эти итоговые функции для данного диапазона можно увидеть в строке состояния, если ее настроить. Для этого необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши в строке состояния, в открывшемся меню с дополнительными функциями можно выбрать по одной или все сразу такие функции как: **Среднее, Количество, Количество чисел, Максимум, Минимум и Сумма**. Если строка состояния настроена, то после выбора диапазона ячеек, на ней сразу можно увидеть значения выбранных функций для данного

	A	B	C	D	E
1	<b>Количество осадков в (мм)</b>				
2		1992	1993	1994	
3	Январь	37,2	34,5	8	
4	Февраль	11,4	51,3	1,2	
5	Март	16,5	20,5	3,8	
6	Апрель	19,5	26,9	11,9	
7	Май	11,7	45,5	66,3	
8	Июнь	129,1	71,5	60	
9	Июль	57,1	152,9	50,6	
10	Август	43,8	96,6	145,2	
11	Сентябрь	85,7	74,8	79,9	
12	Октябрь	86	14,5	74,9	
13	Ноябрь	12,5	21	56,6	
14	Декабрь	21,2	22,3	9,4	
15					
16		1992	1993	1994	За три года
17	Суммарно	531,7	632,3	567,8	1731,8
18	Максимум	129,1	152,9	145,2	152,9
19	Минимум	11,4	14,5	1,2	1,2
20	Среднемесячн	44,31	52,69	47,32	48,11

Рис.91. Обработка данных метеостанции

диапазона.

К итоговым можно отнести функции **И** и **ИЛИ**.



Задача 5.5.

Имеются данные метеостанции – количество осадков (в мм) (рис.90). Необходимо получить суммарное, максимальное, минимальное и среднеемесячное количество осадков.

Решение задачи

Введите формулы вышеописанным способом:

- ✓ в B17 =СУММ (B3 :B14) ;
- ✓ в B18: =МАКС (B3 :B14) ;
- ✓ в B19: =МИН (B3 :B14) ;
- ✓ в B20:=СРЗНАЧ (B3 :B14) .

Далее эти формулы скопированы в B18:D20. В блоке E17:E20 подведены итоги за три года. В E17 формула =СУММ (B17 :D17), в E18: =МАКС (B18 :D18) и т.д. На результаты наложен формат: одна цифра после десятичного разделителя (кнопка **Главная** ⇒ **Число** ⇒ **Уменьшить разрядность** ). Если после запятой знаков больше 1, то уменьшите кнопкой **Уменьшить разрядность** .

Существует две полезные функции, примыкающие к итоговым: **СЧЕТЕСЛИ** и **СУММЕСЛИ**. Их названия показывают, что они считают и суммируют не все данные, а только удовлетворяющие некоторому критерию.

Функция **СЧЕТЕСЛИ** (интервал; критерий) подсчитывает в интервале (т.е. блоке) количество значений, удовлетворяющих критерию.

В случае применения нескольких критериев целесообразно использовать функции **СЧЕТЕСЛИМН** и **СУММЕСЛИМН**.

Задача 5.6.

Вычислим количество засушливых месяцев, т.е. месяцев, когда выпадало менее 10 мм осадков (рис.91).

В ячейке B22 формула =СЧЕТЕСЛИ (B3 :B14 ; "<10" ) . Критерий взят в двойные кавычки, как текстовая строка. Формула скопирована в C22:D22. В E22 подсчитана сумма.

Функция **СУММЕСЛИ**(интервал; критерий; сумм\_интервал) устроена сложнее. Значения, удовлетворяющие критерию, выбираются из блока, заданного первым аргументом, суммируются соответствующие значения из сумм\_интервал, заданного третьим аргументом. Если третий аргумент опущен, то суммируются ячейки в аргументе интервал.

Предположим, нужно вычислить суммарные осадки, которые выпали в незасушливые месяцы. Дополним таблицу (рис.92).

В ячейку В23 введена формула =СУММЕСЛИ(В3:В14;">=10"), далее скопированная в С23:Д23.

С помощью этой функции можно решить более трудную задачу: каково суммарное количество осадков было в 1993 г. в те месяцы, которые в 1994 г. были засушливыми. Решение дается формулой =СУММЕСЛИ(Д3:Д14;"<10";С3:С14), которая возвращает значение 128,6. Поместите ее в ячейку В24.

К итоговым можно отнести еще две функции: **НАИБОЛЬШИЙ**(блок;к) и **НАИМЕНЬШИЙ**(блок;к). Первая из этих функций возвращает *k*-е наибольшее значение из множества данных, а вторая – наименьшее.

Задача 5.7.

В ячейки А1:Д1 введем набор чисел. В блок А2:А5 введем формулы, которые показаны в соседнем столбце (рис.93).

Для понимания работы функции важно отметить, что, если второй аргумент функции равен единице, то выбирается наибольшее значение в диапазоне заданных чисел. Если аргумент равен двум, второе наибольшее значение и т.д. Для заданного диапазона чисел третье наибольшее значение в блоке не 2, как можно было бы подумать, а 6, т.е. совпадает со вторым наибольшим значением. Заметьте, если в блоке *n* элементов, то функция **НАИБОЛЬШИЙ**(блок,*n*) возвращает минимальное значение, что мы и видим в примере.

Обратите внимание, что в А2:А5 получен исходный массив чисел, отсортированный по убыванию. Если в исходном блоке изменить какое-либо число, то блок А2:А5 будет автоматически перестроен. В этом отличие от операции сортировки, которая проводится самим пользователем при необходимости.

*Обязательно сохраните результаты примеров 5.5-5.6, так как мы будем их использовать позднее.*

	Количество засушливых				
22	месяцев	0	0	4	4
	Осадки в незасушливые				
23	е месяцы	531,7	632,3	545,4	1709,4
24		128,6			

Рис.92. Расчет количества засушливых месяцев и суммарных осадков

	А	В	С	Д
1	2	6	7	6
2	7	=НАИБОЛЬШИЙ(\$А\$1:\$D\$1;1)		
3	6	=НАИБОЛЬШИЙ(\$А\$1:\$D\$1;2)		
4	6	=НАИБОЛЬШИЙ(\$А\$1:\$D\$1;3)		
5	2	=НАИБОЛЬШИЙ(\$А\$1:\$D\$1;4)		
6				

Рис.93. Применение функции **НАИБОЛЬШИЙ**

## Формулы массивов в Excel

Одна из наиболее интересных (и наиболее мощных) возможностей Excel - допустимость использования массивов в формулах.

Массив - это набор элементов, которые могут обрабатываться как единая группа или каждый в отдельности. В Excel массивы могут быть одно- или двухмерными. Измерения массивов непосредственно соответствуют строкам и столбцам. Например, одномерный массив может быть группой ячеек, которые размещены в одной строке (горизонтальный массив) или в одном столбце (вертикальный массив). Двухмерный массив размещается в нескольких строках и столбцах (рис.94). Трехмерных массивов Excel не поддерживает.

Продажи					
Месяц	Годы				
	2000	2001	2002	2003	2004
Январь	\$8 955	\$3 718	\$933	\$11 467	\$8 139
Февраль	\$12 584	\$2 594	\$5 062	\$10 488	\$14 755
Март	\$20 500	\$23 675	\$15 252	\$13 218	\$9 834
Апрель	\$24 690	\$32 599	\$16 314	\$32 090	\$28 128
Май	\$185 175	\$140 025	\$25 258	\$224 952	\$34 009
Июнь	\$234 555	\$197 383	\$318 947	\$76 422	\$209 225
Июль	\$325 000	\$105 452	\$202 395	\$264 986	\$214 013
Август	\$283 935	\$377 642	\$343 550	\$261 563	\$116 556
Сентябрь	\$246 900	\$67 408	\$114 547	\$105 633	\$166 035
Октябрь	\$185 175	\$198 259	\$35 515	\$116 462	\$106 264
Ноябрь	\$98 760	\$147 698	\$40 031	\$66 164	\$
Декабрь	\$56 665	\$64 219	\$52 589	\$11 596	\$

Рис.94. Двухмерный массив

Формулы массивов могут занимать диапазон ячеек, а могут находиться и в одной ячейке. Рассмотрим их на простых примерах...

### Задача 5.8. Формулы массивов для диапазонов ячеек

На рис.95 показан простой рабочий лист, на котором вычисляются

	A	B	C	D
1	Товар	Цена	Количество	Всего
2	Хлеб	11	2	22
3	Молоко	28	6	168
4	Масло	19	3	57
5	Творог	20	7	140

Рис.95. Объемы продаж товаров

объемы продаж некоторых товаров. Чтобы вычислить объем продаж каждого конкретного товара (значения в столбце D), обычно используется формула умножения количества проданного товара (столбец C) и цены товара (столбец B).

Например, в ячейке D2 будет формула  $=B2*C2$ , которая затем копируется на все оставшиеся ячейки столбца D. В данном случае получим пять отдельных формул в столбце D.

Другой способ вычисления пяти значений в столбце D - использование одной формулы массива. Эта формула займет диапазон D2:D5 и вернет сразу все пять искомым значений.

Для создания формулы массива следует выполнить следующее.

1. Выделить диапазон, в котором должен содержаться результат. В нашем примере это диапазон D2:D5.
2. Ввести формулу  $=B2:B5*C2:C5$ . Поставьте равно и выделите диапазон B2:B5, поставьте значок умножить и выделите диапазон C2:C5.
3. Нажмите комбинацию клавиш **Ctrl+Shift+Enter**, чтобы ввести формулу как формулу массива (обычно для завершения ввода формулы следует нажать клавишу **Enter**).

Формула будет введена сразу во все пять выделенных ячеек. Если вы посмотрите в строку формул, то там будет представлена формула  $\{=B2:B5*C2:C5\}$ , т.е. Excel произвел попарное умножение элементов массивов B2:B5 и C2:C5 и создал новый массив стоимостей D2:D5.

Обратите внимание на фигурные скобки, появившиеся в формуле - отличительный признак формулы массива. Вводить их вручную с клавиатуры бесполезно - они автоматически появляются при нажатии **Ctrl+Shift+Enter** (при удержании нажатых клавиш **Shift** и **Ctrl** производят нажатие клавиши **Enter**). Если бы мы нажали **Enter**, то формула была бы введена только в активную ячейку блока (*Проверьте!*). Excel заключает формулу в фигурные скобки, показывая тем самым, что это формула массива. *Эти скобки нельзя набирать вручную (формула будет воспринята как текст).*

#### Задача 5.9. Формулы массивов для отдельных ячеек

Формулы массивов могут возвращать результат и в одну ячейку.

На рис.96 в ячейку D7 введена формула массива

$\{=СУММ(B2:B5*C2:C5)\}$ .

Еще раз напомним, что ввод формулы массива завершается нажатием комбинации клавиш **Ctrl+Shift+Enter**, - тогда фигурные скобки будут вставлены автоматически, их нельзя вводить вручную.

	A	B	C	D
1	Товар	Цена	Количество	Всего
2	Хлеб	11	2	22,00р.
3	Молоко	28	6	168,00р.
4	Масло	19	3	57,00р.
5	Творог	20	7	140,00р.
6				
7			Итого	387,00р.

Рис.96. Ввод формулы массива

Эта формула возвращает общую сумму продаж. Здесь важно понять, что формула не использует данные из столбца D. Вы можете уда-

лить всю информацию из этого столбца, формула будет продолжать работать.

Формула, как и предыдущая, работает с двумя массивами, хранящимися в диапазонах В2:В5 и С2:С7. Формула перемножает соответствующие значения из этих массивов виртуальный массив, который существует только в памяти компьютера. Затем функция **СУММ** обрабатывает этот новый массив и возвращает сумму его значений.

В данном случае вместо формулы массива можно воспользоваться функцией **СУММПРОИЗВ**, которая вернет тот же результат: **=СУММПРОИЗВ(В2:В6;С2:С6)**.

#### Задача 5.10. Именованные массивы

Можно создать массив констант, присвоить ему имя и затем использовать именованный массив в формулах. Строго говоря, именованный массив представляет собой формулу, которой присвоено имя. Разберем на примере.

Пусть нам известна *сумма прихода* и *сумма расхода*. Необходимо вычислить доход как разность этих величин. Введите исходные данные в таблицу (рис.97).

	А	В	С	Д
1	Год	Приход	Расход	Прибыль
2	1992	200	150	50
3	1993	360	230	130
4	1994	410	250	160
5	1995	200	180	20

Рис.97. Исходные данные

Однако здесь фактически из вектор-столбца В2:В5 вычитается вектор-столбец С2:С5. Поэтому можно непосредственно вычесть из вектора вектор одной формулой, а не создавать отдельные формулы для компонент вектора.

**Создание имен.** Для наглядности дадим векторам имена. Выделите диапазон со вторым (В2:В5) и третьим (С2:С5) столбцами таблицы последовательно и присвойте имена во вкладке **Формулы** ⇒ **Присвоить Имя**. Диапазону В2:В5 присвойте имя **Приход**, а диапазону С2:С5 - имя **Расход**.

*Ввод табличной формулы с использованием имен диапазонов.*

Вводим в диапазон D2:D5 формулу массива.

- Выделим блок D2:D5. В этом блоке активна ячейка D2.
- Наберем знак равенства =.
- Нажмем функциональную клавишу **F3**. Появится окно **Вставка имени**. Выберем имя **Приход** и щелкнем **Ок**. Формула примет вид: **=Приход**.
- Наберем знак минус (-).

- Вновь нажмем клавишу **F3**. В диалоговом окне **Вставка имени** выберем имя **Расход** и щелкнем **Ок**. Формула примет вид: **=Приход-Расход**.
- Нажмем сочетание клавиш **Shift+Ctrl+Enter**. Во всех ячейках блока появится формула **{=Приход-Расход}**.

*Прокомментируем шаги.* На третьем и пятом шаге выбирали имя из списка имен. Можно было ввести имя непосредственно с клавиатуры, но предложенный метод проще, и нет риска ошибиться в наборе имени.

*Ввод формулы массива.* Разумеется, формулу массива можно вводить и без использования имен. Скопируйте блок A1:C5 в A8:C12 и повторите все шаги. Выделите блок D9:D12. В этом блоке активной ячейкой является D12. Наберите знак равенства =. Выделите блок B9:B12, наберите знак минус -, выделите блок C9:C12, нажмите сочетание клавиш **Shift+Ctrl+Enter**. Во всех ячейках блока появится формула **{=B9:B12-C9:C12}**. Мы получили две идентичные таблицы.

*Выделение блока с формулой массива.* Выделите одну из ячеек блока и нажмите клавишу **F5**, откроется диалоговое окно **Перейти**. В диалоговом окне выберите **Выделить** и установите переключатель *Текущий массив*.

*Изменение формулы массива.* Попробуйте очистить одну из ячеек, занятую формулой. Например, выделите ячейку D9 и нажмите клавишу **Del**. В этом случае появляется сообщение «*Нельзя изменять часть массива*», откуда следует, что удалить блок можно только целиком.

Чтобы отредактировать формулу массива, необходимо выделить все ячейки массива, активизировать строку формул и удалить фигурные скобки. По окончании редактирования формулы, следует нажать комбинацию клавиш **Shift+Ctrl+Enter**, чтобы внести изменения. Теперь содержимое всех ячеек массива изменится в соответствии с внесенными изменениями. (Попробуйте, например, ввести формулу **{=Приход-Расход-1}**, потом отменить это.)

*Расширение и сокращение диапазона, содержащего формулу массива.* Если возникла необходимость расширить или сократить диапазон из нескольких ячеек, содержащий формулу массива, выполните ряд действий:

1. Выделить весь диапазон, содержащий формулу массива.
2. Нажать клавишу **F2**, чтобы перейти в режим редактирования.
3. Нажать комбинацию клавиш **Ctrl+Enter**. Это действие вводит отдельные формулы (не формулу массива) в каждую ячейку выде-



ленного диапазона.

4. Изменить выделение диапазона так, чтобы он включал новые ячейки (или исключал лишние).
5. Нажать клавишу **F2**.
6. Нажать комбинацию клавиш **Shift+Ctrl+Enter**.

*Коррекция формулы при увеличении блока.* Добавьте в обе таблицы на рабочем листе строку с данными: *Год - 1996, приход - 240, расход - 200*. Необходимо посчитать прибыль за 1996. Раньше, когда формулы записывались в отдельные ячейки, поступили бы просто: скопировали бы формулу из ячейки D5 в D6. Прделаем это для первой таблицы. Вместо ожидаемого 40 получим результат #ЗНАЧ!. Та же операция для второй таблицы даст правильный результат 40, но в строке формул мы увидим {=B13:B16-C13:C16} - образовался второй блок, что не является корректным решением нашей задачи. Отменим последнее действие.

Для первого и второго случая подходы к решению будут разные. Для первого случая необходимо изменить именованные блоки.

- Во вкладке **Формулы**⇒**Диспетчер имен** выделить **Приход**, и внизу окна в **Диапазон** изменить диапазон значений с B1:C5 на B1:C6. Для его изменения удалить имеющийся в окне диапазон и, перейдя на лист, выделить новый диапазон B1:C6. Точно также изменить диапазон для **Расхода**. После изменений диалоговое окно закрыть.
- Выделить D2:D6, нажать клавишу **F2** (редактирование) и, ничего не изменяя в формуле, нажать клавиши **Shift+ Ctrl+Enter**.

Для второго случая выполнить практически тоже самое, изменяя только ссылки на диапазоны в формуле массива:

- Выделить D8:D13 и нажать клавишу **F2** для редактирования формулы.
- Изменить в формуле ссылки на диапазоны ячеек с B8:B12 на B8:B13 и с C8:C12 на C8:C13. Нажать сочетание клавиш **Shift+Ctrl+Enter**.

*Коррекция табличной формулы при уменьшении блока.* Теперь необходимо удалить в каждой из таблиц строку для 1996 г. Для первой таблицы вновь изменить поименованные блоки (в результате в ячейке D6 результат отобразится как #Н/Д - недоступно). Выделить блок с формулой массива, нажать клавишу **F2**. Ввод закончить клавишами **Ctrl+Enter**.

Если нажать комбинацию клавиш **Ctrl+Enter**, то формула будет

скопирована во все ячейки выделенного диапазона, но не будет формулой массива.

Очистить последнюю строку таблицы. Выделить блок D2:D5, нажать клавишу **F2**, нажать клавиши **Shift+Ctrl+Enter**.

Аналогично поступить со второй таблицей:

- Выделить диапазон с формулой массива.
- Нажать комбинацию клавиш **Ctrl+Enter**, чтобы преобразовать формулу массива в обычную.
- Удалить последнюю строчку таблицы.
- Выделить диапазон для формулы массива, D9:D12.
- Нажать **F2** для ее редактирования. Используемые в формуле ссылки на диапазоны выделяются рамочками, закрашенными в разные цвета. Видно, что рамочки захватывают области удаленной строки. Для корректировки ссылок в формуле можно уменьшить рамочки, схватив за любой нижний угол и подтянув кверху до последней используемой строки. Ссылки в формуле изменяться в соответствии с выделением. Но можно просто изменить в ссылках цифру 3 на 2 (B13 изменить на B12 и C13 на C12).
- Закончить изменения клавишами **Shift+Ctrl+Enter**.

**Задача 5.11.** Создание массивов на основе значений ячеек диапазона.

На рис.98 показан рабочий лист, содержащий данные в диапазоне A1:C4. Диапазон C8:F11 содержит массив, созданный на основе этих данных с помощью формулы  $\{=A1:C4\}$

Массив в диапазоне C8:F11 связан со значениями диапазона A1:C4. Если изменить какое-либо значение в последнем диапазоне, то автоматически изменится соответствующее значение в массиве.

	A	B	C	D	E	F
1	1	кот	3			
2	4	5	собака			
3	7	89	912			
4	обезьяна	11	44			
5						
6						
7						
8				1	кот	3
9				4	5	собака
10				7	89	912
11				обезьяна	11	44

Рис.98. Массив данных

**Задача 5.12.** Транспонирование массива.

При работе с таблицами часто возникает необходимость поменять местами строки и столбцы, т.е. развернуть таблицу на бок, чтобы данные, которые раньше шли по строке, теперь располагались в столбцах и наоборот. В математике такая операция называется транспонированием и выполняется при помощи формулы массива и функции **ТРАНСП**.

Допустим, имеется двумерный массив ячеек (рис.99), который необходимо транспонировать.

	А	В
1	<b>Имя</b>	<b>Сделки</b>
2	Саша	7
3	Маша	21
4	Петя	19
5	Даша	49
6	Коля	61
7	Валя	12
8	Наташа	12

Рис.99. Исходный массив

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1	<b>Имя</b>	<b>Сделки</b>						
2	Саша	7						
3	Маша	21						
4	Петя	19						
5	Даша	49						
6	Коля	61						
7	Валя	12						
8	Наташа	12						
9								
10	=трансп(A1:B8)							
11								
12								

Рис.100. Выделение диапазона для транспонирования

Для размещения транспонированного массива следует выделить диапазон ячеек (рис.100). Поскольку исходный массив ячеек состоял из 8 строк на 2 столбца, то необходимо выделить диапазон пустых ячеек размером 2 строки на 8 столбцов. Далее в выделенном диапазоне ввести функцию транспонирования **=ТРАНСП**(, где в качестве аргумента функции является наш массив ячеек A1:B8. Заканчиваем ввод формулы комбинацией клавиш **Ctrl+Shift+Enter** и получаем "перевернутый массив" в качестве результата (рис.101).

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1	<b>Имя</b>	<b>Сделки</b>						
2	Саша	7						
3	Маша	21						
4	Петя	19						
5	Даша	49						
6	Коля	61						
7	Валя	12						
8	Наташа	12						
9								
10	<b>Имя</b>	Саша	Маша	Петя	Даша	Коля	Валя	Наташа
11	<b>Сделки</b>	7	21	19	49	61	12	12
12								

Рис.101. Транспонированная матрица

ТАБЛИЦА УМНОЖЕНИЯ									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2	4	6	8	10	12	14	16	18	
3	6	9	12	15	18	21	24	27	
4	8	12	16	20	24	28	32	36	
5	10	15	20	25	30	35	40	45	
6	12	18	24	30	36	42	48	54	
7	14	21	28	35	42	49	56	63	
8	16	24	32	40	48	56	64	72	
9	18	27	36	45	54	63	72	81	

Рис.102. Таблица умножения

Задача 5.13. Таблица умножения.

Если вспомните детство, школу, свою тетрадку по математике... На обороте тетради на обложке была таблица умножения вот такого вида (рис.102).

При помощи формул массива она вся делается в одно движение:

- ввести два диапазона чисел от 1 до 10 в строке 1 и столбце А;
- выделить диапазон В2:К11;
- ввести формулу =A2:A11\*B1:K1;
- закончить ввод формулы комбинацией клавиш **Ctrl+Shift+Enter**, чтобы Excel воспринял ее как формулу массива. Результат представлен ниже (рис.103).

Сумм ✗ ✓ ✖ =A2:A11\*B1:K1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	=A2:A11*B1:K1									
3	2										
4	3										
5	4										
6	5										
7	6										
8	7										
9	8										
10	9										
11	10										

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Рис.103. Ввод формул и полученные результаты

#### Задача 5.14. Выборочное суммирование.

Посмотрите как при помощи одной формулы массива красиво и легко выбираются данные по определенному товару и заказчику (рис.104).

В данном случае формула массива синхронно пробегает по всем элементам диапазонов C3:C21 и B3:B21, проверяя, совпадают ли они с заданными значениями из ячеек G4 и G5. Если совпадения нет, то результат равенства ноль, если совпадение есть, то единица. Таким образом, суммы всех сделок, где заказчик не ANTON и товар не Boston Crab Meat умножаются на ноль и суммируются только нужные заказы.

G6 ✗ (=СУММ((C3:C21=G4)\*(B3:B21=G5)\*D3:D21))

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		<b>Товар</b>	<b>Заказчик</b>	<b>Сумма</b>			
3		Alice Mutton	ANTON	\$56			
4		Alice Mutton	ANTON	\$967	Заказчик		ANTON
5		Aniseed Syrup	ALFKI	\$592	Товар		Boston Crab Meat
6		Boston Crab Meat	BOTTM	\$504	Всего заказов на сумму		1057
7		Alice Mutton	ERNSH	\$447			
8		Alice Mutton	ANTON	\$237			
9		Boston Crab Meat	LEHMS	\$54			
10		Boston Crab Meat	BSBEV	\$953			
11		Boston Crab Meat	ANTON	\$659			
12		Boston Crab Meat	BONAP	\$434			
13		Aniseed Syrup	BOTTM	\$801			
14		Alice Mutton	GODOS	\$186			
15		Boston Crab Meat	GODOS	\$120			
16		Boston Crab Meat	GODOS	\$39			
17		Boston Crab Meat	ANTON	\$398			
18		Aniseed Syrup	ERNSH	\$249			
19		Boston Crab Meat	FRANS	\$65			
20		Alice Mutton	BOTTM	\$321			
21		Alice Mutton	GODOS	\$555			
22							

Рис.104. Пример выборочного суммирования

Можно применить и другой способ:

Нам необходимо просуммировать числа из диапазона D3:D21 (диапазон суммирования) при выполнении нескольких (двух) условий. Для каждой строки в случае одновременного равенства числа из диапазона C3:C21 числу G8, и числа из диапазона B3:B21 числу G9, соответствующее число из диапазона суммирования будет суммироваться.

Для этого применим функцию **СУММЕСЛИМН**.

**=СУММЕСЛИМН(D3:D21;C3:C21;G8;B3:B21;G9)**

На открывшейся форме **СУММЕСЛИМН** в окне **Диапазон суммирования** выбрать диапазон для суммирования (D3:D21). Для прописания условий в окне **Диапазон\_условия1** необходимо выбрать диапазон первого условия C3:C21, который равен критерию G8 – окно **Условие1**, в окне **Диапазон\_условия2** ввести диапазон второго условия B3:B21, который должен равняться G9 – окно **Условие2**.

Попробуйте решить задачу двумя способами и сравните результат.  
*Задача 5.15.*

Вернемся к задаче обработки данных метеостанции (*Задача 5.5*). Для расчета количества засушливых месяцев, т.е. месяцев, когда выпало менее 10 мм осадков, очень удобно использовать функцию **СЧЕТЕСЛИ**. Однако с ее помощью нельзя получить количество месяцев, на протяжении которых количество осадков лежало бы в диапазоне от 20 до 80 (назовем такие месяцы нормальными). Для этого необходимо использовать дистрибутивные функции. Функции, которые можно применять к списку, называются *дистрибутивными*.

Скопируйте текст из ячейки A22 в ячейку A25 и откорректируйте его: «Количество нормальных месяцев». Сначала подсчитаем месяцы с нормальным количеством осадков. Будем использовать вспомогательный блок F3:H14 тех же размеров, что и блок с исходными данными. В ячейку F3 вводится формула **=ЕСЛИ(И(B3>20; B3<80);1;0)** и копируется в остальные ячейки блока F3:H14. В блоке выводятся нули и единицы.

Введенная формула является индикаторной функцией множества нормальных месяцев, т.е. 1 – выводится, когда количество осадков лежит в пределах между 20 и 80 мм и 0 – в противном случае. Для подсчета суммы нормальных месяцев вводим в ячейку F25 формулу **=СУММ(F3:F14)** и копируем ее в блок G25:H25. Количество нормальных месяцев посчитано.

А теперь решим эту же задачу без использования вспомогательного блока. Введем в B25 табличную формулу **{=СУММ(ЕСЛИ(B3:B14>20;ЕСЛИ(B3:B14<80;1;0);0))}** и скопируем ее в C25:D25. (*Таким образом, компьютер, перебирая значения в указанном блоке, проверяет больше или меньше текущее число 20 и, если оно меньше, прибавляет к исходному число 0. В противном случае – проверяет выполнение второго условия (менее 80). Если и второе условие выполняется, то к исход-*

ному числу прибавляет 1. В противном случае – 0). Формула  $\{=СУММ(ЕСЛИ(И(В3>20;В3<80);1;0))\}$  не приведет к успеху, так как функция **И** не является дистрибутивной.

Этот пример показывает способ подсчёта в множестве количество элементов, удовлетворяющих определенному критерию.

Теперь вычислим суммарное количество осадков, выпавших и эти месяцы. Введите в А26 текст «Осадки в нормальные месяцы», в В26 – табличную формулу  $\{=СУММ(ЕСЛИ(В3:В14>20;ЕСЛИ(В3:В14<80;В3:В14;0);0))\}$  и скопируйте ее в С26:Д26. В Е25 и Е26 введите формулы для суммирования значений в строках (выделив блок В25:Е26, выберите значок **Автосумма**). Вы получите блок, показанный на рис.105.

25	Количество нормальных месяцев	4	9	6	19
26	Осадки в нормальные месяцы	159.3	368.3	388.3	915.9
27					

Рис.105. Подсчет количества элементов, удовлетворяющих критерию

Задача 5.16.

В блоке А1:А10 записана числовая последовательность. Проверьте, является ли она возрастающей.

*Решение.* На новом листе запишите любую последовательность чисел в блок А1:А10.

Окончательное решение можно записать одной формулой, поместив его в ячейку А12.

$\{=ЕСЛИ(СУММ(ЕСЛИ(А2:А10-А1:А9>0;1;0))=СЧЕТ(А1:А10)-1;$   
"возрастающая"; "не является возрастающей")}

Разбор этой формулы:

- ✓ А2:А10-А1:А9 (т.е., из А10 вычитается А9, из А9 вычитается А8 и т.д.) – образует блок, состоящий из первых разностей элементов исходного блока;
- ✓ ЕСЛИ(А2:А10-А1:А9>0;1;0) – составляет блок из индикаторов положительных первых разностей;
- ✓ СУММ(ЕСЛИ(А2:А10-А1:А9>0;1;0)) – считает количество ненулевых элементов в блоке индикаторов;
- ✓ СЧЕТ(А1:А10)-1 – рассчитывает размер блока индикаторов, равный уменьшенному на 1 размеру исходного блока;
- ✓ и, наконец, если количество ненулевых элементов в блоке индикаторов равно размеру блока индикаторов, то последовательность возрастающая, иначе - нет.

*Попробуйте поэтапно строить соответствующие блоки и итоговые функции от них, чтобы добиться ясного понимания, как составлена итоговая формула.*

## Матричные операции в Excel

Простейшие операции, которые можно проделывать с матрицами: сложение (вычитание), умножение на число, перемножение, транспонирование, вычисление обратной матрицы.

Задача 5.17.

Сложение матриц и умножение матрицы на число. Сложить матрицы M и N, где

$$M = \begin{bmatrix} 2 & -3 & 7 \\ -1 & 5 & 6 \end{bmatrix} \text{ и } N = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 4 \\ 2 & -3 & 5 \end{bmatrix}$$

*Решение.* Введем матрицы M и N в блоки A1:C2 и E1:G2. В блок A4:C5 введем табличную формулу {=A1:C2+E1:G2}. Обратите внимание, что выделен блок имеет те же размеры, что и исходные матрицы.

Что произойдет, если перед вводом формулы выделить блок A4:D6? В «лишних» ячейках появится #Н/Д, т.е. «НеДоступно». А если выделить A4:B5? Будет выведена только часть матрицы, без каких-либо сообщений. *Проверьте.*

Использование имен делает процедуру ввода табличной формулы намного проще. Дайте диапазонам A1:C2 и E1:G2 имена M и N соответственно с помощью команды **Формулы**⇒**Присвоить Имя**. В блок E4:G5 введите табличную формулу {=M+N}. Результат, естественно, должен получиться тот же.

Теперь вычислим линейную комбинацию матриц  $2 \cdot M - N$ . В блок A7:C8 введем табличную формулу {=2\*M-N}. У Вас должны получиться результаты:

$$M + N = \begin{bmatrix} 1 & -3 & 11 \\ 1 & 2 & 11 \end{bmatrix} \text{ и } 2 \cdot M - N = \begin{bmatrix} 5 & -6 & 10 \\ -4 & 13 & 7 \end{bmatrix}$$

Рассмотренные примеры подводят нас к мысли, что обычная операция умножения применительно к блокам не вполне эквивалентна перемножению матриц. И действительно, для матричных операций в Excel предусмотрены функции, входящие в категорию «Математические»:

- ✓ **МОПРЕД** – вычисление определителя матрицы;
- ✓ **МОБР** – вычисление обратной матрицы;
- ✓ **МУМНОЖ** – перемножение матриц;

✓ **ТРАНСП** – транспонирование.

Первая из этих функций возвращает число, поэтому вводится как обычная формула. Остальные функции возвращают блок ячеек, поэтому они должны вводиться как формулы массивов. Первая буква **М** в названии трех функций – сокращение от слова «Матрица».

Задача 5.18.

Вычислить определитель и обратную матрицу для матрицы

$$A = \begin{bmatrix} -73 & 78 & 24 \\ 92 & 66 & 25 \\ -80 & 37 & 10 \end{bmatrix}$$

Проверить правильность вычисления обратной матрицы умножением ее на исходную. Повторить эти действия для той же матрицы, но с элементом  $a_{33}=10,01$ .

Решение. Разместим исходную матрицу в блоке A1 : C3 (рис.106).

В ячейке B5 поместим формулу для вычисления определителя =МОПРЕД (A1 : C3).

В блок A7 : C9 введем формулу для вычисления обратной матрицы. Для этого, выделив блок A7 : C9 (он имеет три строки и три столбца, как и исходная матрица), введем формулу {=МОБР (A1 : C3)}. Даже если используется

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	-73	78	24		-73	78	24	
2	92	66	25		92	66	25	
3	-80	37	10		-80	37	10.01	
4								
5		1				-118.94		
6								
7	-265	108	366		2.222	-0.901	-3.077	
8	-2920	1190	4033		24.558	-9.999	-33.908	
9	8684	-3539	-11994		-73.012	29.754	100.841	
10								
11	1	-2.91E-11	-5.82E-11		1	1.14E-13	1.82E-12	
12	0	1	0		0	1	0	
13	0	0	1		-1.14E-13	5.68E-14	1	
14								

Рис.106. Вычисление обратной матрицы

Мастер функций, завершить ввод нужно нажатием комбинации клавиш **Shift+Ctrl+Enter** (вместо кнопки **OK**). Если предварительно не выделив блок A7 : C9, ввести формулу в ячейку A7 как обычную формулу Excel (закончив ввод клавишей **Enter**), то не нужно вводить ее заново на остальной диапазон. Просто выделив A7 : C9, выберите **F2** (редактирование) и, не изменяя формулу, закончите действие комбинацией клавиш **Shift+Ctrl+Enter**.

Скопируйте блок A1 : C9 в блок E1 : G9. Измените один элемент исходной матрицы: в ячейку G3 вместо 10 введите 10,01. Изменения в определителе и в обратной матрице разительны! Этот специально подобранный пример иллюстрирует численную неустойчивость вычисления



определителя и обратной матрицы: малое возмущение на входе дает большое возмущение на выходе.

Для дальнейших вычислений присвоим матрицам на рабочем листе имена: A1:C3 – **A**, A7:C9 – **Ainv**, E1:G3 – **AP**, E7:G9 – **APinv**. Теперь проверим правильность вычисления обратной матрицы. В блок A12:C14 введем формулу {=МУМНОЖ(A,Ainv)}, а в блок E12:G14 – формулу {=МУМНОЖ(AP,APinv)}. У вас должен получиться результат,

12	1	-2,91038E-11	-5,82077E-11		1	1,14E-13	1,82E-12
13	0	1	0		0	1	0
14	0	0	1		-1,13687E-13	5,68E-14	1
15							

как на рис.107.

Как и следовало ожидать, получились матрицы, близкие к единичным.

Рис.107. Вычисление обратной матрицы

## Занятие 6

### Поиск решения

В занятии 4 мы рассматривали пример автоматического нахождения функциональной зависимости  $Y=f(x)$ . Напомним, что нахождение подобной зависимости необходимо для предсказания значений отклика – параметра  $Y$  на выходе эксперимента от фактора – независимых переменных  $X$  на входе в систему.

В некоторых случаях представленных в Excel функций бывает недостаточно. Поэтому важно уметь подобрать такую функцию самостоятельно, используя какой-нибудь из математических методов оптимизации, например, метод наименьших квадратов. Суть его состоит в том, чтобы минимизировать сумму квадрата разности экспериментальных ( $Y_{экпер}$ ) и расчетных ( $Y_{расчет}$ ) данных:

$$\sum_{i=1}^n (Y_{экпер,i} - Y_{расчет,i})^2, \quad (3)$$

где  $n$  в нашей задаче было равно 10.

Скопируйте задачу занятия 4 на новый лист (выделив название листа, из контекстного меню выберите скопировать) и продолжите заполнение таблицы. Экспериментальные  $Y$  уже введены, осталось заполнить таблицу расчетными  $Y$ .

Для этого нам понадобится дополнительная таблица коэффициентов, начальные значения которых приравняем к 1 (Рис.108).

Теперь осталось ввести формулу полинома второй степени

$$Y_{\text{расч}} = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$$

в столбец для  $Y_{\text{расчет}}$ .

Далее задача заключается в том, чтобы подобрать коэффициенты уравнения таким образом, чтобы разница между  $Y_{\text{расчет}}$  и  $Y_{\text{экспер}}$  была минимальной.

Для оценки точности нашего расчета вводится функция расчета суммы квадрата разности (3) и формула расчета критерия Пирсона (Рис.109). Обе формулы являются встроенными в Excel и являются примером функций, для которых можно обойтись без ввода табличных формул (Занятие 5).

Открыв *Мастер функций* ( $f_x$ ), в категории «Математические» выберите формулу **СУММКВРАЗН** и закончите, выбрав **ОК**. В открывшемся окне в качестве *массива\_x* введите массив  $Y_{\text{экспер}}$ , в качестве *массива\_y* – массив  $Y_{\text{расчет}}$  и нажмите **ОК**.

Формула для расчета критерия Пирсона находится в категории «Статистические» (функция **PEARSON**). Во втором окне *Мастера функций* в качестве *массива\_x* также введите массив  $Y_{\text{экспер}}$ , в качестве *массива\_y* – массив  $Y_{\text{расчет}}$  и нажмите **ОК**.

Для подбора значений коэффициентов, в Excel имеется надстройка **Поиск решения**, которая позволяет решать задачи отыскания наибольших и наименьших значений, а также решать различные уравнения.

Выделив ячейку с формулой расчета квадрата разности, выполните команду **Данные** ⇒ **Анализ** ⇒ **Поиск решения**. В открывшемся окне **Поиск решения** (**Ошибка! Источник ссылки не найден.110**) введите следующие параметры:

- ✓ в поле **Оптимизировать целевую функцию** ввести адрес целевой ячейки с подбираемым значением (адрес ячейки с формулой

СТЕПЕНЬ		= \$B\$8+\$B\$9*F3+\$B\$10*F3^2										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
1	Исходные данные			Эксперимент								
2	Параметры	Нач.знач.	Шаг		№	Температура	$Y_{\text{экспер}}$	$Y_{\text{расчет}}$				
3	Температура	10	10		1	10	0	= \$B\$8+\$B\$9*F3+\$B\$10*F3^2				
4					2	20	3					
5	Функция	Вязкость			3	30	7					
6					4	40	10					
7	Коэффициенты				5	50	11					
8	A0		1		6	60	11					
9	A1		1		7	70	10					
10	A2		1		8	80	7					
11					9	90	4					
12					10	100	1					
13												

Рис.108. Ввод формулы полинома

Для оценки точности нашего расчета вводится функция расчета суммы квадрата разности (3) и формула расчета критерия Пирсона (Рис.109). Обе формулы являются встроенными в Excel и являются примером функций, для которых можно обойтись без ввода табличных формул (Занятие 5).

Эксперимент				Обработка эксперимента			
№	Температура	$Y_{\text{экспер}}$	$Y_{\text{расчет}}$	Минимум	Пирсон		
1	10	0	111				
2	20	3	421				
3	30	7	931				
4	40	10	1641				
5	50	11	2551				
6	60	11	3661				
7	70	10	4971				
8	80	7	6481				
9	90	4	8191				
10	100	1	10101				

Аргументы функции	
Массив_x	G3:G12 = {0;3;7;10;11;11;10;7;4;1}
Массив_y	H3:H12 = {111;421;931;1641;2551;3661;4971;6481;8191;10101}
Возвращает сумму квадратов разностей соответствующих значений в двух массивах.	
Массив_y второй диапазон или массив - число, имя, массив или ссылка на диапазон с числами.	
Значение:	259036248
Справка по этой функции	

Рис.109. Ввод функции СУММКВРАЗН

В открывшемся окне в качестве *массива\_x* введите массив  $Y_{\text{экспер}}$ , в качестве *массива\_y* – массив  $Y_{\text{расчет}}$  и нажмите **ОК**.

Формула для расчета критерия Пирсона находится в категории «Статистические» (функция **PEARSON**). Во втором окне *Мастера функций* в качестве *массива\_x* также введите массив  $Y_{\text{экспер}}$ , в качестве *массива\_y* – массив  $Y_{\text{расчет}}$  и нажмите **ОК**.

Для подбора значений коэффициентов, в Excel имеется надстройка **Поиск решения**, которая позволяет решать задачи отыскания наибольших и наименьших значений, а также решать различные уравнения.

Выделив ячейку с формулой расчета квадрата разности, выполните команду **Данные** ⇒ **Анализ** ⇒ **Поиск решения**. В открывшемся окне **Поиск решения** (**Ошибка! Источник ссылки не найден.110**) введите следующие параметры:

- ✓ в поле **Оптимизировать целевую функцию** ввести адрес целевой ячейки с подбираемым значением (адрес ячейки с формулой

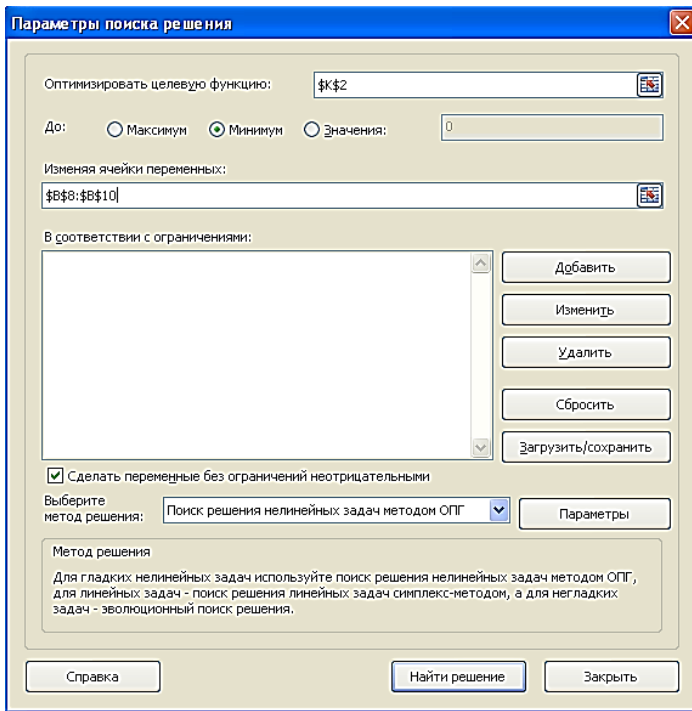


Рис.110. Окно **Поиска решения**

точно использовать настройки по умолчанию. Поиск решения осу-

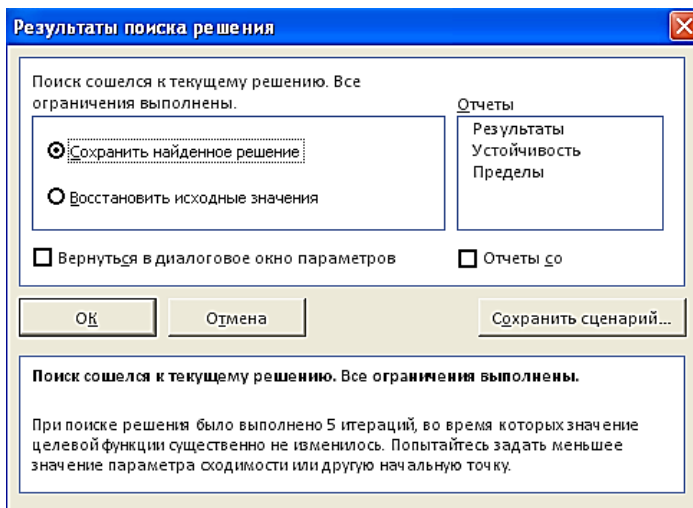


Рис.111. Окно **Результаты поиска решения**

иска решения в виде сценария, сформировать отчет по результатам выполнения операции поиска решения.

Поскольку поиск решения является итерационным процессом ее сходимости может быть достигнута не сразу. Если удовлетворительной точности не достигнуто с первой попытки, операцию поиска решения можно повторить.

*Сравните полученные значения коэффициентов с коэффициентами в уравнении линии тренда.*



суммы квадрата разности), если ячейка заранее выделена, то адрес помещается автоматически;

✓ в поле **До** установите переключатель **Минимум**;

✓ в поле **Изменяя ячейки переменных** введите диапазон ячеек изменяемых коэффициентов.

Кнопка **Параметры** служит для изменения и настройки параметров поиска. В их число входят: способ решения задачи, время проведения вычислений и точность результатов. Однако в большинстве случаев достаточно использовать настройки по умолчанию. Поиск решения осуществляется после щелчка по кнопке **Выполнить**.

Если поиск решения успешно завершен, то результаты вычислений заносятся в исходную таблицу, а на экране появляется диалоговое окно **Результаты поиска решения** (Рис.111), с помощью которого можно сохранить найденные решения в исходной таблице, восстановить исходные значения, сохранить результаты по-

Добавьте расчетные значения  $Y$  на график. Для этого перейдите в окно диаграммы, щелкните правой кнопкой мыши в любом ее месте и выберите в контекстном меню команду **Исходные данные**. В открывшемся диалоговом окне **Выбор источника данных** (Рис.112) выберите кнопку **Добавить**. В поле **Имя ряда** щелкните по кнопке свертывания окна , перейдите на лист с вашими данными, выделите ячейку заголовка столбца  $Y_{\text{расчет}}$  и вернитесь в окно с помощью кнопки разворачивания окна . Аналогичным образом введите **Значения X** (диапазон ячеек со значениями  $X$  или температуры) и **Значения Y** (диапазон ячеек со значениями расчетного  $Y$ ). По окончании ввода нажмите кнопку **ОК** (Рис.113).

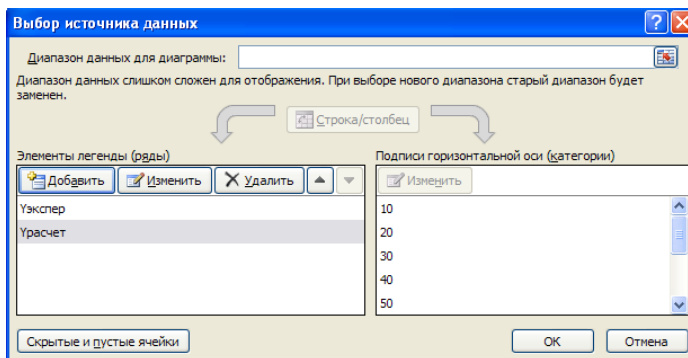


Рис.112. Окно **Исходных данных**

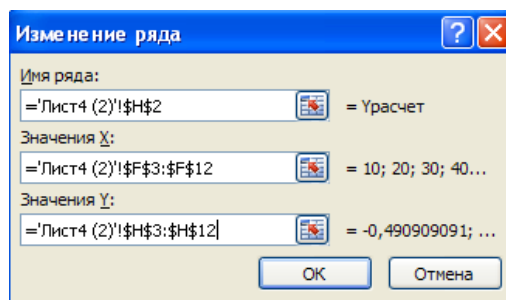


Рис.113. Окно **Результаты поиска решения**

Обратите внимание, что точки  $Y_{\text{расчет}}$  легли на линию тренда, построенную нами ранее (Рис.114).

В завершение обязательно сохраните свой файл, мы будем его использовать на следующем занятии 7.

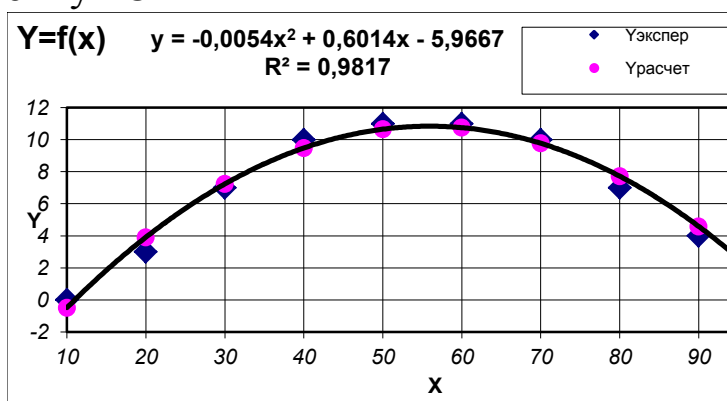


Рис.114. График после добавления зависимости  $Y_{\text{расчет}}$  от  $X$

## Занятие 7

### Поиск решения двухпараметрической задачи в Excel

В предыдущих занятиях мы рассматривали возможности обработки и визуализации однопараметрической зависимости (функция зависит только от одной переменной). В реальности, такие простые зависимости встречаются достаточно редко. Чаще приходится сталкиваться с многопараметрическими функциями. Как обрабатывать такие зависимости и, каким образом их визуализировать, рассмотрим на примере двухпараметрической задачи.

Пусть был проведен эксперимент, например, измерили зависимость какого-то параметра от температуры и давления. Средняя температура была равна 100°C. Шаг изменения – 50°C. Среднее давление – 2 атм. Шаг изменения – 1 атм. Такая система будет описываться зависимостью

$$Z = A_0 + A_1 \cdot X + A_2 \cdot Y + A_{11} \cdot X^2 + A_{12} \cdot X \cdot Y + A_{22} \cdot Y^2$$

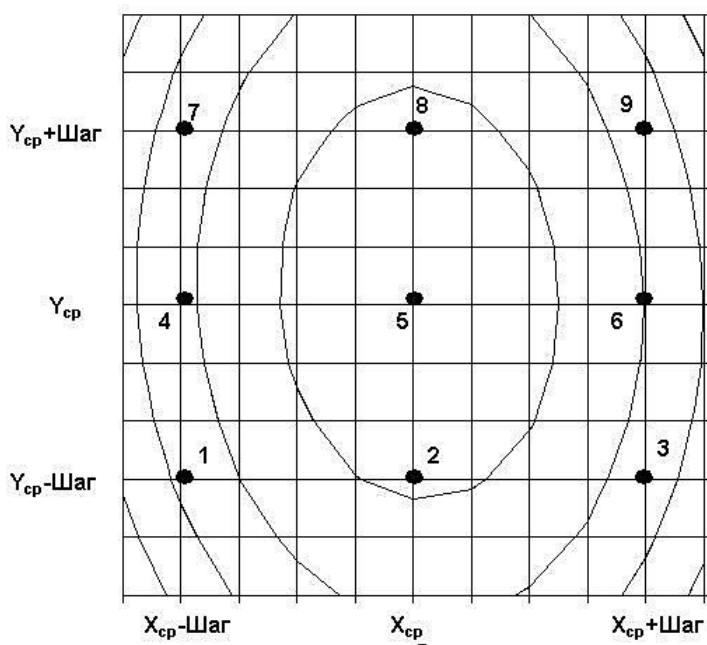


Рис.115. Зависимость  $Z = f(X, Y)$

температура была равна 100°C. Шаг изменения – 50°C. Среднее давление – 2 атм. Шаг изменения – 1 атм. Такая система будет описываться зависимостью

$$Z = f(X, Y),$$

являющейся поверхностью, которую часто показывают в виде, подобной контурной карте (Рис.115).

Чтобы найти эту зависимость для нашего случая, воспользуемся заготовкой занятий 4 и 6. Для этого необходимо открыть сохраненный файл, и перейти на

лист с данными. Выделив ярлык Листа правой кнопкой мыши, выбрать команду **Переместить/скопировать**.

В открывающемся диалоговом окне можно выбрать:

- ✓ место перемещения (копирования) нашего листа (в текущую книгу или новую). *Выберите название текущей книги;*
- ✓ перед каким листом мы хотим поместить текущий лист или его копию. *Выберите «(переместить в конец)».*

*Не забудьте поставить галочку **Создать копию**, в противном случае лист просто переместится в конец книги. Закончите клавишей **ОК**.*

По умолчанию Excel создает копию с именем текущего листа, добавляя в конце в скобках номер копии. Для удобства переименуем его. Для этого, щелкнув правой кнопкой мыши по ярлыку листа, выберите

команду **Переименовать**, введите новое имя, например, «Эксперимент\_2» и завершите клавишей **Enter**.

Сначала перестроим таблицу исходных данных, как показано на Рис.116.

Приведите таблицу эксперимента к виду, показанному на Рис.116.

Для добавления столбца необходи-

	A	B	C
1	<b>Исходные данные</b>		
2	Параметры	Нач.знач.	Шаг
3	Температура	100	50
4	Давление	2	1
5	Функция	Вязкость	

Рис.116. Таблица исходных данных

мо выделить столбец G, щелкнув по заголовку этого столбца, и выполнить команду **Главная** ⇒ **Ячейки** ⇒ **Вставить** ⇒ **Вставить столбцы на лист**. Внесите необходимые изменения в таблицу. Для удаления строки необходимо ее выделить, щелкнув по заголовку этой строки, и выполнить команду **Главная** ⇒ **Ячейки** ⇒ **Удалить** ⇒ **Удалить строки с листа**.

Напомним, что заголовки столбцов **Температура** и **Давление** должны вводиться по формулам, чтобы сделать заготовку более универсальной. Заполним теперь данные таблицы **Эксперимент**.

Координаты точек 1 – 9 можно вычислить по следующим формулам:

№	Темпер.	Давл.
1	$X_{\text{ср}}-\text{Шаг}$	$Y_{\text{ср}}-\text{Шаг}$
2	$X_{\text{ср}}$	$Y_{\text{ср}}-\text{Шаг}$
3	$X_{\text{ср}}+\text{Шаг}$	$Y_{\text{ср}}-\text{Шаг}$
4	$X_{\text{ср}}-\text{Шаг}$	
5	$X_{\text{ср}}$	$Y_{\text{ср}}$
6	$X_{\text{ср}}+\text{Шаг}$	$Y_{\text{ср}}$
7	$X_{\text{ср}}-\text{Шаг}$	$Y_{\text{ср}}+\text{Шаг}$
8	$X_{\text{ср}}$	$Y_{\text{ср}}+\text{Шаг}$
9	$X_{\text{ср}}+\text{Шаг}$	$Y_{\text{ср}}+\text{Шаг}$

При вводе формул не забывайте делать постоянными ссылки на  $X_{\text{ср}}$ ,  $Y_{\text{ср}}$  и **Шаг**, чтобы использовать возможность копирования.

Значения  $Y_{\text{экспер}}$  мы должны взять из эксперимента (рис.117).  $Y_{\text{расчет}}$  должны вычисляться по формуле:

$$Y_{\text{расчет}} = A_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + A_{11} X_1^2 + A_{12} X_1 X_2 + A_{22} X_2^2$$

Прежде, чем вводить формулу для  $Y_{\text{расчет}}$ , необходимо модифицировать таблицу коэффициентов согласно Рис.118, введя начальные значения коэффициентов 1.

Для подбора функции воспользуемся методом минимизации суммы квадратов разности экспериментальных ( $Y_{\text{экспер}}$ ) и расчетных ( $Y_{\text{расчет}}$ ) данных, который мы рассматривали в прошлом занятии.

Формулы расчета квадрата разности и формула расчета критерия Пирсона у нас на листе уже есть. Теперь достаточно поправить в них ссылки и выполнить.

Поиск решения выполняется, также как и в случае однопараметрической функции, но поскольку у нас зависимость более сложная, необходимо в диалоговом окне **Поиск решения** открыть подокно **Параметры** и установить следующие опции:

- ✓ **Автоматическое масштабирование;**

E	F	G	H	I
<b>Расчетные и экспериментальные данные</b>				
№	Температура	Давление	$Y_{\text{экспер}}$	$Y_{\text{расчет}}$
1			1	
2			7	
3			5	
4			17	
5			25	
6			15	
7			3	
8			10	
9			4	

Рис.117. Таблица эксперимента

	<b>Коэффициенты</b>	
7		
8	A0	1
9	A1	1
10	A2	1
11	A11	1
12	A12	1
13	A22	1

Рис.118. Начальные значения коэффициентов

✓ разности – **Центральные**.

После этого в окне **Поиск решения** необходимо поправить ссылки на подбираемые ячейки (коэффициенты) и выбрать **Найти решение**. Если удовлетворительной точности не достигнуто с первой попытки, операцию поиска решения можно повторить.

Для того чтобы построить поверхность необходимо построить на листе матрицу данных (Рис.119).

На этом же листе ниже введите заголовок таблицы. В ячейке A16 введите X/Y.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
13												
14				<b>Построение поверхности</b>								
15												
16	X/Y	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3
17	50	0,92	6,24	10,44	13,53	15,49	16,33	16,06	14,66	12,14	8,51	3,75
18	60	3,51	8,80	12,97	16,03	17,96	18,77	18,47	17,04	14,49	10,83	6,04
19	70	5,58	10,84	14,98	18,01	19,91	20,69	20,36	18,9	16,32	12,63	7,81
20	80	7,13	12,36	16,47	19,47	21,34	22,09	21,73	20,24	17,63	13,91	9,06
21	90	8,16	13,36	17,44	20,41	22,25	22,97	22,58	21,06	18,42	14,67	9,79
22	100	8,67	13,84	17,89	20,83	22,64	23,33	22,91	21,36	18,69	14,91	10,00
23	110	8,66	13,80	17,82	20,73	22,51	23,17	22,72	21,14	18,44	14,63	9,69
24	120	8,13	13,24	17,23	20,11	21,86	22,49	22,01	20,4	17,67	13,83	8,86
25	130	7,08	12,16	16,12	18,97	20,69	21,29	20,78	19,14	16,38	12,51	7,51
26	140	5,51	10,56	14,49	17,31	19,00	19,57	19,03	17,36	14,57	10,67	5,64
27	150	3,42	8,44	12,34	15,13	16,79	17,33	16,76	15,06	12,24	8,31	3,25
28												

Рис.119. Матрица данных

Далее необходимо заполнить в матрице данных диапазоны температур и давлений, при которых проводился наш эксперимент. Для этого в ячейки A17 и B16 вводятся минимальные значения температуры и давления соответственно. Отчитываются 11 ячеек вниз по столбцу A и

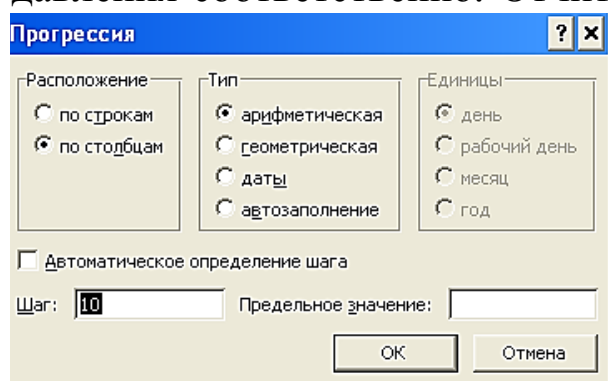



Рис.120. Окно прогрессии

вводится максимальное значение температуры (равное 150). Выделив интервал между минимальным и максимальным значениями, выбирается команда **Главная**⇒**Редактирование**⇒**Заполнить** ⇒**Прогрессия** .

В открывшемся окне (рис.120) все оставляем без изменения и нажимаем **ОК**. Наш интервал температур заполнится значениями от минимального до максимального значений с определенным шагом. Те же самые действия необходимо выполнить в строке 16 для ввода значений давления, при которых проводился эксперимент.

Осталось ввести в матрицу данных только значения функции  $Y_{\text{расчет}}$ . Чтобы не вводить функцию снова, скопируем любую набранную формулу из столбца  $Y_{\text{расчет}}$  таблицы **Эксперимент**. Далее, выделив ячейку B17, в окно ввода формул вставляем скопированную формулу. В этой формуле ссылки на температуру и давление остались прикрепленными к столбцам таблицы **Эксперимент**, их необходимо перенести или изменить соответственно данным матрицы. Для этого в строке ввода формул ставим курсор мыши на формулу в любом месте и получаем разноцветные ссылки на элементы формулы в таблице **Эксперимент**. Все ссылки на температуру (а их три) аккуратно переносим в первую ячейку колонки температур в матрице, а ссылки на давление (тоже три) переносим на строку в первую ячейку в матрице данных.

Поскольку значения температур изменяются по колонке, необходимо все ссылки на температуру сделать смешанными, т.е. закрепить колонку знаком доллара ( $\$A17$ ). Изменение давления происходит по строке, значит, закрепляем строку ( $B\$16$ ). После закрепления всех ссылок на температуру и давление растягиваем формулу на всю область.

*Не забывайте, что ссылки на коэффициенты должны быть абсолютными, а на значения температуры и давления смешанными.* Формула должна выглядеть примерно следующим образом:

$$= \$B\$7 + \$B\$8 * \$A17 + \$B\$9 * B\$16 + \$B\$10 * \$A17^2 + \$B\$11 * \$A17 * B\$16 + \$B\$12 * B\$16^2$$

Данные для построения поверхности готовы, осталось их только построить на диаграмме. Выделяем область матрицы данных с формулами, не захватывая значения температур и давления. Далее воспользуемся «Мастером диаграмм», выбрав тип диаграммы «Поверхность». Окончательный вид диаграммы будет примерно таким, как показано на Рис.120.

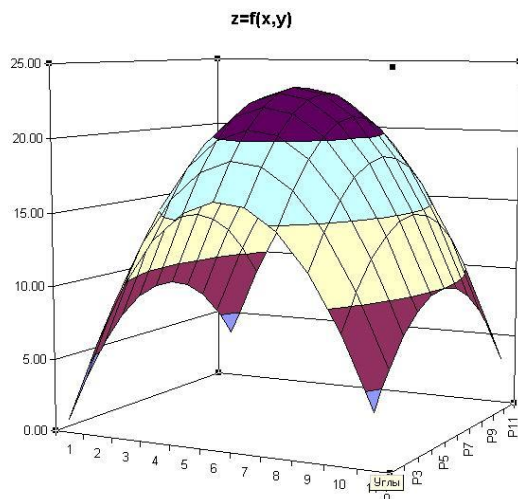


Рис.120. Диаграмма поверхности



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Описание окна Excel</i> .....	3
Рабочие книги и листы .....	4
Переименование листов .....	4
Добавление нового листа .....	4
Выделение строк .....	5
Выделение нескольких строк .....	5
Выделение столбцов .....	5
Выделение нескольких столбцов .....	6
Работа с ячейками .....	6
Активные ячейки и диапазоны .....	7
Выделение диапазона ячеек .....	7
<b>Занятие 1</b> .....	9
Типы данных Excel .....	9
Форматирование ячеек .....	10
Числовое форматирование .....	10
Текст .....	10
Стилевое форматирование .....	11
<b>Занятие 2</b> .....	17
Ввод формул .....	18
Редактирование формул .....	20
Абсолютные и относительные ссылки .....	24
Использование имен в формулах .....	26
Использование функций .....	29
Реализация простых вычислений в MS Excel .....	33
Использование тригонометрических функций .....	37
<b>Занятие 3</b> .....	43
Создание таблицы .....	45
Заполнение таблицы .....	48
Фильтрация .....	49
Сортировка записей .....	52
<b>Занятие 4</b> .....	55
Создание графиков в документе Excel .....	56
Редактирование диаграмм .....	59
Форматирование диаграммы .....	61
Легенда .....	62
Оси диаграммы .....	63
Создание и редактирование поверхностей в документе Excel .....	67
<b>Занятие 5</b> .....	69
Условные формулы .....	69
Сравнение чисел .....	69
Итоговые функции в Excel .....	73
Формулы массивов в Excel .....	76
Матричные операции в Excel .....	86
<b>Занятие 6</b> .....	88
Поиск решения .....	88
<b>Занятие 7</b> .....	91
Поиск решения двухпараметрической задачи в Excel .....	91

Подписано в печать 01.12.2014

Бумага офсетная

6,0 уч.-изд. л

Печать Riso

Тираж 100 экз.

Формат 60x84/16

5,58 усл. печ. л.

Заказ 226 "С" 168

Издательство Казанского национального исследовательского  
технологического университета

Офсетная лаборатория Казанского национального  
исследовательского технологического университета

420015, Казань, К. Маркса, 68