

Алексей Васильев

Excel 2010 **НА ПРИМЕРАХ**

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2010

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2
В19

Васильев А. Н.

В19 Excel 2010 на примерах. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 432 с.: ил. + CD-ROM
ISBN 978-5-9775-0578-9

На конкретных примерах показаны возможности популярного офисного приложения Microsoft Office Excel 2010. Рассмотрены особенности новейшей версии, существенно изменившийся графический интерфейс, ресурсы (настройки, гиперссылки, примечания, печать и надстройки), форматирование и применение стилей, методы обработки данных, программирование в среде VBA и другие вопросы. Приведены примеры решения прикладных математических, физических, статистических, экономических задач, а также задач логистики. Прилагаемый компакт-диск содержит дополнительный материал справочного характера, а также готовые к использованию примеры, рассмотренные в книге.

Для широкого круга пользователей

УДК 681.3.06
ББК 32.973.26-018.2

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Евгений Рыбаков</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Анна Кузьмина</i>
Компьютерная верстка	<i>Натальи Караваевой</i>
Корректор	<i>Виктория Пиотровская</i>
Дизайн серии	<i>Инны Тачиной</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 31.05.10.

Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 34,83.

Тираж 2000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию
№ 77.99.60.953.Д.005770.05.09 от 26.05.2009 г. выдано Федеральной службой
по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ГУП "Типография "Наука"
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

ISBN 978-5-9775-0578-9

© Васильев А. Н., 2010
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2010

Оглавление

Предисловие.....	1
ЧАСТЬ I. ИНТЕРФЕЙС	3
Глава 1. Рабочее окно.....	5
Пример 1.1. Изменение масштаба отображения данных	5
Пример 1.2. Вид с разбивкой на страницы	10
Пример 1.3. Панель быстрого доступа.....	13
Пример 1.4. Поле имени	18
Пример 1.5. Строка формул	20
Пример 1.6. Строка состояния	23
Пример 1.7. Полноэкранный режим.....	25
Пример 1.8. Отображение сетки и полей индексации.....	27
Пример 1.9. Использование окна настроек	29
Пример 1.10. Цветовая схема.....	31
Глава 2. Лента.....	33
Пример 2.1. Вкладки ленты	33
Пример 2.2. Отображение и скрытие ленты.....	39
Пример 2.3. Добавление групп ленты на панель быстрого доступа.....	40
Пример 2.4. Активная метка группы ленты	41
Пример 2.5. Настройка ленты.....	45
Пример 2.6. Контекстные вкладки ленты.....	50
Глава 3. Области	53
Пример 3.1. Выделение областей	53
Пример 3.2. Работа с выделенной областью	56
Пример 3.3. Сворачивание и разворачивание строк и столбцов	57
Пример 3.4. Изменение размеров ячеек.....	62
Пример 3.5. Разбивка рабочей области на части	65

Глава 4. Листы	76
Пример 4.1. Добавление и удаление листов.....	76
Пример 4.2. Количество листов по умолчанию	78
Пример 4.3. Переименование и выделение листов.....	80
Пример 4.4. Скрытие и отображение листов	81
Пример 4.5. Отображение корешков листов	84
Пример 4.6. Добавление фона	86
Глава 5. Книги	88
Пример 5.1. Создание нового рабочего документа	88
Пример 5.2. Сохранение документа	91
Пример 5.3. Создание шаблона	95
Пример 5.4. Рабочий каталог	115
Пример 5.5. Автоматическая загрузка файла	116
Пример 5.6. Подключение надстроек	117
Пример 5.7. Управление окнами	119
Пример 5.8. Рабочее пространство.....	124
ЧАСТЬ II. РЕСУРСЫ	127
Глава 6. Настройки.....	129
Пример 6.1. Переход в режим <i>строка-столбец</i>	129
Пример 6.2. Относительные ссылки в формате <i>строка-столбец</i>	131
Пример 6.3. Смешанные ссылки в формате <i>строка-столбец</i>	133
Пример 6.4. Ссылки на диапазоны ячеек в формате <i>строка-столбец</i>	134
Пример 6.5. Шрифт по умолчанию	135
Пример 6.6. Вычисление значений.....	136
Пример 6.7. Индикация ошибок	137
Пример 6.8. Отображение формул в ячейках.....	138
Пример 6.9. Режим ввода и редактирования данных	139
Пример 6.10. Точность отображения и вычисления данных	140
Глава 7. Гиперссылки	141
Пример 7.1. Вставка в документ гиперссылки.....	141
Пример 7.2. Добавление комментария к гиперссылке	143
Пример 7.3. Гиперссылка на диапазон ячеек	145
Пример 7.4. Ссылка через имя.....	147
Пример 7.5. Гиперссылка на внешний документ.....	148
Пример 7.6. Гиперссылка на новый документ	151
Пример 7.7. Гиперссылка на страницу в Интернете.....	151

Пример 7.8. Гиперссылка для отправки почты	153
Пример 7.9. Гиперссылка на основе изображения	154
Пример 7.10. Использование функций для создания гиперссылок	156
Глава 8. Примечания и вставки	159
Пример 8.1. Создание примечания.....	159
Пример 8.2. Режим постоянного отображения примечаний	161
Пример 8.3. Настройки приложения по отображению примечаний.....	163
Пример 8.4. Настройка вида примечания	164
Пример 8.5. Графические формы	168
Пример 8.6. Структурные схемы.....	172
Пример 8.7. Текстовые поля	175
Пример 8.8. Художественный текст.....	176
Пример 8.9. Спарклайны	179
Глава 9. Печать	182
Пример 9.1. Вывод документа на печать.....	182
Пример 9.2. Создание колонтитулов.....	187
Пример 9.3. Пиктограммы вкладки <i>Работа с колонтитулами</i>	190
Пример 9.4. Добавление в колонтитулы специальных полей	192
Пример 9.5. Разбивка на страницы.....	193
Пример 9.6. Основные настройки печати.....	197
Глава 10. Надстройки.....	199
Пример 10.1. Решение тригонометрического уравнения.....	199
Пример 10.2. Настройки утилиты поиска решения	203
Пример 10.3. Генерация случайных чисел	205
Пример 10.4. Мастер суммирования	207
Пример 10.5. Мастер подстановок	210
ЧАСТЬ III. ФОРМАТЫ.....	213
Глава 11. Числовые форматы	215
Пример 11.1. Форматирование числовых данных	215
Пример 11.2. Применение экспоненциального формата	218
Пример 11.3. Применение дробного формата.....	219
Пример 11.4. Использование денежного и финансового форматов	221
Пример 11.5. Процентный формат	222
Пример 11.6. Формат времени и даты	222

Глава 12. Форматы пользователя	225
Пример 12.1. Простой числовой формат	225
Пример 12.2. Научный формат пользователя.....	228
Пример 12.3. Дробный формат пользователя	229
Пример 12.4. Вставка символов и текста.....	230
Пример 12.5. Особые форматы.....	231
Пример 12.6. Шаблон для значений разных знаков	232
Пример 12.7. Шаблон с выделением цветом.....	234
Пример 12.8. Условный формат на основе шаблона	235
 Глава 13. Условные форматы	236
Пример 13.1. Условное форматирование на основе сравнения значений.....	236
Пример 13.2. Проверка на принадлежность диапазону значений.....	240
Пример 13.3. Формат на основе формулы.....	242
Пример 13.4. Использование пиктограмм в формате.....	248
Пример 13.5. Формат с использованием цветовых и графических индикаторов	251
Пример 13.6. Форматы на основе статистических параметров.....	253
 Глава 14. Общее форматирование.....	257
Пример 14.1. Выравнивание данных в ячейке	257
Пример 14.2. Настройки шрифта.....	258
Пример 14.3. Границы ячеек.....	258
Пример 14.4. Использование заливки и узора.....	260
Пример 14.5. Режим защиты.....	261
Пример 14.6. Копирование форматов	263
Пример 14.7. Создание групп	265
 Глава 15. Стили и автоматическое форматирование.....	268
Пример 15.1. Применение встроенных стилей таблиц	268
Пример 15.2. Работа с выделенными стилем таблицами	272
Пример 15.3. Создание нового стиля таблицы.....	277
Пример 15.4. Использование встроенных стилей ячеек	279
Пример 15.5. Создание нового стиля	283
 ЧАСТЬ IV. ДАННЫЕ.....	285
 Глава 16. Ввод и редактирование данных	287
Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями	287
Пример 16.2. Автоматическое заполнение ячеек.....	290
Пример 16.3. Ввод формул.....	293

Пример 16.4. Копирование формул.....	295
Пример 16.5. Формулы массива	299
Пример 16.6. Ссылки на ячейки в разных листах	299
Пример 16.7. Ссылки на ячейки в разных книгах.....	300
Пример 16.8. Циклические ссылки	301
Пример 16.9. Использование числовых формул.....	302
Глава 17. Встроенные функции Excel	304
Пример 17.1. Вставка встроенной функции	304
Пример 17.2. Тригонометрические и гиперболические функции.....	308
Пример 17.3. Вычисление рядов	311
Пример 17.4. Работа с матрицами	314
Пример 17.5. Вычисление сумм	316
Пример 17.6. Логические функции	320
Пример 17.7. Статистические функции	321
Пример 17.8. Функции для работы с текстом, датой и временем	325
Глава 18. Диаграммы.....	328
Пример 18.1. Быстрое создание диаграммы.....	328
Пример 18.2. Изменение типа диаграммы.....	334
Пример 18.3. Редактирование области диаграммы	337
Пример 18.4. Настройки отдельных элементов диаграммы	345
Пример 18.5. Отображение пустых и скрытых ячеек.....	350
Пример 18.6. Создание шаблона диаграммы	353
Пример 18.7. Использование особых настроек для разных рядов данных	354
Пример 18.8. Линия тренда.....	356
Глава 19. Анализ сценариев.....	359
Пример 19.1. Таблицы подстановки	359
Пример 19.2. Менеджер сценариев.....	366
Пример 19.3. Создание сводной таблицы.....	373
Пример 19.4. Редактирование сводной таблицы	377
Пример 19.5. Создание сводной диаграммы	379
Пример 19.6. Утилита подбора параметра	382
Глава 20. Исправление ошибок.....	384
Пример 20.1. Основные ошибки.....	384
Пример 20.2. Управляющие элементы группы <i>Зависимости формул</i>	385
Пример 20.3. Отслеживание ошибок	386
Пример 20.4. Утилита контроля ошибок	387
Пример 20.5. Проверка контрольного значения	389

ЧАСТЬ V. ПРОГРАММЫ (см. CD-ROM, стр. 1) 393**Глава 21. Язык VBA 2**

Пример 21.1. Выделение ячеек и диапазонов	2
Пример 21.2. Изменение значений ячеек	7
Пример 21.3. Параметры форматирования ячеек и диапазонов	11
Пример 21.4. Ввод программными методами формул в ячейки	15
Пример 21.5. Использование встроенных функций Excel	18
Пример 21.6. Условные операторы и операторы цикла	19

Глава 22. Редактор VBA 25

Пример 22.1. Отображение вспомогательных окон и панелей инструментов	25
Пример 22.2. Вставка модулей и форм	30
Пример 22.3. Окно проекта	32
Пример 22.4. Окно свойств	33
Пример 22.5. Настройки редактора	35
Пример 22.6. Компиляция и отладка проектов	37
Пример 22.7. Запуск макросов	38
Пример 22.8. Подключение ссылок	39

Глава 23. Функции пользователя 41

Пример 23.1. Создание функции в редакторе VBA	41
Пример 23.2. Вычисление факториала	45
Пример 23.3. Вычисление синуса	47
Пример 23.4. Создание кусочно-гладкой функции	50
Пример 23.5. Вычисление числа Фибоначчи	51

Глава 24. Формы 54

Пример 24.1. Создание простой формы	54
Пример 24.2. Использование полей	64
Пример 24.3. Форма с опцией	69
Пример 24.4. Форма с переключателем	71
Пример 24.5. Форма с вкладками	73

Глава 25. Макросы 76

Пример 25.1. Запись макроса	76
Пример 25.2. Оптимизация программного кода	81
Пример 25.3. Запись макроса с относительными ссылками	82
Пример 25.4. Добавление кнопки запуска макроса на панель быстрого доступа	87
Пример 25.5. Настройки безопасности	89

ЧАСТЬ VI. ЗАДАЧИ (см. CD-ROM, стр. 91) 395**Глава 26. Уравнения и системы 92**

- Пример 26.1. Решение уравнения с помощью утилиты *Подбор параметра* 92
Пример 26.2. Решение уравнения в автоматическом режиме 94
Пример 26.3. Метод половинного деления 96
Пример 26.4. Метод последовательных приближений 101
Пример 26.5. Решение системы уравнений 107
Пример 26.6. Поиск решения на интервале 109
Пример 26.7. Система линейных уравнений 110

Глава 27. Теория вероятностей и статистика 112

- Пример 27.1. Числовые характеристики дискретной случайной величины 112
Пример 27.2. Корреляция случайных величин 114
Пример 27.3. Игра в спортлото 117
Пример 27.4. Функция распределения 119
Пример 27.5. Вероятность реализации дискретной случайной величины 122
Пример 27.6. Корреляция статистических данных 124
Пример 27.7. Описательная статистика 126

Глава 28. Экономика и финансы 128

- Пример 28.1. Производственная функция 128
Пример 28.2. Стоимость инвестиционных проектов 132
Пример 28.3. Внутренняя ставка доходности 135
Пример 28.4. Будущая стоимость инвестиций 140
Пример 28.5. Выплаты по займам 142
Пример 28.6. Расчет амортизации 146
Пример 28.7. Анализ ценных бумаг 151
Пример 28.8. Непостоянные финансовые потоки 159

Глава 29. Логистика и задачи оптимизации 162

- Пример 29.1. Экстремум целевой функции с ограничениями
в виде равенств 162
Пример 29.2. Определение численности двух бригад 165
Пример 29.3. Условный экстремум нелинейной функции 170
Пример 29.4. Экстремум неявно заданной функции 172
Пример 29.5. Условный экстремум неявно заданной функции 174

Глава 30. Физика 177

- Пример 30.1. Тело на наклонной плоскости 177
Пример 30.2. Вычисление коэффициента трения 181

Пример 30.3. Электрон во внешнем поле	184
Пример 30.4. Увеличение собирающей линзы	189
Пример 30.5. Продольное увеличение линзы	190
Пример 30.6. Давление идеального газа	191
Пример 30.7. Объем тела под поршнем	192
Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов	195
Пример 30.9. Вычисление внутреннего сопротивления	199
Пример 30.10. Определение влажности воздуха	201
Заключение	397
ПРИЛОЖЕНИЯ	399
Приложение 1. Основные функции Excel.....	401
Приложение 2. Описание компакт-диска	415
Список литературы	418
Работа с Excel и VBA.....	418
Экономика	419
Статистика и теория вероятностей.....	419
Математический анализ и вычисления	419
Физика.....	419
Предметный указатель книги	420
Предметный указатель компакт-диска.....	422

Предисловие

Среди современных математических и статистических пакетов Excel выделяется простотой в работе, эффективностью, производительностью и большой популярностью. Работе с приложением Excel посвящена данная книга.

Концепция и структура книги

Книга состоит из шести частей и охватывает такие вопросы, как общая структура окна приложения, возможности функциональных элементов, ввод, форматирование и редактирование данных, методы создания программных кодов, работа с диаграммами, решение задач физики, экономики, статистики, методы оптимизации, решение уравнений и многое другое. Каждая часть разбита на пять глав. Главы, в свою очередь, содержат примеры решения практических задач. Некоторые из них являются, по сути своей, учебными, в то время как другие имеют вполне конкретную практическую значимость. Такая концепция позволяет выделить основные моменты в работе с приложением и, в то же время, оставляет читателю простор для самостоятельного изучения возможностей приложения. Часть вопросов рассматривается достаточно подробно. Но в некоторых случаях, обычно, когда речь идет о настройках системы в части форматирования данных или режимов работы, приводятся сведения общего характера. При этом упор делается не столько на конкретные настройки и назначение управляющих элементов, сколько на выделении концептуальных подходов в решении той или иной задачи. Еще одно преимущество связано с тем, что каждый пример книги в известном смысле представляет собой самодостаточный блок, содержащий всю (или почти всю) необходимую информацию для решения поставленной задачи, поэтому книгу не обязательно читать от корки до корки — можно ограничиться непосредственно интересующим читателя примером.

Компакт-диск с примерами

К книге прилагается компакт-диск, содержащий основные примеры из книги. Имеются в виду примеры, решение которых подразумевает выполнение расчетов в рабочем документе Excel или создание программных кодов. Часть из них на диске не представлена в силу объективных причин: как правило, это те примеры,

в которых описывается процесс применения настроек или методы манипулирования с элементами интерфейса приложения.

Кроме того, на компакт-диске размещены *главы 21—30*, относящиеся к частям V и VI.

О списке литературы

Кроме вопросов, касающихся непосредственно работы с Excel, в книге содержатся примеры из разных областей естествознания. В основном в них приведена краткая справка по использованному категориальному аппарату, но необходимость в получении дополнительных сведений у читателя все же может возникнуть. С этой целью в конце книги приведен список литературы. Он разбит на группы по тематике. Важно отметить, что этот список не является полным, но, по мнению автора, он поможет читателю овладеть в необходимом объеме и за минимальное время знаниями в той или иной области.

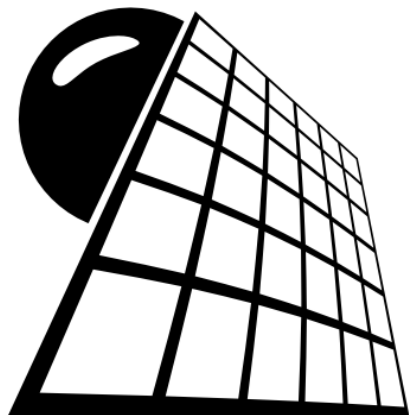
Обратная связь

Свои мнения, пожелания и предложения можно изложить автору, написав по адресу vasilev@univ.kiev.ua. Более детальную информацию об авторе можно, кроме прочего, получить на сайте <http://www.vasilev.kiev.ua>. Автор в силу объективных причин не сможет ответить всем корреспондентам, но будет благодарен за конструктивную критику.

Благодарности

Автор выражает искреннюю признательность издательству "БХВ-Петербург", зам. главного редактора Евгению Рыбакову и редакторам книги Анне Сергеевне Кузьминой и Татьяне Николаевне Лапиной, работа с которыми не только продуктивна, но и приятна. Это, несомненно, является следствием высокого профессионализма и творческого отношения к делу сотрудников издательства.

Достойно восхищения то терпение и понимание, с которым родители, жена Илона, дочь Настя и сын Богдан относились ко мне и тому, чем я занимался все это время. Их внимание и заботу сложно переоценить, за что им огромное спасибо.



ЧАСТЬ I

Интерфейс

Глава 1



Рабочее окно

В Excel 2010 получил развитие подход, предложенный в версии Excel 2007. В частности, сохранена преемственность интерфейса, основу которого составляет лента. Сам интерфейс немного изменился, но пользователь, знакомый с версией приложения Excel 2007, без особых проблем сможет работать и с версией приложения Excel 2010. Тем не менее, здесь и далее в книге будем исходить из того, что читатель не знаком с приложением Excel или, по крайней мере, не работал с ленточным интерфейсом приложения. Далее в этой главе приводятся примеры решения несложных организационных задач, подразумевающих существенное использование новых элементов управления ленточного интерфейса Excel.

Пример 1.1. Изменение масштаба отображения данных

Данные в таблице воспринимаются по-разному в зависимости от масштаба отображения рабочей области (т. е. области ячеек). В ленточной версии приложения Excel предусмотрен весьма удобный способ установки нужного масштаба: в строке состояния находится специальная полоса с ползунком для выбора масштаба отображения. Рядом с полосой помещено функциональное текстовое поле (индикатор масштаба), в котором отображается установленный пользователем масштаб отображения (по умолчанию значение равно **100%**). Полоса установки масштаба показана на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Полоса установки масштаба

Перемещая ползунок, выбираем приемлемый масштаб отображения данных. Кроме непосредственного перетаскивания ползунка, можно щелкать мышью на пиктограммах с изображением знаков "плюс" и "минус". В этом случае на каждый щелчок масштаб соответственно увеличивается и уменьшается дискретно с шагом 10%. На рис. 1.2 показано рабочее окно приложения Excel в режиме отображения данных в ячейках с масштабом **50%**.

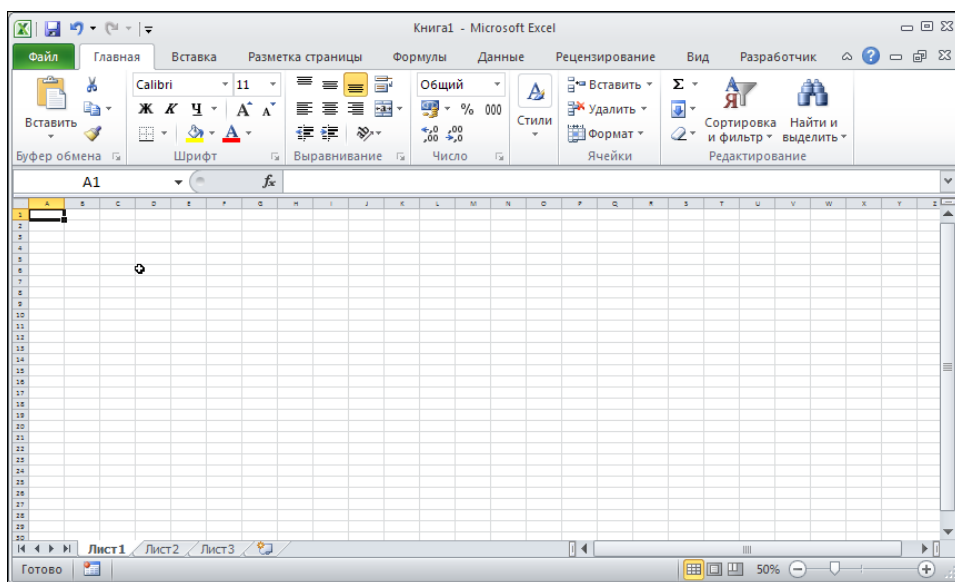


Рис. 1.2. Установлен масштаб отображения 50%

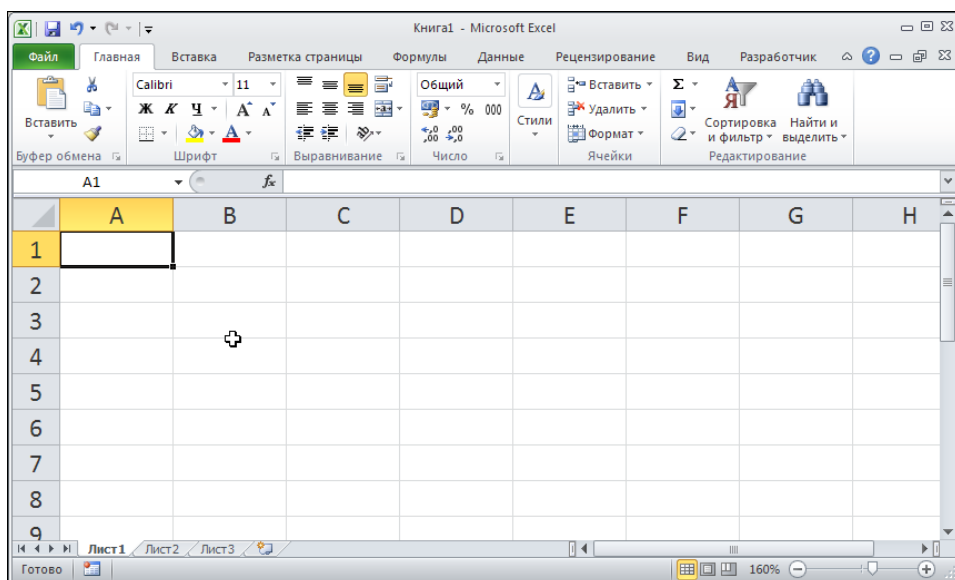


Рис. 1.3. Установлен масштаб отображения 160%

Для сравнения на рис. 1.3 показано окно приложения для случая, когда масштаб отображения равен 160%.

Причем приведенные ситуации не являются граничными. Можно устанавливать масштаб отображения данных в диапазоне от 10 до 400%. Окно при наибольшем масштабе отображения показано на рис. 1.4.

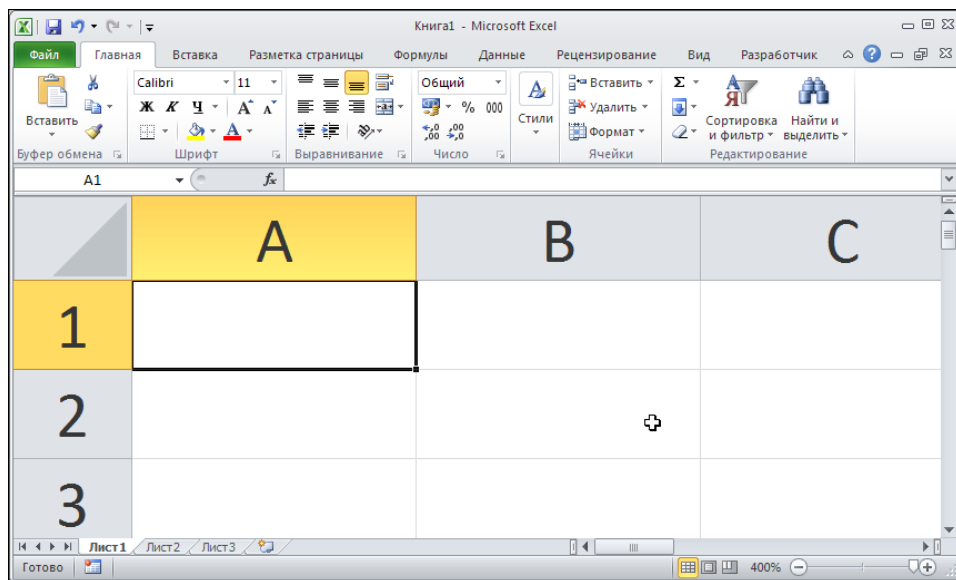


Рис. 1.4. Установлен масштаб отображения 400%

Обычно режим больших масштабов применяют при вводе или редактировании формул. Малые масштабы полезны в тех случаях, когда документ содержит большой объем данных и существует необходимость просмотреть и оценить документ в целом.

Описанный способ изменения масштаба далеко не единственный. В частности, если щелкнуть на поле с указанием масштаба, которое находится слева от полосы установки масштаба, откроется диалоговое окно выбора масштаба **Масштаб** (рис. 1.5).

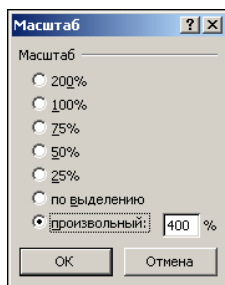


Рис. 1.5. Окно выбора масштаба

Окно содержит переключатель на несколько положений с predetermined масштабами. Кроме того, если установить переключатель в положение **по выделению**, масштаб будет подобран таким образом, чтобы предварительно выделенная область полностью отображалась в окне. На рис. 1.6 проиллюстрирован результат выполнения следующих действий: при масштабе **400%** выделен диапазон ячеек **A1:F16**, после чего выполнен щелчок мышью на поле значения масштаба и в диалоговом окне **Масштаб** переключатель установлен в положение **по выделению**.

Наконец, если переключатель в диалоговом окне **Масштаб** установлен в положение **произвольный**, пользователь может сам ввести значение для масштаба отображения данных (см. рис. 1.5).

Следует также иметь в виду, что в одной рабочей книге для разных листов можно устанавливать различные масштабы. Другими словами, изменения масштаба действительны в пределах того рабочего листа, в котором они выполнялись.

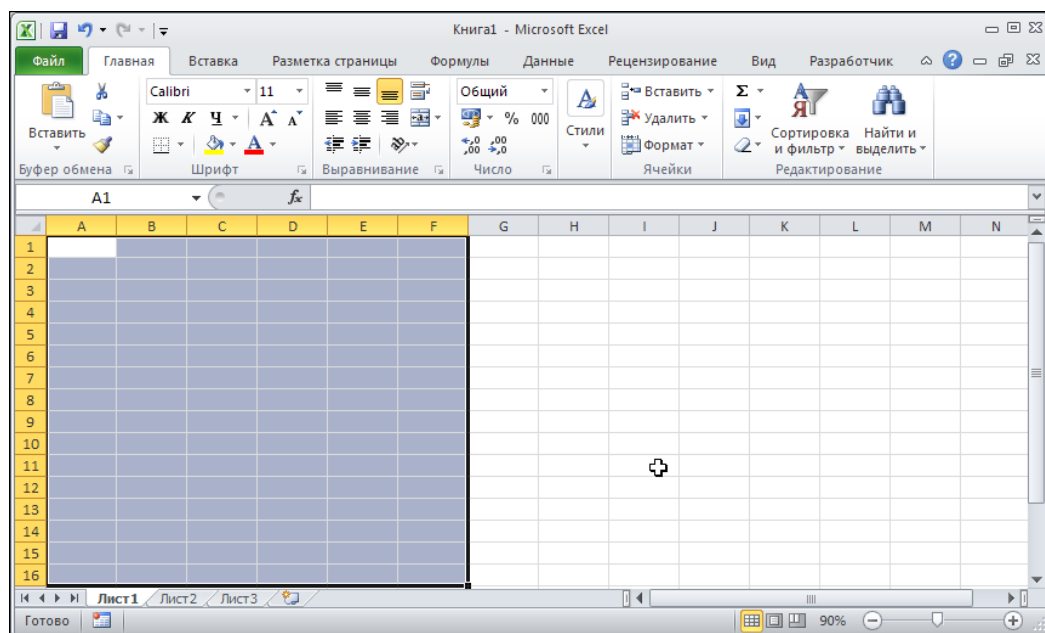


Рис. 1.6. Масштаб подобран так, чтобы полностью отображалась выделенная область

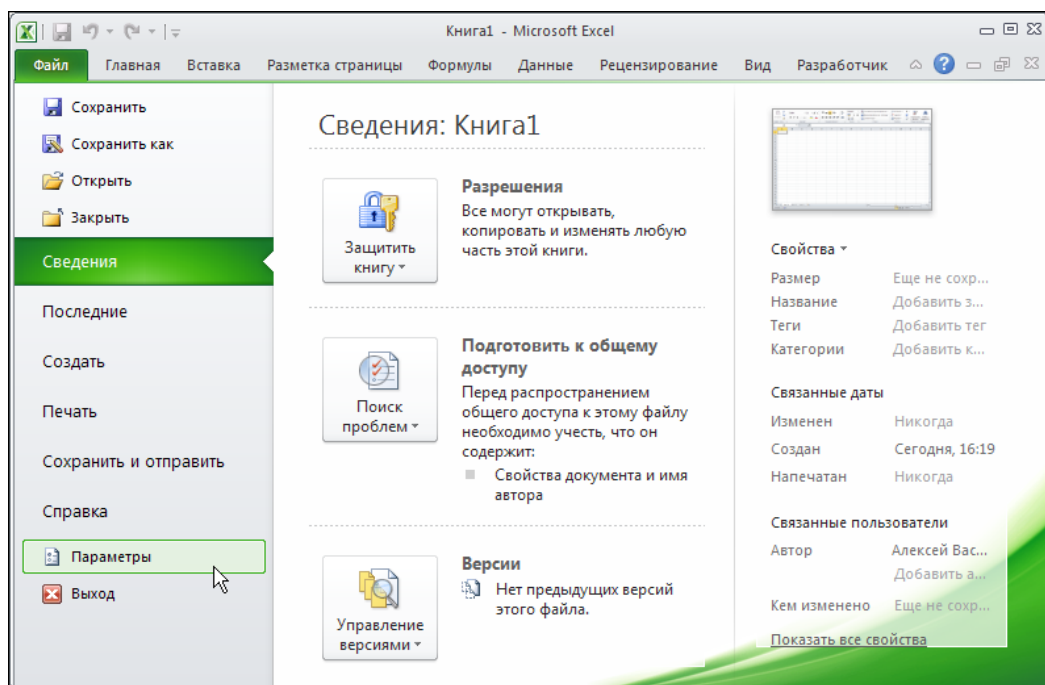


Рис. 1.7. На вкладке **Файл** выбран пункт **Параметры**

Индикатор масштаба и ползунок выбора масштаба отображаются по умолчанию. Для изменения этих настроек необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши в строке состояния (самая нижняя полоса рабочего окна приложения) и в раскрывшемся контекстном меню установить/отменить опции **Масштаб** (отображение/скрытие индикатора масштаба) и **Ползунок масштаба** (отображение/скрытие ползунка выбора масштаба). Эти настройки применяются ко всем рабочим листам и книгам.

Еще одна возможность изменения масштаба отображения данных связана с изменениями настроек системы. В частности, на вкладке **Файл** следует выбрать пункт **Параметры** (рис. 1.7).

В результате откроется диалоговое окно **Параметры Excel**. В этом окне переходим к разделу **Дополнительно** и в разделе **Параметры правки** устанавливаем флажок опции **Панорамирование с помощью IntelliMouse** (рис. 1.8).

После этого приложение переходит в режим, при котором прокрутка колеса мыши будет соответствовать изменению масштаба отображения данных в рабочем окне. Пожалуй, это самый быстрый и удобный способ изменять масштаб отображения данных. Однако следует помнить, что в этом режиме с помощью колеса мыши прокручивать документы уже не получится — за комфорт приходится платить. Более того, режим применяется не только ко всем рабочим листам, но и рабочим книгам. Какой режим удобнее — решать пользователю.

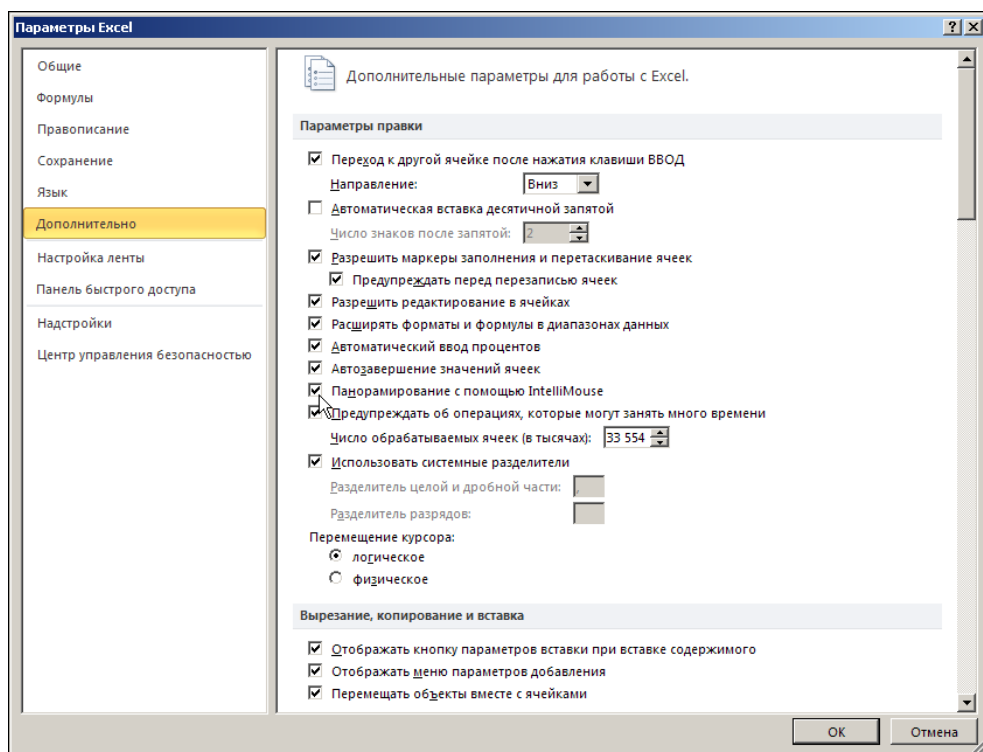


Рис. 1.8. Установлен флажок опции **Панорамирование с помощью IntelliMouse**

Пример 1.2. Вид с разбивкой на страницы

На экране компьютера и при выводе на печать одни и те же документы могут выглядеть совершенно по-разному. При работе с Excel эта проблема особенно актуальна, поскольку, как уже отмечалось, рабочая область по умолчанию на страницы не разбивается. Поэтому при вводе данных в ячейки рабочего листа не всегда легко предугадать, каким образом данные будут представлены и сгруппированы в напечатанном виде. Тем не менее, проблема это легко устраняется, причем устраняется несколькими способами. Здесь опишем наиболее простой и эффективный. Речь идет о переходе в режим разбивки рабочей области на страницы. Достаточно щелкнуть на специальной пиктограмме на строке состояния — центральная из трех пиктограмм слева от переключателя выбора масштаба (рис. 1.9).

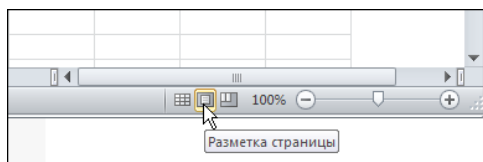


Рис. 1.9. Переход в режим отображения документа с разбивкой на страницы с помощью пиктограммы строки состояния

Иногда удобнее прибегнуть к помощи пиктограммы **Разметка страницы** группы **Режимы просмотра книги** вкладки **Вид** ленты приложения (рис. 1.10).

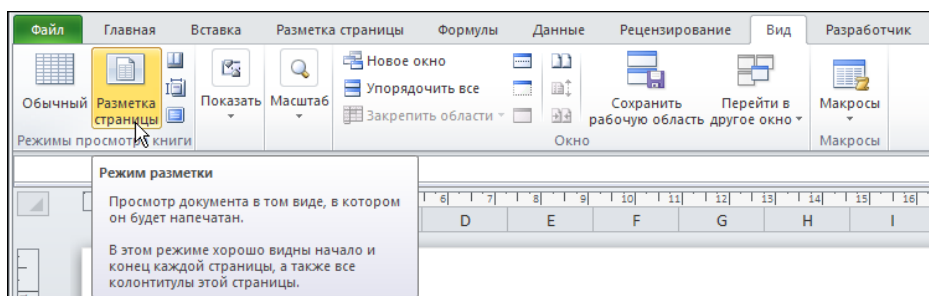


Рис. 1.10. Переход в режим отображения документа с разбивкой на страницы с помощью пиктограммы **Разметка страницы**

Однако как бы ни осуществлялся переход в режим предварительной разбивки документа на страницы, документ будет иметь вид, как на рис. 1.11.

В этом случае рабочее окно Excel напоминает окно текстового редактора (такого, например, как Word). Правда, в отличие от редактора, разбивка на страницы выполнена и по горизонтали, и по вертикали. Все страницы, не содержащие активную ячейку, неактивны. Они выделяются цветом и содержат специальную надпись, которая исчезает при активизации любой из ячеек на странице (рис. 1.12).

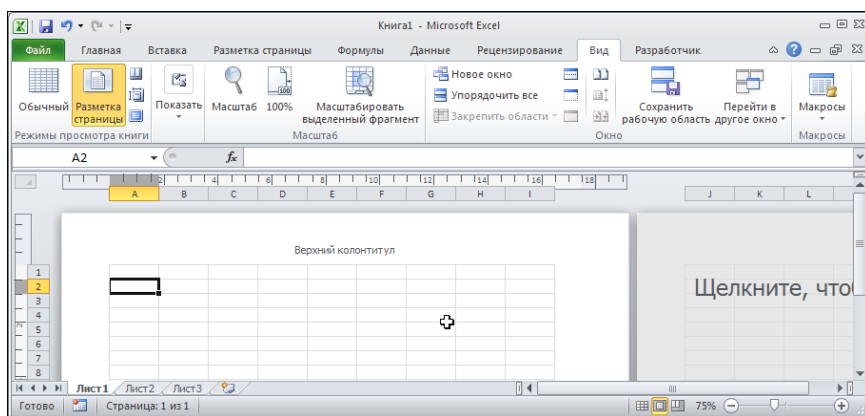


Рис. 1.11. Документ отображается в режиме разбивки на страницы

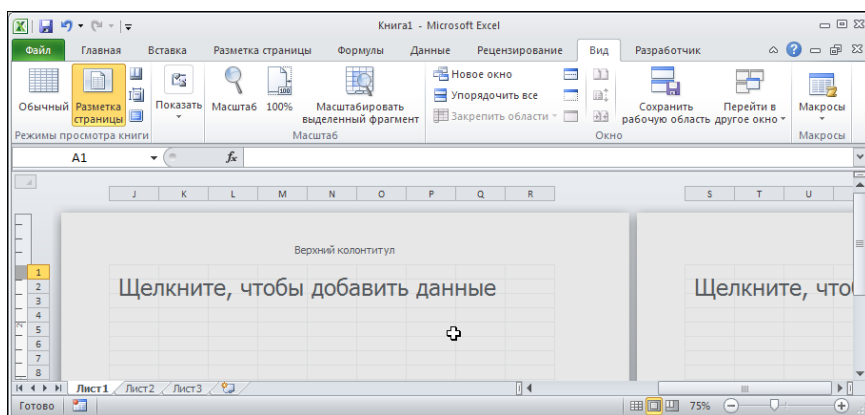


Рис. 1.12. Для ввода данных следует щелкнуть на неактивной странице

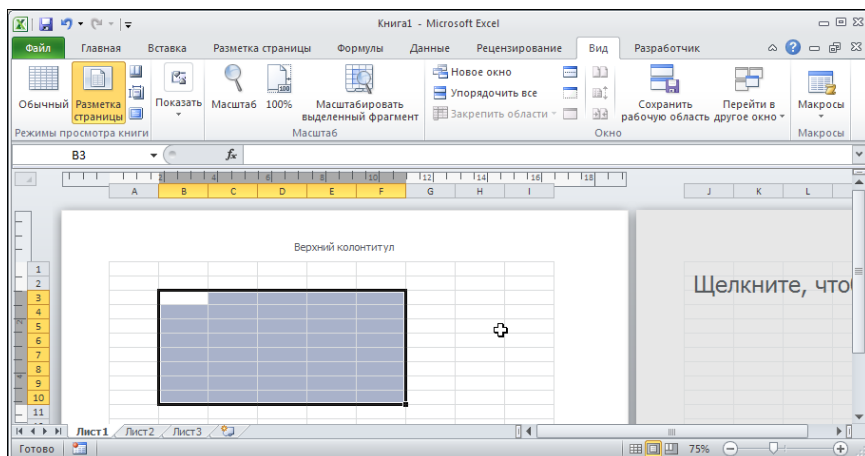


Рис. 1.13. По умолчанию помимо названий ячеек отображается еще и линейка

Как и в редакторе Word, в Excel в режиме отображения документа с разбивкой на страницы на границах рабочей области имеются вертикальная и горизонтальная линейки (рис. 1.13).

Это очень удобно, поскольку позволяет точнее соотносить элементы в рабочем документе с размерами печатного листа. Однако если есть необходимость или желание линейку с экрана убрать, следует отменить флажок опции **Линейка** группы **Показать** вкладки **Вид** ленты. Рабочее окно в режиме отображения с разбивкой на страницы, но уже без линейки, показано на рис. 1.14.

Чтобы вернуться в обычный режим, используемый системой по умолчанию, щелкаем на пиктограмме **Обычный** группы **Режимы просмотра книги** вкладки **Вид** ленты (рис. 1.15).

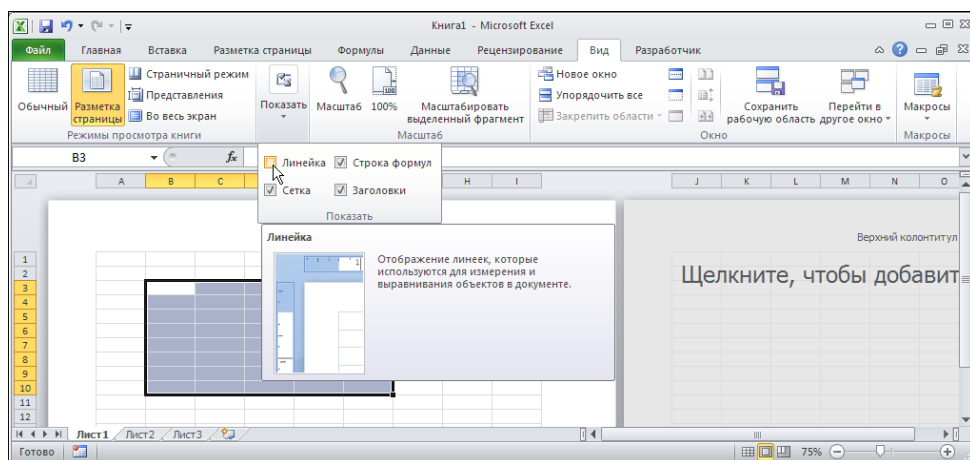


Рис. 1.14. Чтобы выйти из режима отображения линейки, необходимо убрать флажок опции **Линейка**

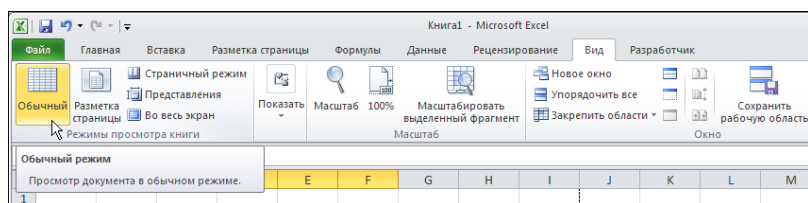


Рис. 1.15. Для перехода в нормальный режим можно воспользоваться пиктограммой **Обычный**

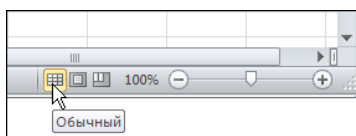


Рис. 1.16. Переход в нормальный режим можно выполнить с помощью пиктограммы строки состояния

Для перехода в обычный режим есть своя пиктограмма и в строке состояния (рис. 1.16).

Она размещена первой слева в ряду из трех пиктограмм, находящихся возле переключателя масштаба отображения. Для того чтобы эта, а также еще две другие пиктограммы режимов просмотра рабочей книги были доступны, необходимо, чтобы в контекстном меню строки состояния был установлен флажок опции **Ярлыки режимов просмотра**.

Пример 1.3. Панель быстрого доступа

В верхней части рабочего документа находится панель доступа — отголосок использовавшихся в предыдущих версиях Excel панелей инструментов (рис. 1.17).

По умолчанию панель содержит всего несколько пиктограмм, с помощью которых можно сохранить документ, отменить или повторить действие. Кроме этого, в правой части панели есть специальная метка в виде направленной вниз стрелки, щелчок на которой приводит к отображению раскрывающегося списка команд. Среди этих команд есть инструкция **Разместить под лентой** для перемещения панели быстрого доступа в область рабочего документа под лентой приложения. На рис. 1.18 в раскрывающемся списке выбрана именно эта команда.

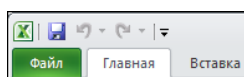


Рис. 1.17. Панель быстрого доступа

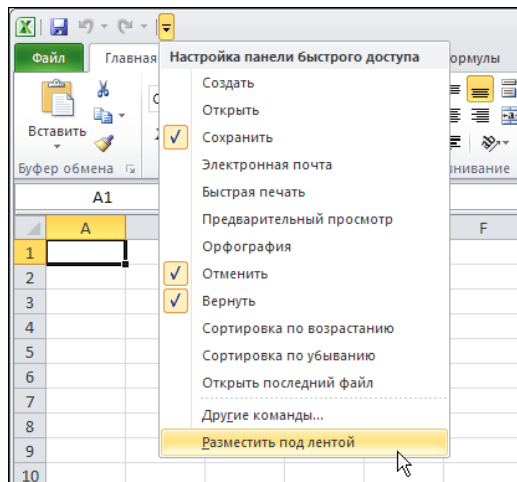


Рис. 1.18. В раскрывающемся списке выбрана команда перемещения панели быстрого доступа в область под лентой

В результате панель быстрого доступа опускается "с небес на землю" — она отображается сразу под лентой отдельной полосой, напоминающей добрую старую панель инструментов ранних версий Excel (рис. 1.19).

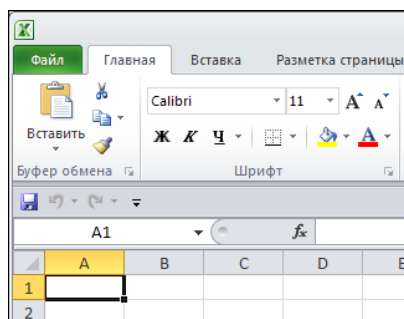


Рис. 1.19. Панель быстрого доступа размещена под лентой

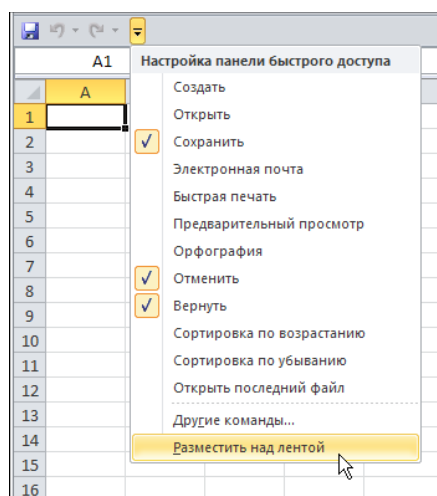


Рис. 1.20. В раскрывающемся списке выбрана команда перемещения панели быстрого доступа над лентой

Вернуть панель быстрого доступа на ее привычное место достаточно просто. Следует щелкнуть на метке в правом нижнем углу панели и в раскрывшемся списке выбрать команду **Разместить над лентой** (рис. 1.20).

Раскрывающийся список в начальной части содержит названия команд, поставив флажок у которых можно вывести для соответствующей команды пиктограмму на панель быстрого доступа. Команда **Другие команды** используется для добавления на панель быстрого доступа пиктограмм тех команд, которые не представлены в списке (рис. 1.21).

После выбора этой команды открывается диалоговое окно **Параметры Excel**, которое открыто в разделе **Панель быстрого доступа**. В этом случае окно имеет вид, как на рис. 1.22.

Основная рабочая область окна состоит из двух списков. В левой части отображаются пиктограммы и названия команд, доступные в Excel, а правая часть содержит список пиктограмм, размещенных на панели быстрого доступа. В верхней части левого списка есть раскрывающийся список **Выбрать команды из**, в нем выбирают категорию или вкладку, к которой принадлежат команды, пиктограммы которых добавляются на панель быстрого доступа. На рис. 1.23 в левом списке выбрана команда создания нового документа **Создать**, принадлежащая категории **Вкладка "Файл"**. Для добавления соответствующей пиктограммы на панель быстрого доступа необходимо щелкнуть кнопку **Добавить**.

После того как пиктограмма добавлена, она отображается в правом списке. Размещение пиктограммы на панели можно выбрать с помощью кнопок со стрелками: щелчок на каждой из кнопок приводит к относительному перемещению выделенной пиктограммы на одну позицию вверх или вниз (рис. 1.24).

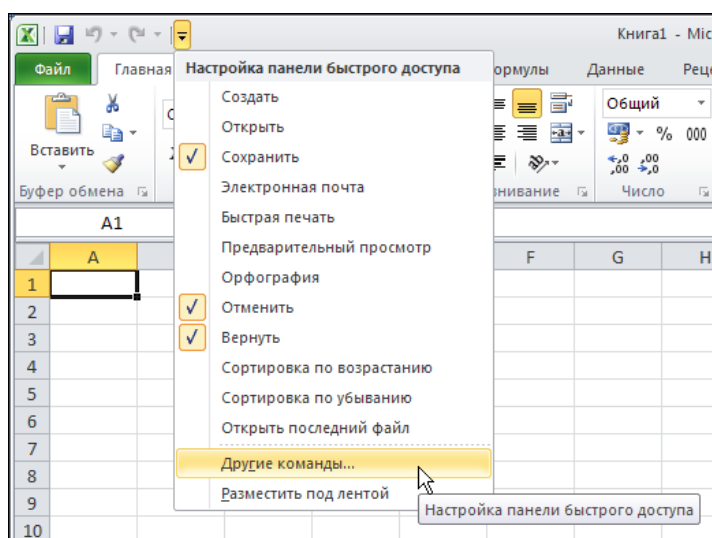


Рис. 1.21. В раскрывающемся списке выбрана команда настройки панели быстрого доступа

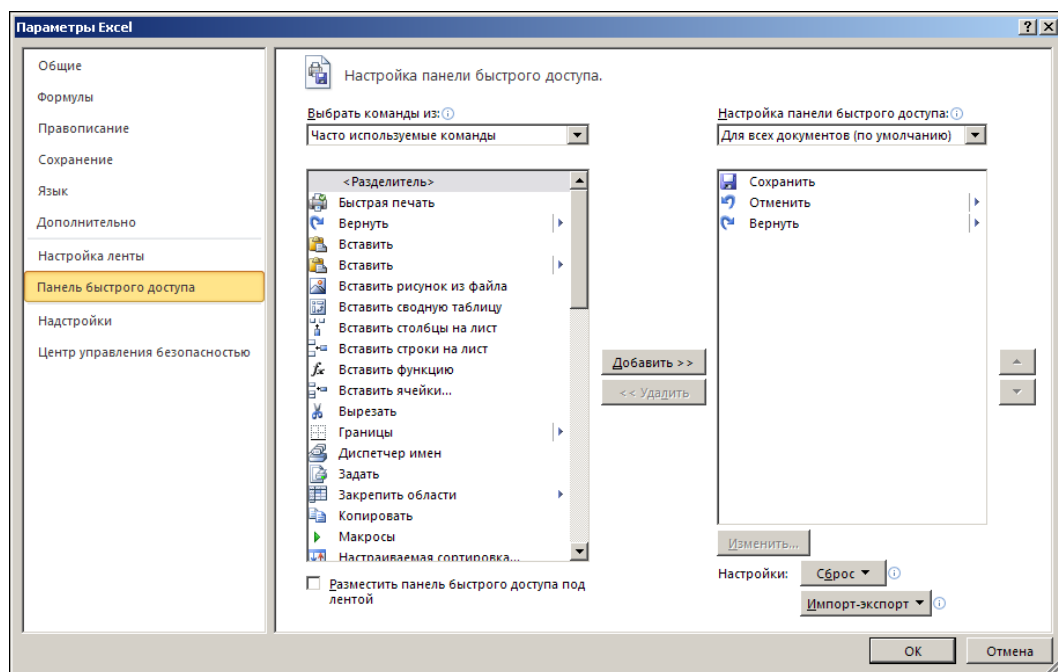


Рис. 1.22. Диалоговое окно **Параметры Excel** для настройки панели быстрого доступа открыто в разделе **Панель быстрого доступа**

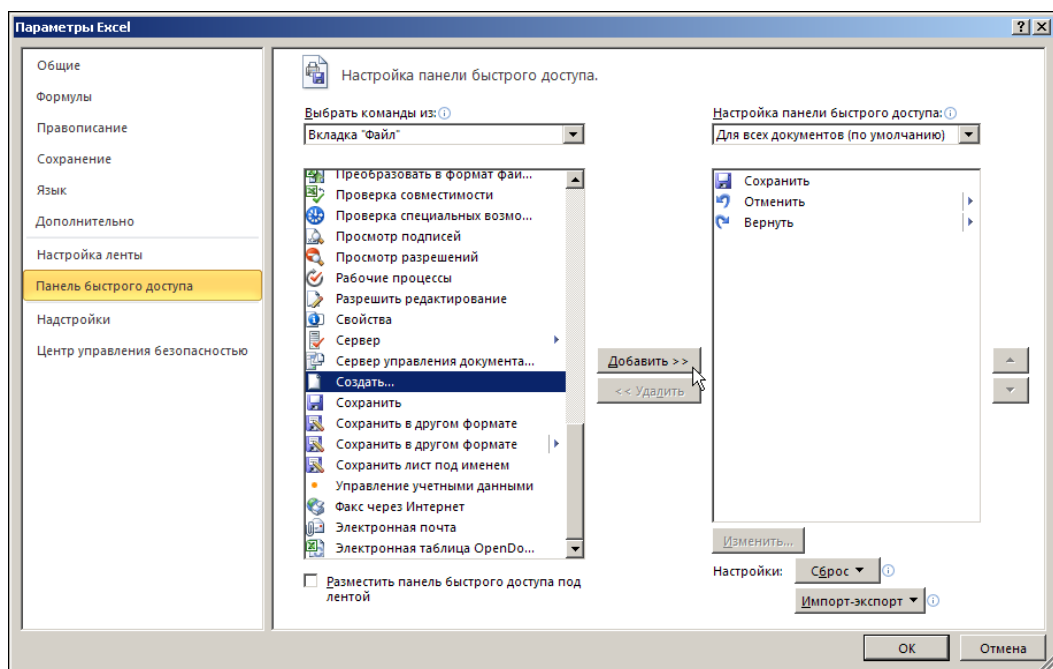


Рис. 1.23. Добавление пиктограммы создания нового документа на панель быстрого доступа

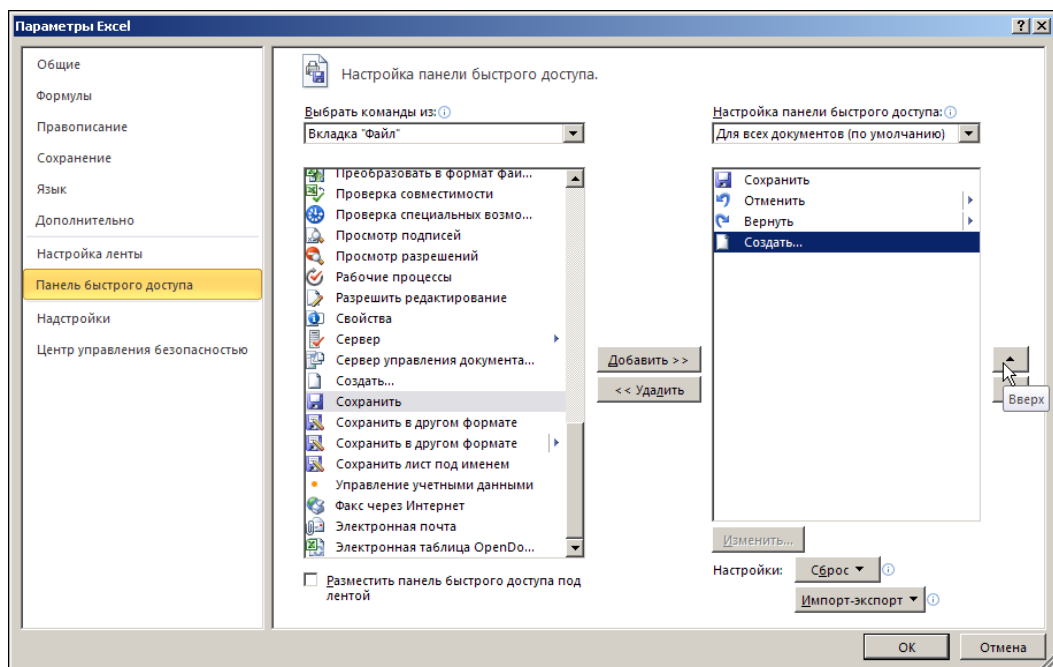


Рис. 1.24. Выбор положения добавленной на панель быстрого доступа пиктограммы

На рис. 1.25 показана ситуация, когда новая пиктограмма будет размещена на панели быстрого доступа второй слева, сразу после пиктограммы команды сохранения документа.

После применения новых настроек панель быстрого доступа будет выглядеть так, как показано на рис. 1.26.

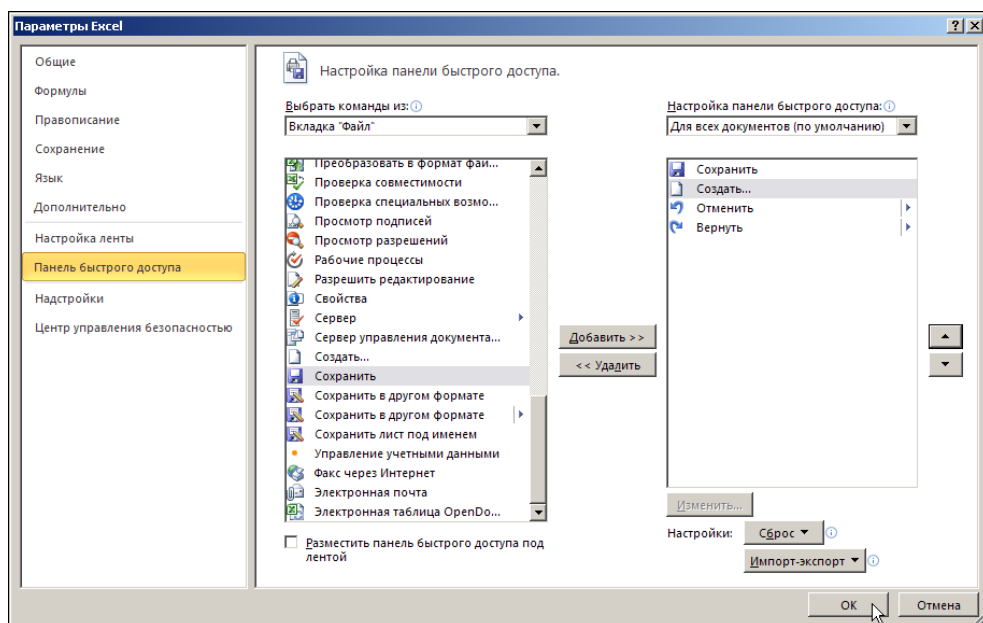


Рис. 1.25. Пиктограмма добавлена, место на панели для нее выбрано

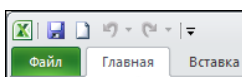


Рис. 1.26. На панель быстрого доступа добавлена пиктограмма создания нового документа

Чтобы удалить кнопку с панели быстрого доступа, переходим к окну **Параметры Excel** (его можно открыть и через вкладку **Файл**), выделяем в правом списке удаляемую пиктограмму и щелкаем кнопку **Удалить** (рис. 1.27).

Стоит обратить внимание, что в нижней части левого списка в окне **Параметры Excel** (раздел **Панель быстрого доступа**) имеется опция **Разместить панель быстрого доступа под лентой**, установив флажок которой можно переместить панель быстрого доступа под ленту. Кроме того, вносимые в настройки панели быстрого доступа изменения могут применяться только в пределах данного рабочего документа или использоваться для всех документов. Нужный режим выбирается в раскрывающемся списке **Настройка панели быстрого доступа**, расположенном в верхней части списка пиктограмм панели доступа. Кнопка **Сброс** используется

для восстановления настроек панели быстрого доступа по умолчанию, а кнопка **Изменить** активна в случае, если на панели есть пиктограмма для команды запуска макроса на выполнение. С помощью этой кнопки запускают утилиту редактирования соответствующей пиктограммы.

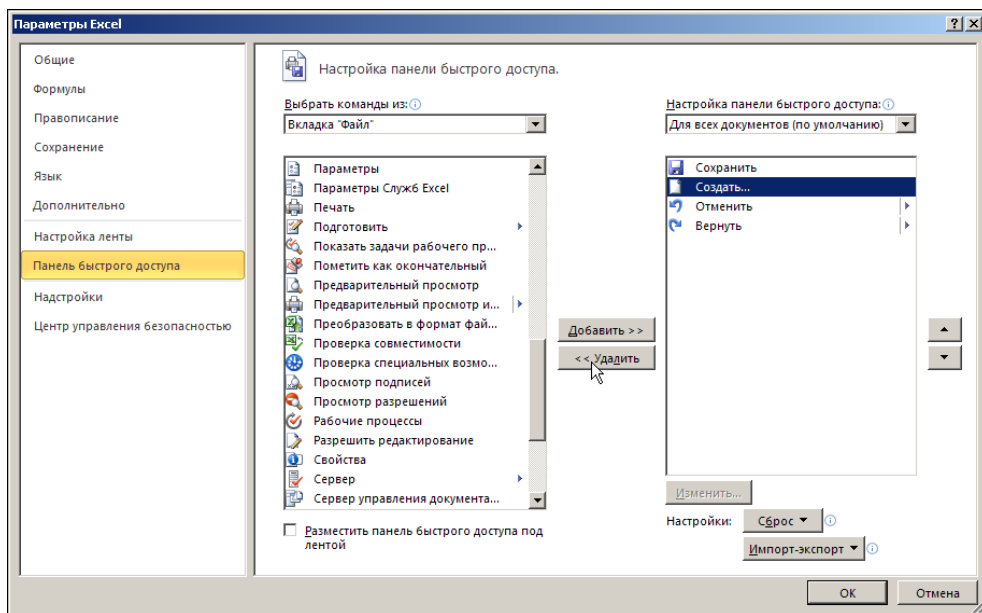


Рис. 1.27. Удаление пиктограммы с панели быстрого доступа

Пример 1.4. Поле имени

Рабочий лист Excel содержит огромное число ячеек. Если данных в документе немного и все они компактно размещены в левом верхнем углу документа, проблем с определением адреса активной на данный момент ячейки, как правило, не возникает. Тем не менее, часто бывает полезно, а иногда и просто необходимо быстро определять, какая ячейка активна. Полезные подсказки можно найти в *поле имени в строке формул*, которое находится по умолчанию сразу под лентой слева (рис. 1.28).

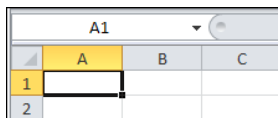


Рис. 1.28. Поле имени с адресом активной ячейки

В этом поле отображается адрес активной ячейки. На рис. 1.28 активной является ячейка **A1**, поэтому ее адрес выведен слева в углу над рабочей областью.

Однако помимо такой наглядной молчаливой полезности, поле имени является достаточно функциональным элементом интерфейса. Так, если ввести в поле имени адрес ячейки, то эта ячейка станет активной. На рис. 1.29 в поле имени вводится адрес ячейки **C2** (при активной ячейке **A1**).

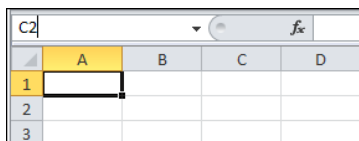


Рис. 1.29. В поле имени вводится адрес ячейки **C2**

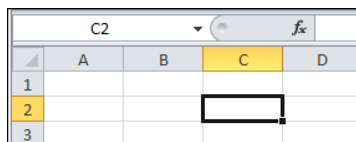


Рис. 1.30. Активна ячейка **C2**

После нажатия клавиши <Enter> активной становится ячейка **C2** (рис. 1.30).

Таким же образом обстоят дела с выделением диапазонов. На рис. 1.31 показано, как в поле имени вводится адрес диапазона ячеек **A2:D3**.

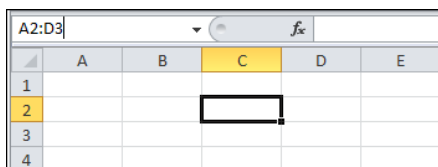


Рис. 1.31. В поле имени вводится адрес диапазона ячеек **A2:D3**

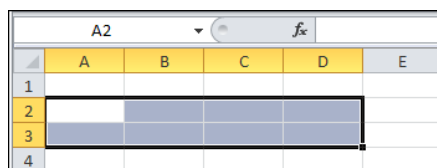


Рис. 1.32. Выделен диапазон ячеек **A2:D3**

Нажатие клавиши <Enter> приводит к выделению этого диапазона (рис. 1.32).

При этом в поле имени отображается адрес левой верхней ячейки диапазона. Оставим активным диапазон **A2:D3** и проделаем следующую процедуру: введем в поле имени слово **Диапазон** (рис. 1.33).

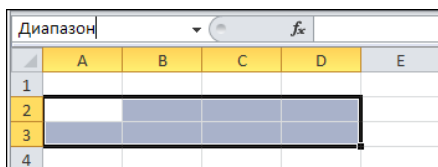


Рис. 1.33. В поле имени вводится имя **Диапазон** для выделенного диапазона ячеек **A2:D3**

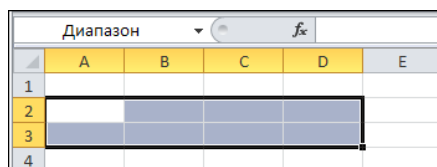


Рис. 1.34. При выделении диапазона ячеек **A2:D3** в поле имени отображается имя этого диапазона

После нажатия клавиши <Enter> диапазон **A2:D3** станет именованным, и, как не сложно догадаться, именем этого диапазона будет введенное в поле имени слово **Диапазон**. В последнем несложно убедиться. Достаточно выделить диапазон ячеек

A2:D3. В поле имени вместо адреса левой верхней ячейки диапазона будет отображено его имя (рис. 1.34).

Имена можно присваивать и ячейкам. На рис. 1.35 при активной ячейке **B2** в поле имени вводится имя **Ячейка**.

При выделении ячейки в поле имени отображается ее имя, если оно у ячейки есть (рис. 1.36).

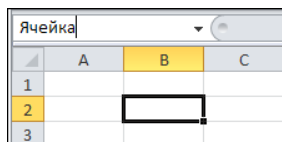


Рис. 1.35. В поле имени вводится имя **Ячейка** для ячейки **B2**

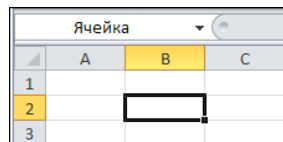


Рис. 1.36. При выделении ячейки **B2** в поле имени отображается ее имя

Более того, если щелкнуть на пиктограмме со стрелкой в правой части поля названий, раскроется список именованных ячеек и диапазонов (рис. 1.37).

Выбрав имя из списка, выполняем переход к соответствующей ячейке или диапазону (рис. 1.38).

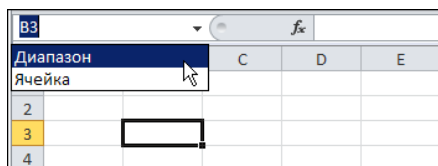


Рис. 1.37. При щелчке на пиктограмме со стрелкой в правой части поля имени раскрывается список именованных ячеек и диапазонов

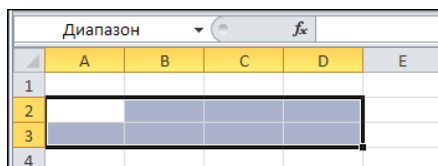


Рис. 1.38. Если в поле имени указать имя диапазона или ячейки, они будут выделены

Для перехода к именованным ячейкам и диапазонам можно имя вводить в поле имени точно так же, как ранее вводился адрес. Если имя уже существует, соответствующая область будет выделена. В противном случае введенное имя будет присвоено активной на данный момент ячейке или диапазону ячеек. Описанный выше способ именования ячеек и диапазонов не является единственным. Кроме того, в Excel собственные имена можно давать даже формулам.

Пример 1.5. Строка формул

Справа от поля имени располагается строка формул. Это большое белое поле, помеченное слева пиктограммой с изображением функции (рис. 1.39).

Поле имени и строка формул размещены на одной панели.

Если в поле имени содержится адрес или имя активной ячейки, то в строке формул отображается значение активной ячейки или формула, по которой это значение

вычисляется. На рис. 1.40 активна ячейка **B2** с числовым значением. В строке формул при этом можно наблюдать то же значение.

Однако далеко не всегда отображаемые в ячейке и строке формул значения совпадают. На рис. 1.41 четко видно такое различие.

Ячейка содержит отображаемое значение, вид и форма которого в основном определяются настройками форматирования. В строке формул приводится точное значение (или формула). На рис. 1.42 значение в ячейке **C2** вычислено по формуле **=SIN(B2)**. В самой ячейке приведен числовой результат, а в строке формул — формула, по которой этот результат был вычислен.

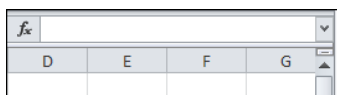


Рис. 1.39. Строка формул

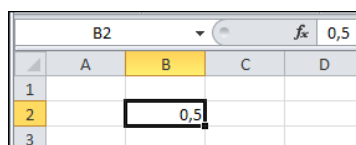


Рис. 1.40. Числовое значение ячейки отображается в ячейке и строке формул

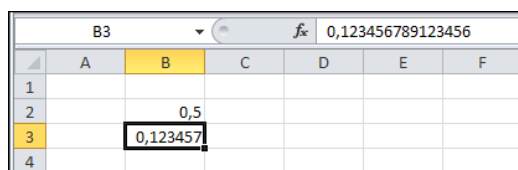


Рис. 1.41. Отображаемое и реальное значения не всегда совпадают

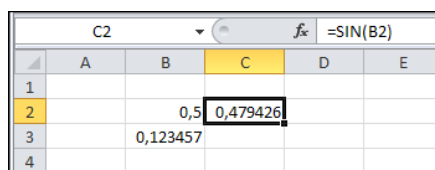


Рис. 1.42. В ячейке отображается значение, а в строке формул — формула

Значения можно вводить не только непосредственно в ячейку, но и в строку формул. Часто приходится использовать большие формулы, которые занимают достаточно много места. В этом случае в строку формул ввод можно осуществлять в режиме разбивки на строки. Для удобства разумно щелкнуть на пиктограмме со стрелкой в правой части строки формул, в результате чего область поля ввода существенно увеличится по высоте (рис. 1.43).

В процессе ввода переход к следующей строке осуществляется нажатием комбинации клавиш **<Alt>+<Enter>** (обращаем внимание читателя, что в Excel клавиша **<Enter>** для разбивки на строки в данном случае использована быть не может). Завершение ввода подтверждается нажатием клавиши **<Enter>**. На рис. 1.44 значение в ячейке **C3** вычисляется по формуле **=SIN(B3)-COS(B3)**, которая вводится в строку формул в две строки.

Если свернуть строку формул (следует щелкнуть все на той же пиктограмме со стрелкой в правой части поля), высота строки формул вернется к исходному значению, однако если формула введена в режиме разбивки на строки, целиком в строке формул она отображена не будет. Для просмотра различных строк формулы используют кнопки прокрутки, размещенные слева от пиктограммы изменения высоты строки формул (рис. 1.45).

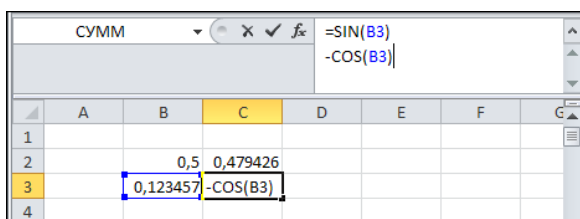


Рис. 1.43. Ввод формулы в строку формул в несколько строк

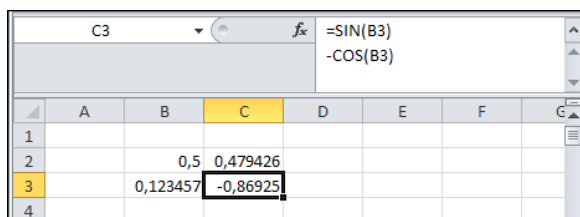


Рис. 1.44. Строка формул в развернутом виде

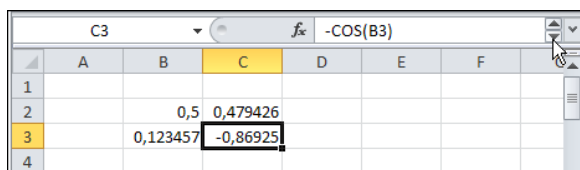


Рис. 1.45. Просмотр формулы в строке формул с помощью кнопок прокрутки

Удобной является и пиктограмма с изображением функции в левой части поля формул. Щелчок на ней приводит к активизации утилиты вставки функции (рис. 1.46).

Причем знак равенства перед вводом формулы добавляется автоматически.

Панель со строкой формул и полем имени отображается в рабочем окне по умолчанию. Отменить режим отображения всей панели можно, убрав флажок опции **Строка формул** в группе **Показать** вкладки **Вид** ленты приложения. На рис. 1.47 показано, какой вид будет иметь рабочее окно без строки формул.

Правда, целесообразность такого шага находится под большим вопросом.

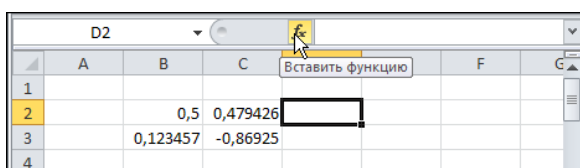


Рис. 1.46. Щелчок на пиктограмме строки формул активизирует утилиту вставки функции

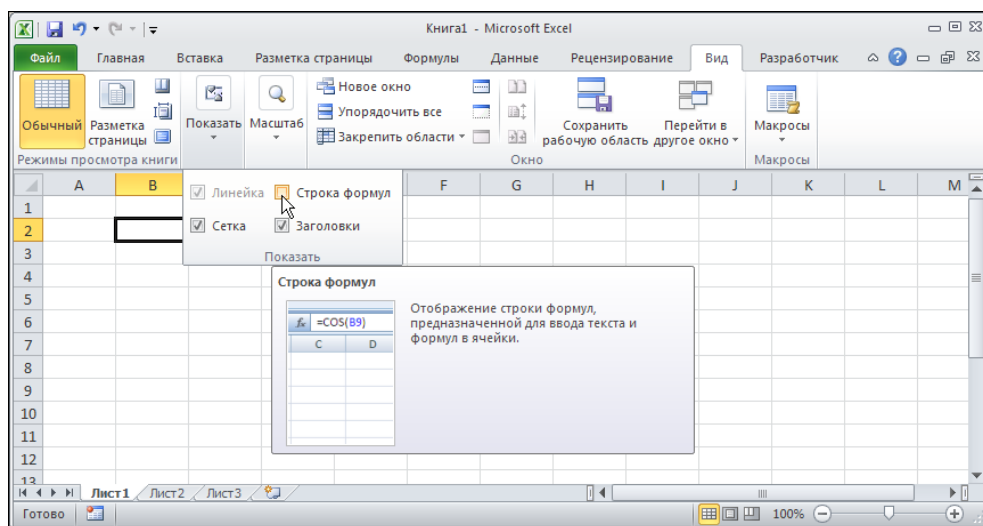


Рис. 1.47. Опция **Строка формул** отвечает за отображение строки формул

Пример 1.6. Строка состояния

Строка состояния размещена в нижней части рабочего окна приложения Excel, и на первый взгляд может показаться, что это в основном декоративный элемент. Тем не менее, в Excel строка состояния является эффективным и исключительно функциональным элементом интерфейса, умелое использование которого значительно повышает производительность и облегчает процесс обработки данных. На рис. 1.48 показано, как может выглядеть стандартная строка состояния приложения Excel.



Рис. 1.48. Строка состояния

Пиктограммы и элементы управления правой части строки состояния уже описывались ранее (за исключением, пожалуй, пиктограммы перехода в режим отображения линий разбивки на страницы, но это будет сделано позже). В левой части строки состояния имеется индикатор, в котором в случае готовности документа к работе (вводу и редактированию данных пользователем) выведено сообщение "Готово". Далее следует пиктограмма перехода в режим записи макроса. Этот элемент описывается в *части V*, посвященной программированию в VBA. По большому счету, если в рабочем документе выделена пустая ячейка, этим исчерпываются отображаемые по умолчанию в строке состояния элементы, индикаторы и пиктограммы. Однако расширить функциональность строки состояния можно с помощью специальных настроек.

Чтобы настроить строку состояния, щелкаем на ней правой кнопкой мыши, в результате чего открывается список **Настройка строки состояния** (рис. 1.49).

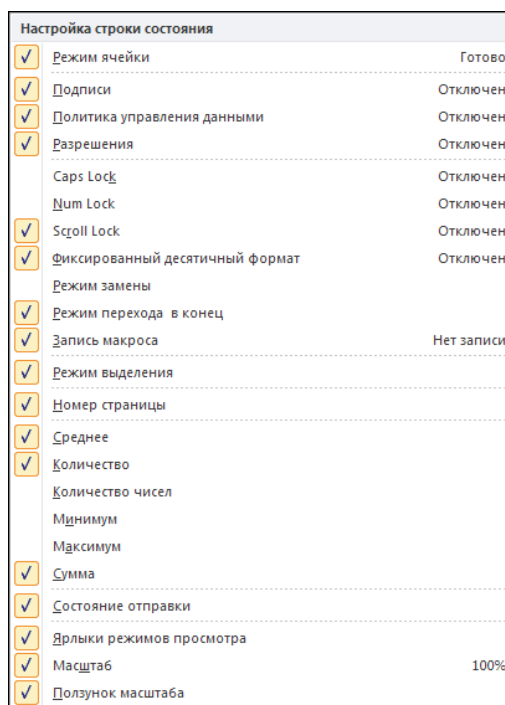


Рис. 1.49. Список настройки строки состояния

Список содержит ряд позиций. Устанавливая или сбрасывая флажки, в строке состояния можно добавлять или удалять индикаторы и пиктограммы. Для некоторых позиций списка, соответствующих индикаторам режимов, в правой части отображается текущее состояние (значение). В частности, чтобы при переходе в режим ввода прописных букв об этом в строке состояния появлялось сообщение, следует установить флажок возле позиции **Caps Lock**. При этом строка состояния будет выглядеть так, как показано на рис. 1.50.



Рис. 1.50. В строке состояния при включенном режиме ввода прописных букв появляется соответствующая индикация

Упомянутая выше пиктограмма записи макроса отображается в строке состояния при наличии флажка у позиции **Запись макроса**. Как отмечалось выше, группа пиктограмм переключения вида соответствует позиции **Ярлыки режимов просмотра**, а позиции **Масштаб** и **Ползунок масштаба** предназначены для отображения пиктограммы и полосы (с ползунком) выбора масштаба.

Достаточно интересен третий снизу раздел в списке **Настройка строки состояния** (см. рис. 1.49). В частности, если установить флажки у позиций **Среднее** (вычисление среднего значения), **Количество** (количество непустых ячеек), **Минимум** (минимальное значение) и **Сумма** (сумма значений ячеек) и затем в рабочем докумен-

те выделить диапазон непустых ячеек, в строке состояния появятся четыре дополнительных сообщения (рис. 1.51).

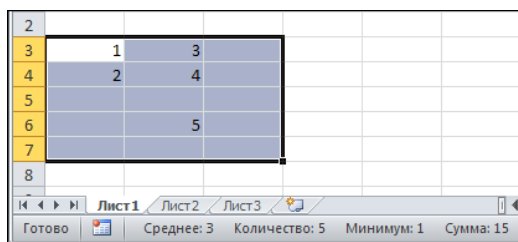


Рис. 1.51. Для выделенного диапазона ячеек автоматически вычисляется среднее значение, число непустых ячеек, минимальное значение и сумма значений в ячейках

Более конкретно: в выделенном диапазоне ячеек определяется количество непустых ячеек, и по этим ячейкам вычисляется среднее значение и общая сумма значений в непустых ячейках.

Количество вычисляемых параметров можно увеличить, если установить в списке настройки строки состояния флажки у позиций **Количество чисел** (количество непустых ячеек с числовыми значениями) и **Максимум** (максимальное из значений). Результат применения таких настроек проиллюстрирован на рис. 1.52.

Одна из ячеек содержит текстовое значение, поэтому общее число непустых ячеек на единицу меньше числа непустых ячеек с числовыми значениями. При вычислении среднего значения и суммы значений в ячейках ячейки с текстовыми значениями игнорируются.

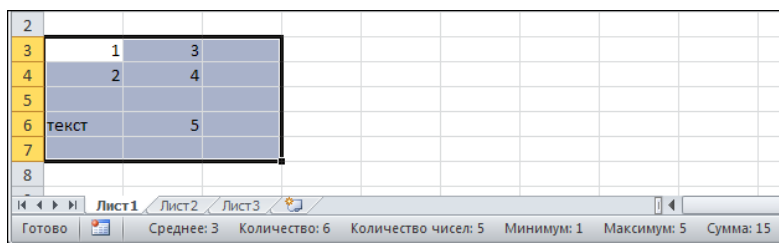


Рис. 1.52. Для выделенного диапазона ячеек автоматически вычисляется среднее значение, число непустых ячеек, число непустых ячеек с числовыми значениями, минимальное число, максимальное число и сумма значений в ячейках

Пример 1.7. Полноэкранный режим

Существует так называемый полноэкранный режим просмотра документа, при переходе в который рабочая область документа расширяется до размеров рабочей области экрана компьютера. Переход в полноэкранный режим осуществляется щелчком на пиктограмме с изображением полного экрана в группе **Режимы просмотра книги** вкладки **Вид** (рис. 1.53).

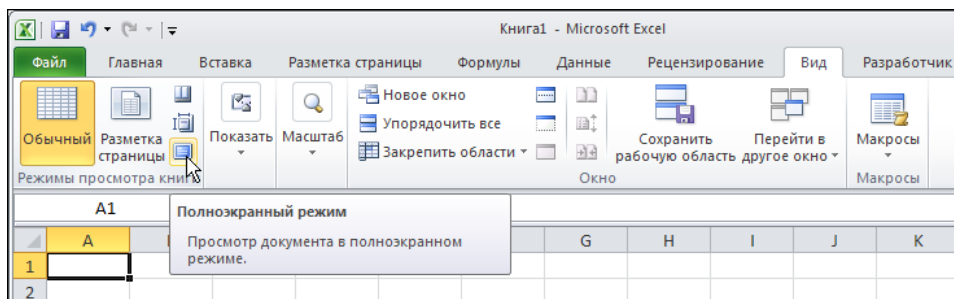


Рис. 1.53. Переход в полноэкранный режим

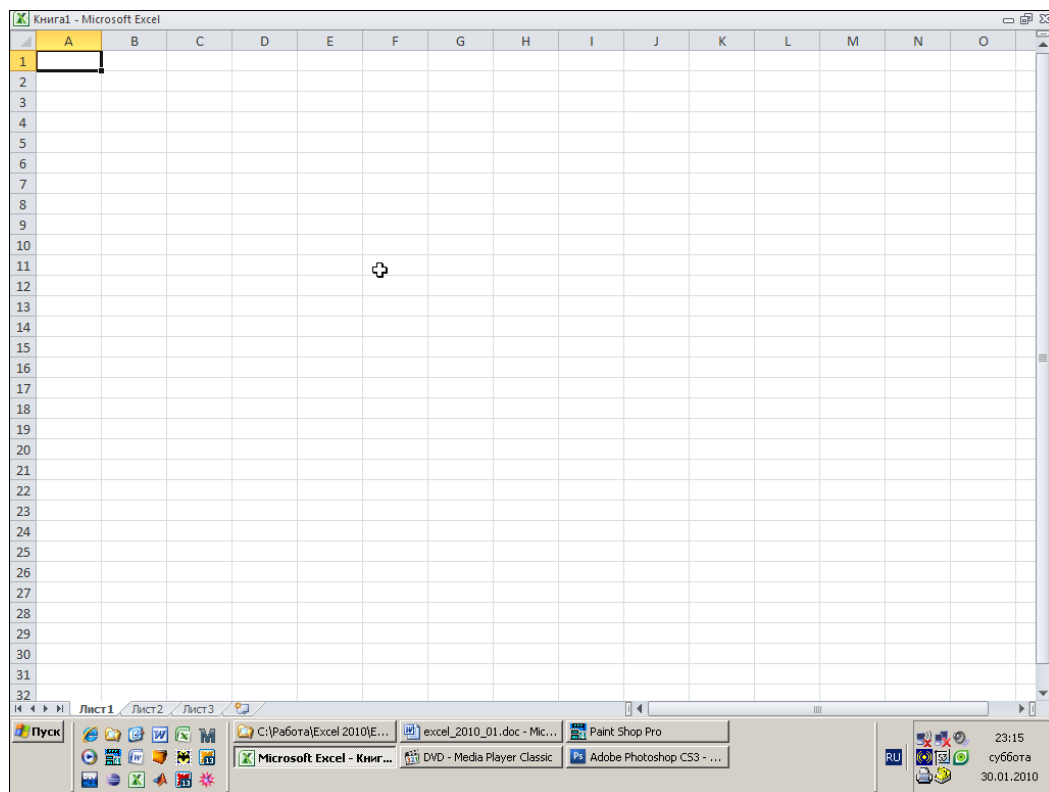


Рис. 1.54. Просмотр документа в полноэкранном режиме

После перехода в полноэкранный режим документ будет выглядеть так, как показано на рис. 1.54.

В этом режиме отображается только строка заголовка документа, а также поля индикации ячеек. Чтобы выйти из полноэкранного режима, достаточно нажать клавишу <Esc> или щелкнуть на центральной системной пиктограмме перехода в режим частично раскрытого окна в правой части строки заголовка документа.

Пример 1.8. Отображение сетки и полей индексации

Сетка таблицы представляется элементом интерфейса вполне естественным, поскольку именно она формирует представление пользователя о рабочем документе Excel как о таблице. Однако существует режим, в котором такая сетка не отображается. Обычно в этот режим переходят, если Excel используется в качестве текстового редактора, хотя причин может быть много. Перейти в режим отмены отображения сетки таблицы достаточно просто. Следует убрать флажок опции **Сетка** группы **Показать** вкладки **Вид** ленты приложения (рис. 1.55).

После перехода в режим отмены изображения сетки документ будет иметь вид, как на рис. 1.56.

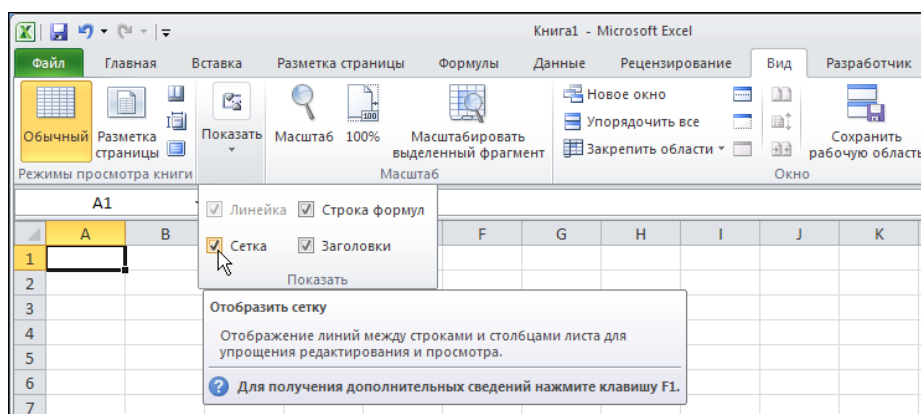


Рис. 1.55. Отмена режима отображения сетки таблицы

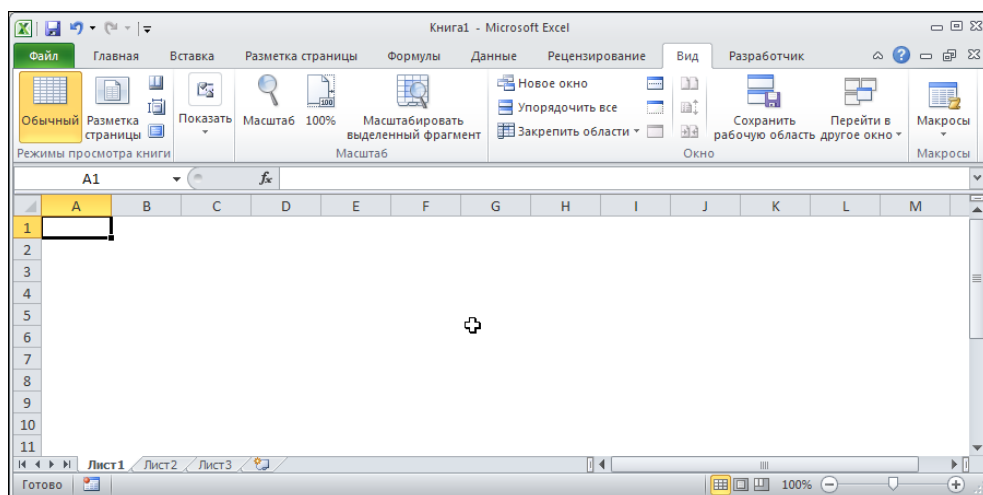


Рис. 1.56. Документ в режиме отмены отображения сетки таблицы

Разбивка рабочей области на ячейки остается в силе, однако линии сетки при этом не отображаются.

Рядом с опцией **Сетка** в списке команд группы **Показать** вкладки **Вид** находится опция **Заголовки** (рис. 1.57).

Если отменить флажок опции **Заголовки**, исчезнут поля индексации ячеек. Вид документа в таком режиме (при установленной опции **Сетка**) показан на рис. 1.58.

Оба означенных режима применяются на уровне рабочего листа. Это означает, что если перейти в том же рабочем документе к другому листу, внесенные изменения в настройки вида применяться не будут.

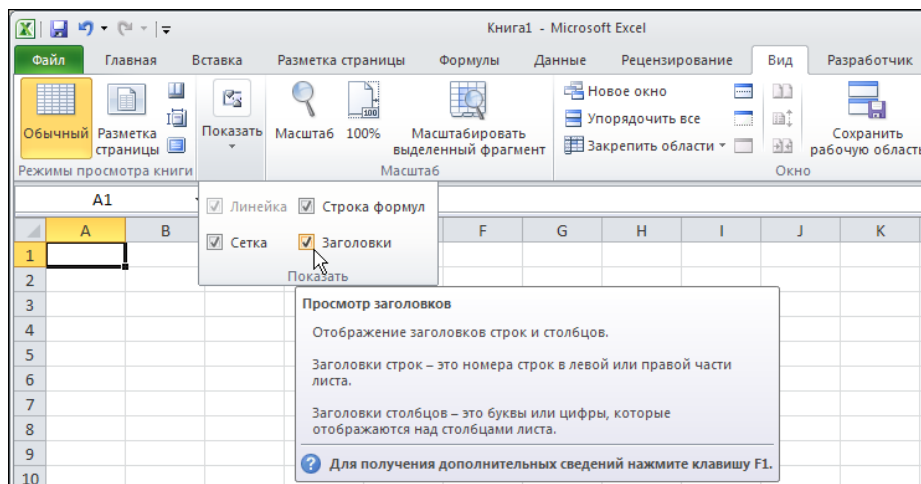


Рис. 1.57. Переход в режим отмены отображения полей индексации

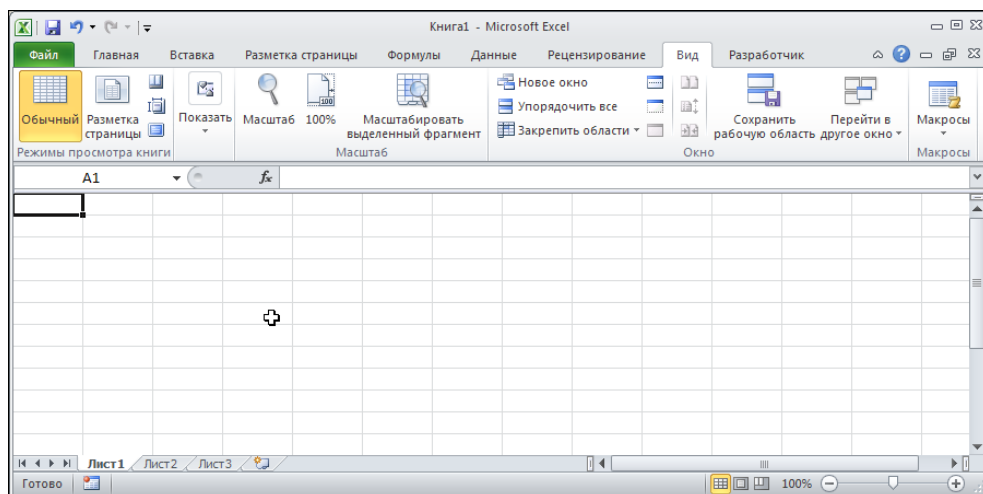


Рис. 1.58. Документ в режиме отмены отображения полей индексации

Пример 1.9. Использование окна настроек

Описанные ранее настройки вида можно выполнять с помощью утилит окна настроек приложения **Параметры Excel**. Для этого следует щелкнуть на вкладке **Файл** и выбрать в нем команду **Параметры** (см. рис. 1.7). В результате открывается окно настроек приложения **Параметры Excel**, которое имеет несколько разделов (оно уже упоминалось ранее, см. *пример 1.1* и 1.3). Раздел выбирается в списке в левой части окна. На рис. 1.59 окно **Параметры Excel** открыто в разделе **Общие**.

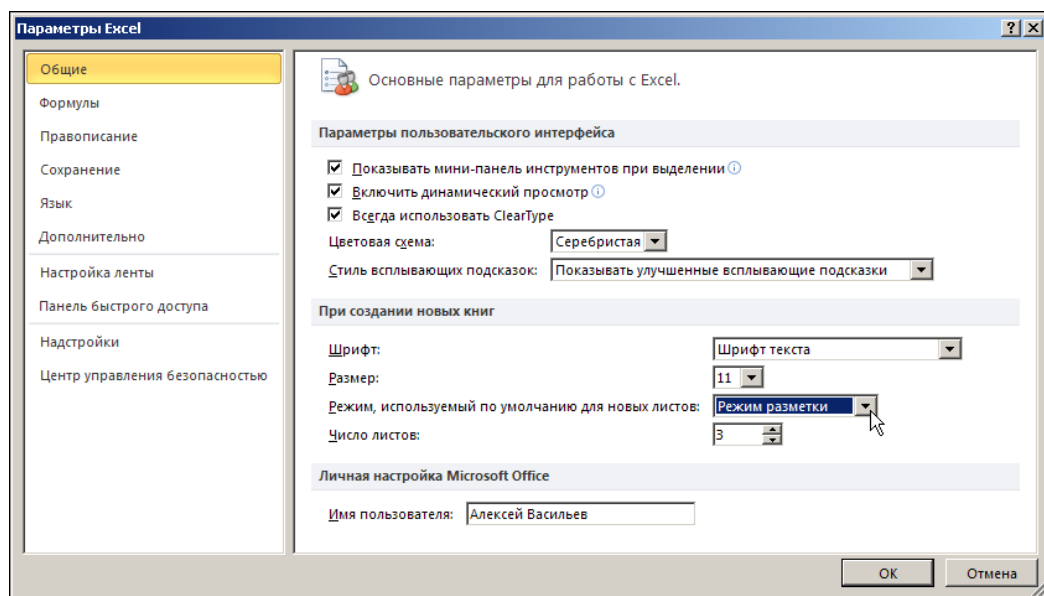


Рис. 1.59. Окно настроек **Параметры Excel** открыто в разделе **Общие**

В раскрывающемся списке **Режим, используемый по умолчанию для новых листов** можно задать режим, в котором будут отображаться рабочие листы вновь создаваемых документов Excel. В данном случае устанавливаем значение **Режим разметки**, что соответствует режиму предварительной разбивки на страницы (см. рис. 1.59).

Раздел **Дополнительно** окна **Параметры Excel** содержит достаточно большое количество опций. Обратим внимание на следующие: **Показывать строку формул** (отображение строки формул), **Показывать горизонтальную полосу прокрутки** (отображение горизонтальной полосы прокрутки), **Показывать вертикальную полосу прокрутки** (отображение вертикальной полосы прокрутки), **Показывать ярлычки листов** (отображение корешков рабочих листов), **Показать заголовки строк и столбцов** (отображение полей индексации ячеек) и **Показывать сетку** (отображение сетки). Открытое в разделе **Дополнительно** окно **Параметры Excel** показано на рис. 1.60.

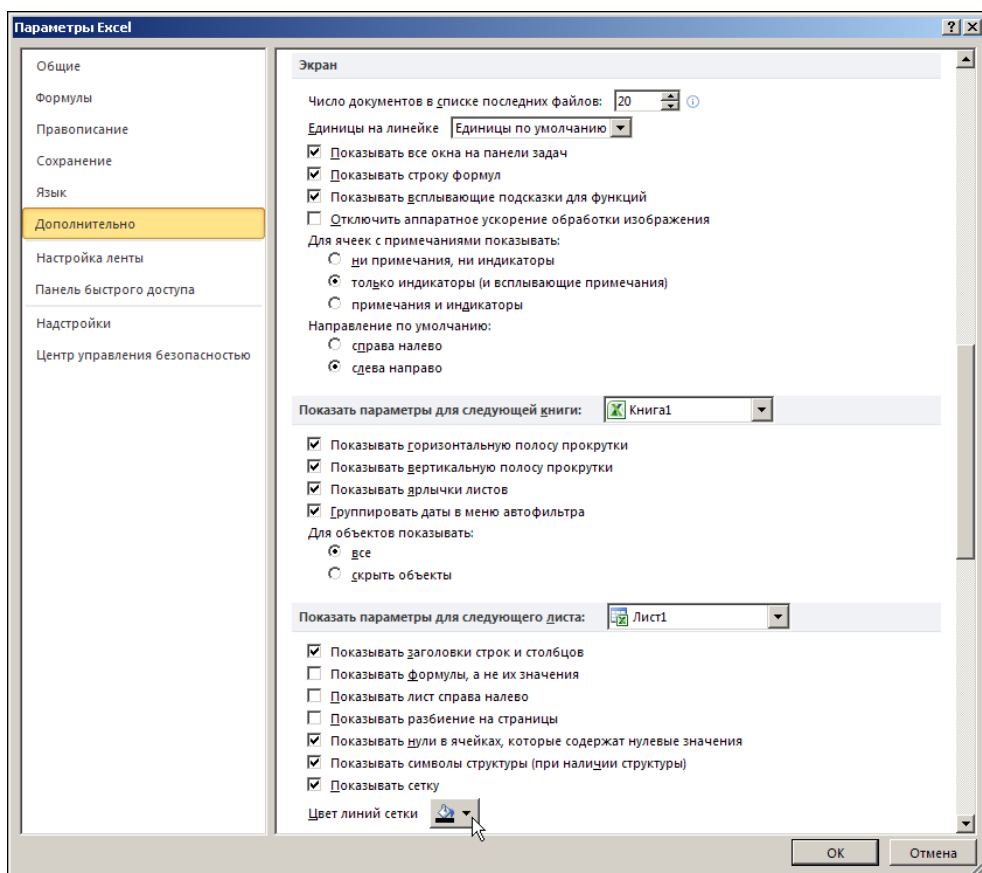


Рис. 1.60. Окно настроек **Параметры Excel** открыто в разделе **Дополнительно**

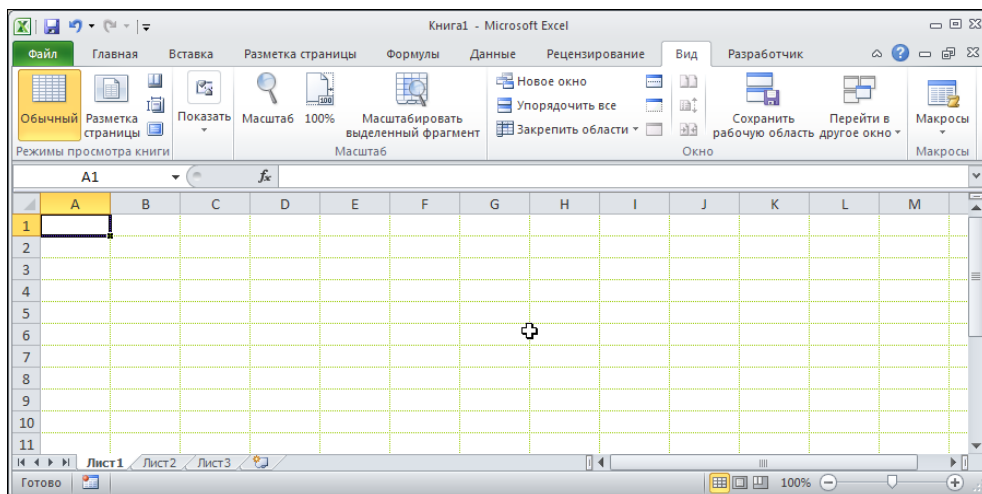


Рис. 1.61. Изменен цвет линий сетки

(на рис. 1.64 показано, как будет выглядеть рабочее окно приложения в режиме цветовой схемы **Черная**).

Какую цветовую схему использовать — дело вкуса пользователя. Во всяком случае, легкая экзотика работе с приложением не повредит.

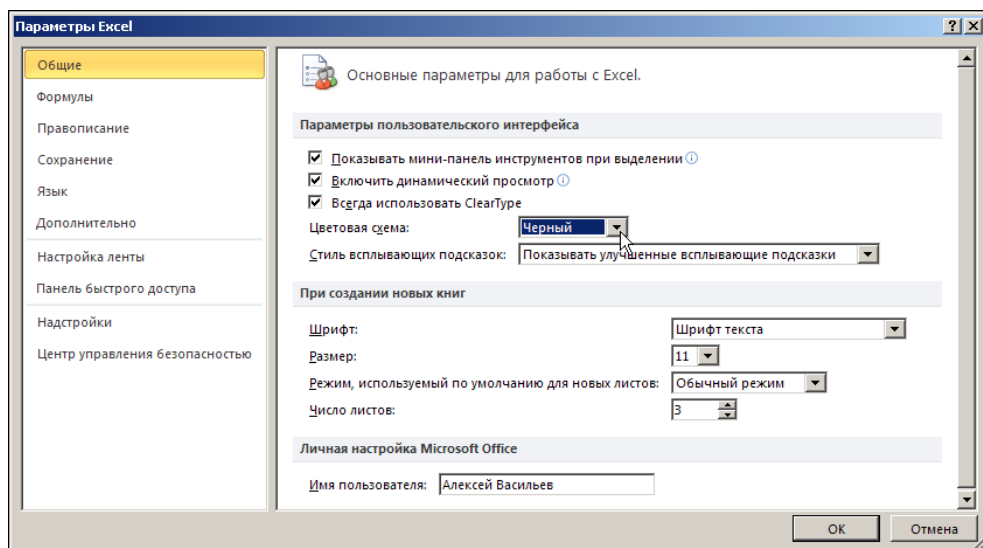


Рис. 1.63. Выбор цветовой схемы

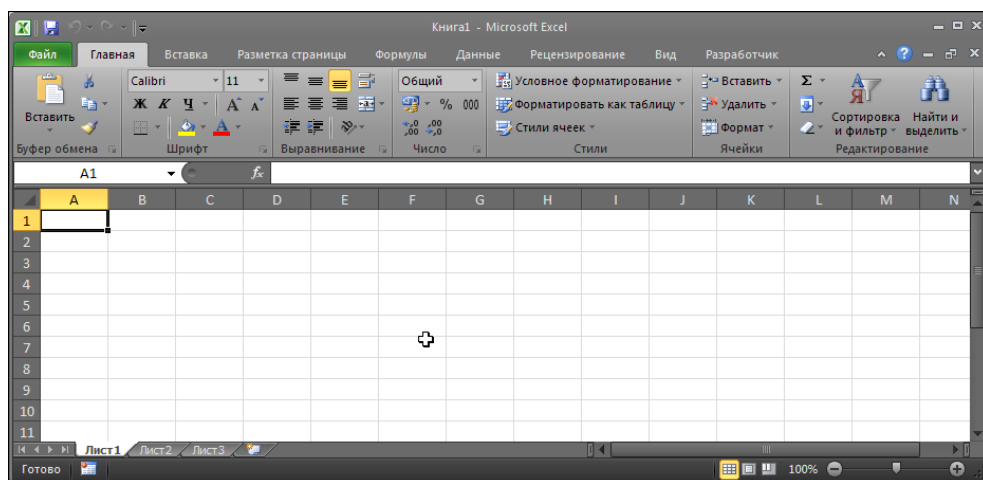


Рис. 1.64. Используется цветовая схема **Черная**

Глава 2



Лента

Основу интерфейса Excel 2010, как и более ранней версии Excel 2007, составляет сравнительно новый, достаточно элегантный и функциональный элемент — лента. В известном смысле лента — это симбиоз классической панели меню и панели инструментов. Лента имеет много общего как с меню, так и с панелями инструментов. Здесь рассмотрены некоторые особенности работы с этим все еще новым элементом интерфейса приложения Excel.

Пример 2.1. Вкладки ленты

Лента расположена в верхней части рабочего окна приложения и имеет вид, показанный на рис. 2.1.

Представленная здесь лента содержит восемь стандартных вкладок (**Главная**, **Вставка**, **Разметка страницы**, **Формулы**, **Данные**, **Рецензирование**, **Вид** и **Разработчик**), а также одну особую — это вкладка **Файл**, используемая для выполнения глобальных настроек системы. Каждая стандартная вкладка состоит из отдельных групп. В группах, в свою очередь, содержатся элементы управления. Некоторые из них играют роль кнопок, щелчок мышью на которых приводит к выполнению тех или иных действий и команд. Большое количество пиктограмм являются по своей сути аналогом меню. Щелчок на такой пиктограмме приводит к раскрытию списка команд или подменю. В группах и вкладках команды подобраны в основном тематически, хотя встречаются и исключения.

Содержимое вкладки **Главная** показано на рис. 2.1, а группы этой вкладки перечислены в табл. 2.1. Вкладка **Главная** используется в основном при работе с буфером обмена и выполнении форматирования.

Следующей после вкладки **Главная** является вкладка **Вставка** (рис. 2.2). Группы вкладки **Вставка** кратко описаны в табл. 2.2.

Вкладку часто используют при работе с графическими объектами, и, в первую очередь, она полезна при создании диаграмм. В Excel 2007 возможности работы с графическими объектами были качественно расширены, а в Excel 2010 многие существенно усовершенствованы.

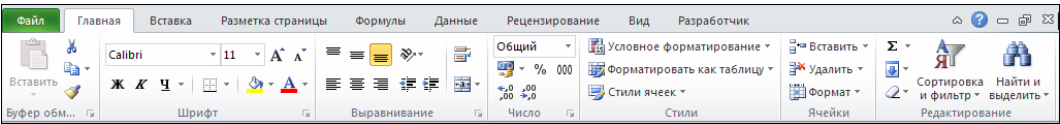


Рис. 2.1. Лента приложения Excel открыта на вкладке **Главная**

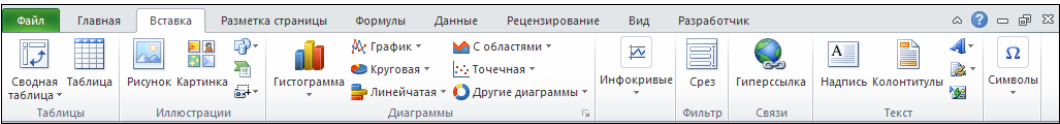


Рис. 2.2. Лента приложения Excel открыта на вкладке **Вставка**

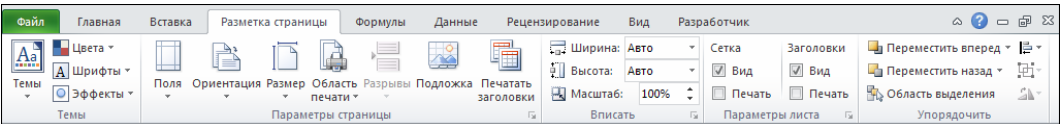


Рис. 2.3. Лента приложения Excel открыта на вкладке **Разметка страницы**

Таблица 2.1. Группы вкладки Главная

Группа	Описание
Буфер обмена	Группа с пиктограммами для выполнения операций с буфером обмена: удаление, копирование и вставка данных
Шрифт	Группа содержит пиктограммы для выполнения настройки параметров шрифта: тип, размер, цвет, выделение и пр.
Выравнивание	Группа предназначена для установки параметров выравнивания данных в ячейках документа
Число	Группа для выполнения настройки числовых форматов
Стили	Группа для создания стилей и применения форматов, в том числе создания условного форматирования
Ячейки	Группа предназначена для удаления и вставки строк и столбцов, выбора высоты и ширины ячеек, копирования и удаления рабочих листов, а также выполнения ряда смежных операций
Редактирование	Группа для выполнения сортировки и группировки данных, очистки содержимого ячеек и сброса форматов, отмены комментариев, вставки функций, поиска данных и пр.

Таблица 2.2. Группы вкладки Вставка

Группа	Описание
Таблицы	Группа для работы с таблицами (как логическими элементами документа)
Иллюстрации	Группа с пиктограммами для работы с изображениями

Таблица 2.2 (окончание)

Группа	Описание
Диаграммы	Группа содержит пиктограммы команд для вставки диаграмм и работы с ними
Спарклайны	Группа сформирована отдельной пиктограммой, новая в версии Excel 2010. Спарклайны — это симбиоз диаграммы и пиктограммы. Точнее, маленькие диаграммы, размером в одну ячейку, компактные и информативные
Фильтр	Новая в Excel 2010 группа, которая содержит пиктограмму Срез. С помощью срезов (новый функциональный элемент в Excel 2010) выполняется визуальная фильтрация данных в сводных таблицах
Связи	Группа с пиктограммой для создания гиперссылок
Текст	Группа с пиктограммами для работы с текстом
Символы	Группа с единственной пиктограммой для вставки символов и формул

Большинство утилит, реализованных на вкладке **Разметка страницы**, имеют прямое или косвенное отношение к настройкам вывода документов на печать (рис. 2.3). Справедливость этого утверждения становится более очевидной, если взглянуть в табл. 2.3, где перечислены группы вкладки **Разметка страницы**.

Таблица 2.3. Группы вкладки **Разметка страницы**

Группа	Описание
Темы	Группа с пиктограммами команд для выбора и использования тем (предопределенных типов форматирования и выделения данных на уровне документа)
Параметры страницы	Группа с пиктограммами команд для выполнения настройки параметров страницы
Вписать	Группа содержит поля для установки параметров масштабирования при выводе на печать документов
Параметры листа	Группа с опциями для определения параметров рабочих листов (в том числе и при выводе на печать)
Упорядочить	Группа с пиктограммами команд для управления графическими объектами в документе

Даже самый простой документ Excel содержит, как правило, формулы. В формулах, в свою очередь, используются всевозможные встроенные функции Excel. Для работы с формулами и функциями предназначена вкладка **Формулы** (рис. 2.4). Группы вкладки **Формулы** представлены в табл. 2.4.

Утилиты, доступ к которым реализован через вкладку **Формулы**, широко используются при создании документов с нетривиальными функциональными зависимостями между ячейками рабочих листов. Подробнее методы работы с формулами описываются на конкретных примерах в последующих главах книги.

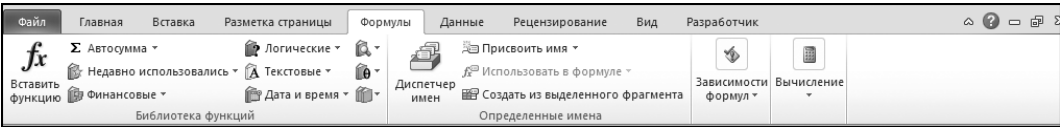


Рис. 2.4. Лента приложения Excel открыта на вкладке **Формулы**

Таблица 2.4. Группы вкладки **Формулы**

Группа	Описание
Библиотека функций	Группа с пиктограммами команд для получения доступа к основным встроенным функциям Excel
Определенные имена	Группа предназначена для работы с именованными ячейками, диапазонами и формулами
Зависимости формул	Группа с утилитами для отслеживания связей ячеек и поиска ошибок в формулах
Вычисление	Группа с пиктограммой для выполнения настроек вычислений

Вкладка **Данные** используется при обработке данных, в том числе полученных от внешних источников (рис. 2.5). В табл. 2.5 кратко описаны группы, представленные на вкладке **Данные**.

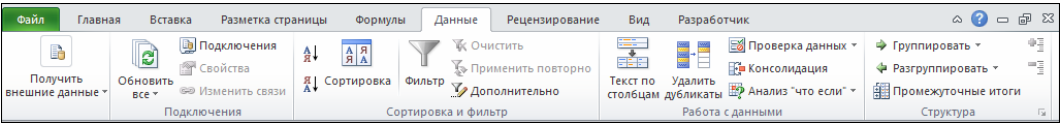


Рис. 2.5. Лента приложения Excel открыта на вкладке **Данные**

Таблица 2.5. Группы вкладки **Данные**

Группа	Описание
Получение внешних данных	Группа с пиктограммой утилиты для получения данных из внешних источников
Подключения	Группа содержит утилиты управления системой внешних связей
Сортировка и фильтр	Группа содержит пиктограммы команд для выполнения сортировки и фильтрации данных
Работа с данными	В группе представлены утилиты для управления данными и их преобразования
Структура	Группа с утилитами для объединения данных и их обработки

При наличии подключенных надстроек на вкладке может также отображаться группа **Анализ**. В ней будут представлены соответствующие тематике группы

надстройки (часть возможностей Excel становится доступной только после подключения специальных утилит). О том, как подключаются надстройки, речь пойдет далее (см. пример 5.6).

Для проверки правописания, работы с примечаниями, совместного использования и защиты документов, а также отслеживания редакторских изменений используют утилиты, собранные на вкладке **Рецензирование** ленты (рис. 2.6).

Какие на вкладке представлены группы, можно узнать из табл. 2.6.

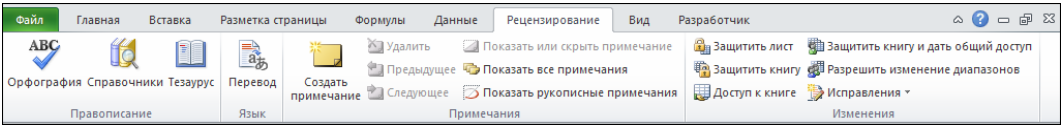


Рис. 2.6. Лента приложения Excel открыта на вкладке **Рецензирование**

Таблица 2.6. Группы вкладки **Рецензирование**

Группа	Описание
Правописание	Группа содержит пиктограммы команд для проверки правописания
Язык	Группа с пиктограммой Перевод для выполнения перевода текста в рабочей книге
Примечания	Группа содержит пиктограммы команд, используемых при работе с комментариями
Изменения	Утилиты группы используются при отслеживании изменений в документе, выполнении защиты книг и листов, а также при их совместном использовании

Далее следует вкладка **Вид** (рис. 2.7). Группы вкладки содержат пиктограммы команд и меню для настроек внешнего вида документа (табл. 2.7).

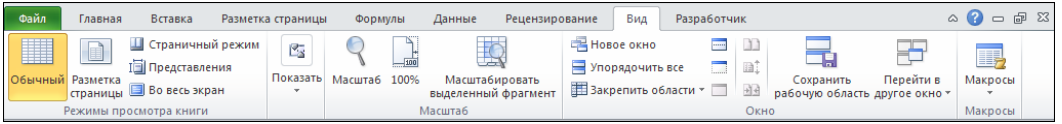


Рис. 2.7. Лента приложения Excel открыта на вкладке **Вид**

Таблица 2.7. Группы вкладки **Вид**

Группа	Описание
Режим просмотра книги	Группа с пиктограммами команд для настройки вида рабочей области

Таблица 2.7 (окончание)

Группа	Описание
Показать	Группа с единственной пиктограммой для отображения сетки таблицы, полей индексирования ячеек, строки формул и линейки
Масштаб	Группа с пиктограммами команда выбора масштаба отображения документа и режимов просмотра
Окно	Группа содержит утилиты для управления окнами и областями
Макросы	В группе представлены утилиты для записи и редактирования макросов

Кроме этого, с помощью команд вкладки выбирается масштаб отображения документа, а также осуществляется управление рабочими окнами приложения.

Вкладка **Разработчик** используется при работе с макросами и другими программными кодами пользователя (рис. 2.8).

Группы вкладки **Разработчик** кратко описаны в табл. 2.8.

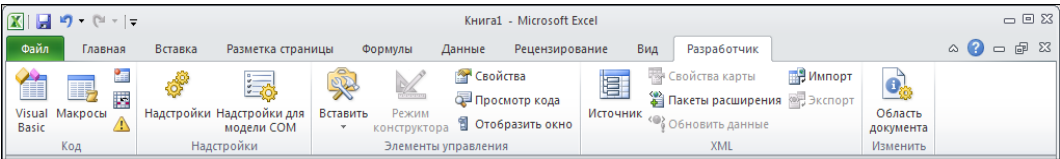


Рис. 2.8. Лента приложения Excel открыта на вкладке Разработчик

Таблица 2.8. Группы вкладки Разработчик

Группа	Описание
Код	Группа содержит пиктограммы команд для непосредственной работы с редактором кодов VBA и, в частности, для записи макросов
Надстройки	Новая в Excel 2010 группа, которая содержит пиктограммы команд для подключения надстроек Excel
Элементы управления	Группа используется для вставки в рабочий документ элементов управления и выполнения их настроек
XML	Группа с утилитами для использования элементов XML
Изменить	Группа содержит пиктограмму Область документа , используемую для выбора типа шаблона информационной панели документа для отображения программ, совместимых с Microsoft Office

Более подробно методы работы с утилитами вкладки **Разработчик** описываются в части V.

Пример 2.2. Отображение и скрытие ленты

Лента приложения может отображаться в документе в свернутом состоянии. В этом случае видны только корешки вкладок ленты. Содержимое скрыто от пользователя.

Чтобы свернуть ленту приложения, достаточно выполнить двойной щелчок мышью на любом из корешков вкладок ленты или воспользоваться комбинацией клавиш <Ctrl>+<F1>. Документ со свернутой лентой показан на рис. 2.9.

В свернутом состоянии лента сильно напоминает панель меню предыдущих версий приложения Excel. Однако теперь щелчок на корешке вкладки приводит не к отображению списка команд меню, а к раскрытию ленты приложения (рис. 2.10).

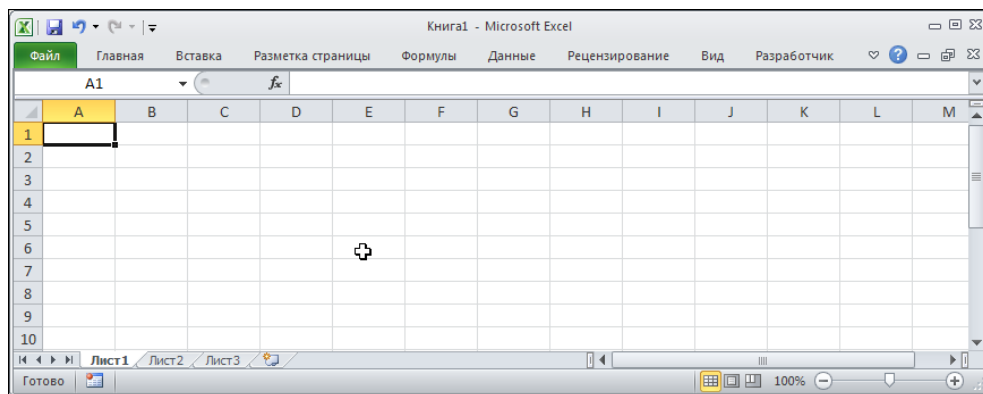


Рис. 2.9. Документ со свернутой лентой

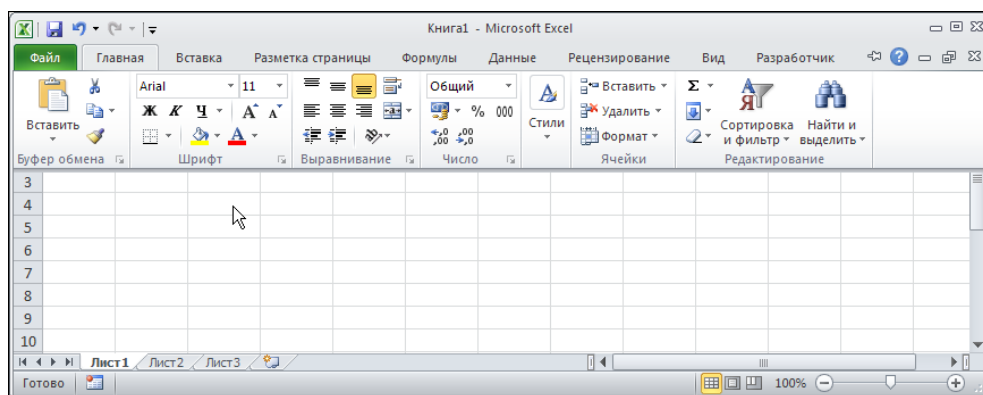


Рис. 2.10. В результате щелчка на корешке вкладки лента раскрывается

При этом в версии Excel 2010 лента не раскрывается, а выпадает — она перекрывает строку формул и при щелчке в рабочей области автоматически убирается с экрана. В таком режиме можно выбрать вкладку ленты и пиктограмму команды

на вкладке. Таким образом, даже свернутая лента является функциональной и позволяет быстро получать доступ к утилитам, представленным на ленте. Для полноценного раскрытия ленты на ней выполняется двойной щелчок (можно также воспользоваться комбинацией клавиш <Ctrl>+<F1>). Для сворачивания и разворачивания ленты предназначена и системная пиктограмма в правой верхней части ленты (первая слева, перед пиктограммой вызова справки). В зависимости от текущего режима отображения ленты эта пиктограмма может принимать вид угловой стрелки (направленной вверх или вниз) или кнопки (см. рис. 2.10). Еще один способ свернуть/развернуть ленту — воспользоваться контекстным меню, которое раскрывается при щелчке правой кнопкой мыши на ленте. Для сворачивания ленты устанавливают флажок опции **Свернуть ленту**. Чтобы лента отображалась в развернутом виде, флажок следует убрать. Переход в режим свернутой/развернутой ленты автоматически осуществляется для всех рабочих окон.

Пример 2.3. Добавление групп ленты на панель быстрого доступа

Даже в самом простом варианте лента содержит достаточно большое число вкладок, что существенно замедляет работу, особенно если используются пиктограммы в разных местах ленты. Ранее уже описывалось, как на панель быстрого доступа добавляются пиктограммы отдельных команд. В Excel существует возможность добавлять на панель быстрого доступа пиктограммы целых групп.

Для добавления пиктограммы группы на панель быстрого доступа следует щелкнуть правой кнопкой мыши в строке заголовка группы (полоса с названием группы в нижней его части) и в раскрывшемся списке выбрать команду **Добавить на панель быстрого доступа**. На рис. 2.11 на панель быстрого доступа добавляется пиктограмма группы **Шрифт** вкладки **Главная** ленты.

В результате на панели быстрого доступа появляется пиктограмма-меню (рис. 2.12).

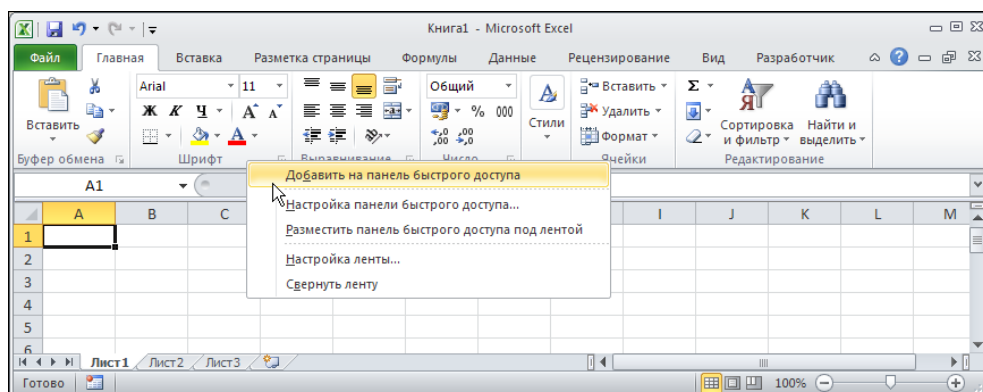


Рис. 2.11. Добавление пиктограммы группы на панель быстрого доступа

Щелчок на пиктограмме приводит к тому, что раскрывается вспомогательное окно, в котором представлено содержимое соответствующей группы (в данном случае это группа **Шрифт**, рис. 2.13).

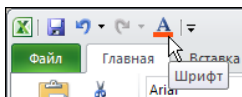


Рис. 2.12. Пиктограмма группы добавлена на панель быстрого доступа

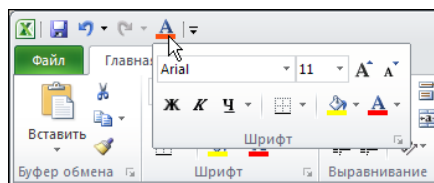


Рис. 2.13. При щелчке на пиктограмме группы на панели быстрого доступа отображается содержимое группы

Для удаления пиктограммы группы с панели быстрого доступа щелкаем правой кнопкой мыши на пиктограмме группы и в раскрывающемся списке выбираем команду **Удалить с панели быстрого доступа** (рис. 2.14).

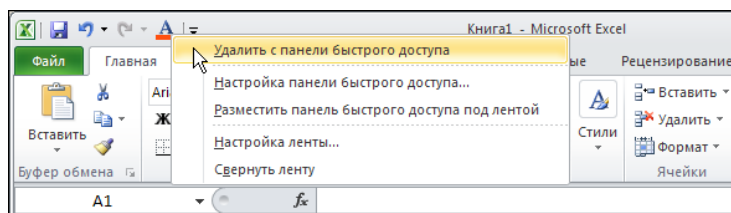


Рис. 2.14. Удаление пиктограммы группы с панели быстрого доступа

Отметим, что точно таким же образом, как на панель быстрого доступа добавляются пиктограммы групп, туда можно добавлять и отдельные пиктограммы из групп ленты. Различие заключается в том, что щелчок правой кнопкой мыши выполняется не на заголовке группы, а на добавляемой пиктограмме.

Пример 2.4. Активная метка группы ленты

В правой нижней части некоторых групп имеется активная метка, с помощью которой реализуется ряд важных возможностей. Особенности зависят от конкретных групп на вкладках ленты. Чтобы активизировать утилиту метки группы, необходимо щелкнуть на ней.

Активная метка группы **Буфер обмена** ленты **Главная** используется для отображения области задач буфера обмена (рис. 2.15).

После щелчка на метке в рабочую область добавляется область задач буфера обмена, а документ при этом имеет вид, как на рис. 2.16.

Область задач буфера обмена можно закрыть как обычное окно с помощью системной пиктограммы в правом верхнем углу или еще раз щелкнуть на метке группы.

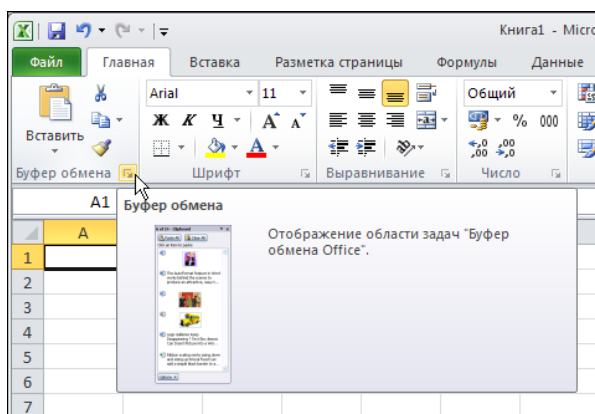


Рис. 2.15. Отображение области задач буфера обмена

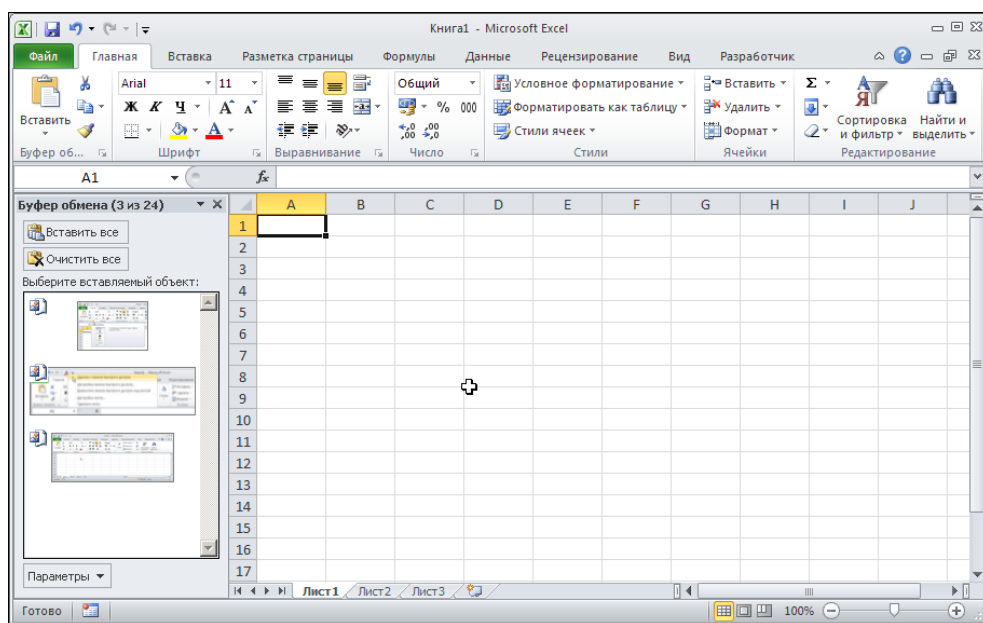


Рис. 2.16. Документ с областью задач буфера обмена

Следующие три группы **Шрифт**, **Выравнивание** и **Число** вкладки **Главная** также имеют активные метки, однако во всех трех случаях открывается одно и то же диалоговое окно **Формат ячеек**, только открытое на разных вкладках. На рис. 2.17 показан документ перед щелчком на активной метке группы **Шрифт**.

Отображаемое в результате щелчка диалоговое окно **Формат ячеек** показано на рис. 2.18.

На вкладке **Разметка страницы** метки имеются группы **Параметры страницы**, **Вписать** и **Параметры листа** (рис. 2.19).

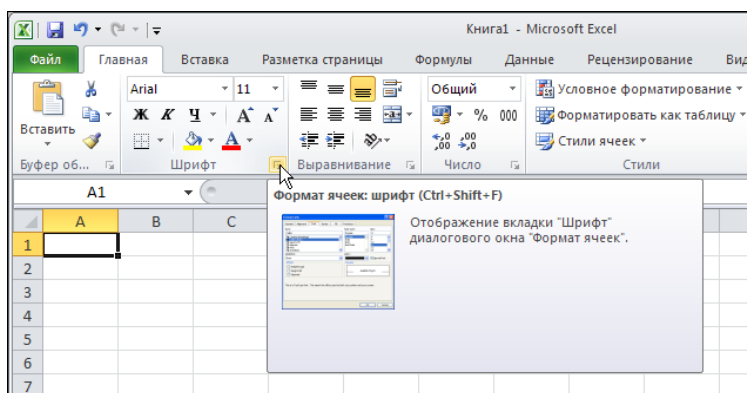


Рис. 2.17. Отображение окна Формат ячеек

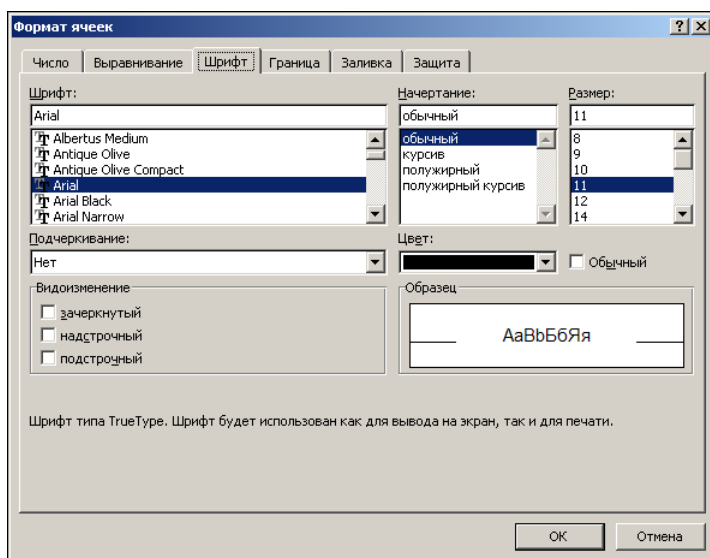


Рис. 2.18. Диалоговое окно Формат ячеек

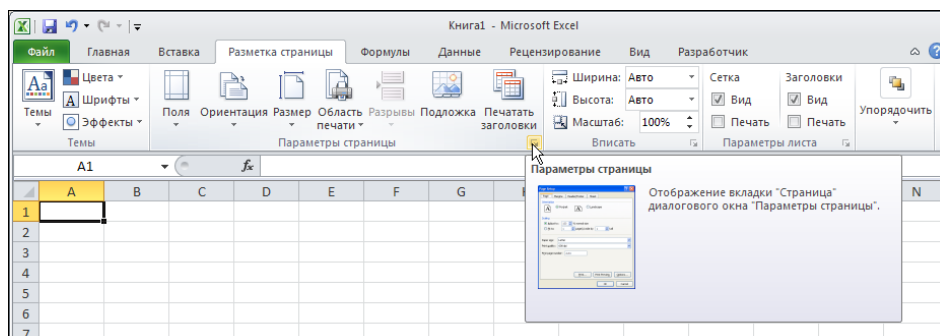


Рис. 2.19. Отображение окна Параметры страницы

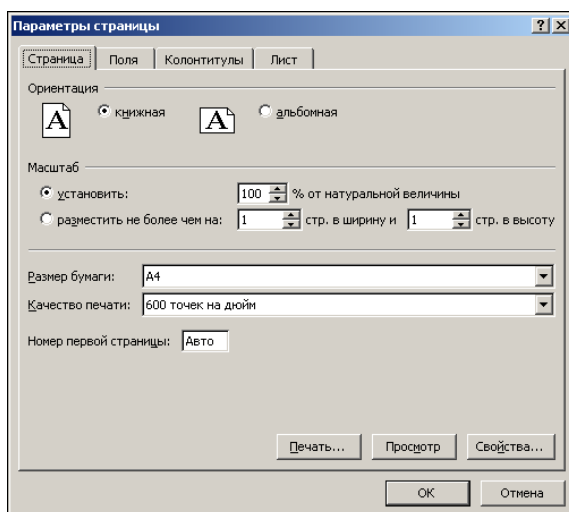


Рис. 2.20. Диалоговое окно Параметры страницы

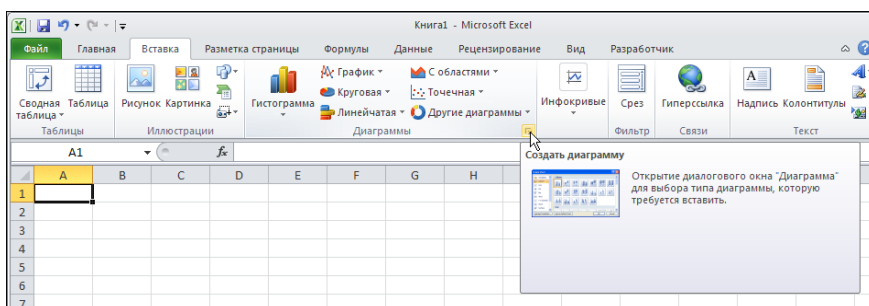


Рис. 2.21. Отображение диалогового окна создания диаграммы

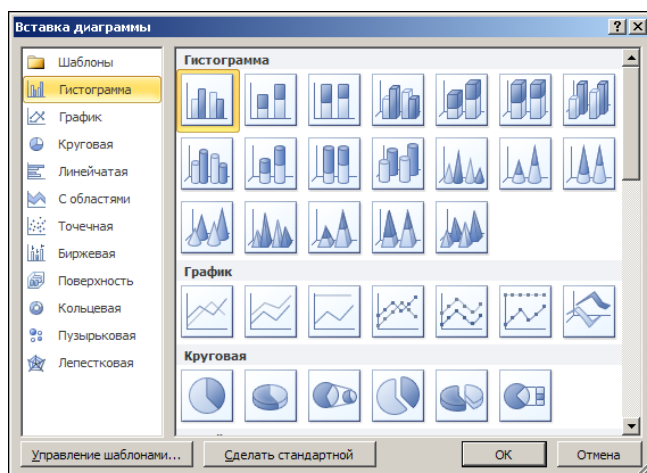


Рис. 2.22. Диалоговое окно Вставка диаграммы

При щелчке на метках всех трех групп открывается одно и то же окно настройки параметров печати **Параметры страницы** (рис. 2.20).

Еще один пример активной метки группы — утилита запуска окна создания диаграммы, размещенная в правом нижнем углу группы **Диаграммы** вкладки **Вставка** (рис. 2.21). При щелчке на метке в документе отображается диалоговое окно вставки диаграммы **Вставка диаграммы** (рис. 2.22). Использование этого диалогового окна для создания диаграмм описывается в *главе 18*.

Пример 2.5. Настройка ленты

В версии Excel 2010 имеется возможность выполнять настройку ленты. Для этого достаточно открыть окно **Параметры Excel** в разделе **Настройка ленты** (рис. 2.23).

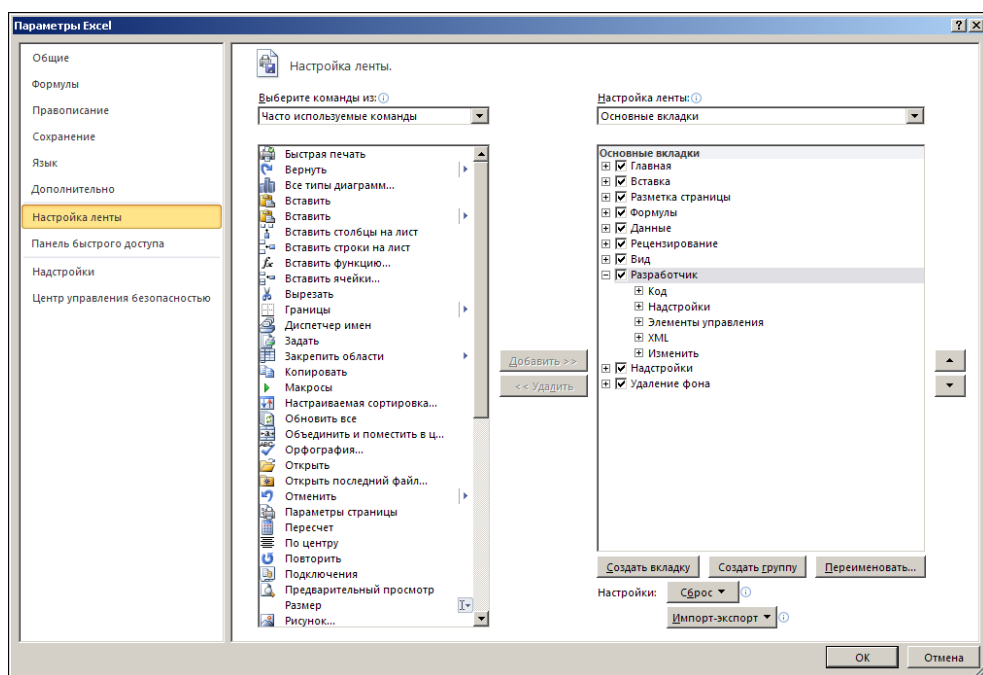


Рис. 2.23. Диалоговое окно **Параметры Excel** открыто в разделе **Настройка ленты**

Процедура настройки ленты сходна с тем, как выполняется настройка панели быстрого доступа, хотя вариантов настройки в данном случае намного больше. Есть несколько базовых действий, которые можно выполнить в результате настройки ленты:

- ☐ создать пользовательскую вкладку на ленте;
- ☐ создать пользовательскую группу;
- ☐ вносить изменения в стандартные вкладки.

Выполняются все эти операции достаточно просто, с помощью двух полей в центральной области окна и ряда кнопок. Главная идея состоит в том, что в левом поле **Выберите команды из** окна **Параметры Excel** выбираются добавляемые в разные места ленты команды и группы команд. Добавление на ленту выполняется выделением добавляемого элемента и щелчком на кнопке **Добавить**. Место, в которое на ленте добавляется элемент, выбирается в правом поле **Настройка ленты**. В верхней части каждого из двух полей имеется раскрывающийся список, с помощью которого выбирается область принадлежности команды и место ее назначения. Если из ленты нужно удалить элемент, он выбирается в правом поле, после чего щелкают кнопку **Удалить**. Если у вкладки в правом поле отменить флажок, она отображаться не будет.

Вообще же все вкладки делятся на настраиваемые и вкладки по умолчанию. Вкладки по умолчанию можно скрыть. Настраиваемые вкладки можно еще и удалять.

В правой нижней части окна представлены кнопки **Создать вкладку**, **Создать группу**, **Переименовать**, **Сброс** и **Импорт-экспорт**. Кнопки используются соответственно при создании вкладки, группы, правки названия лент и групп пользователя, сброса настроек и их импорта/экспорта. Кнопки в правой части окна со стрелками позволяют менять порядок следования вкладок ленты.

На рис. 2.24 отменены флажки у вкладок **Рецензирование** и **Разработчик**, а вкладка **Вид** перемещена на третью позицию сверху.

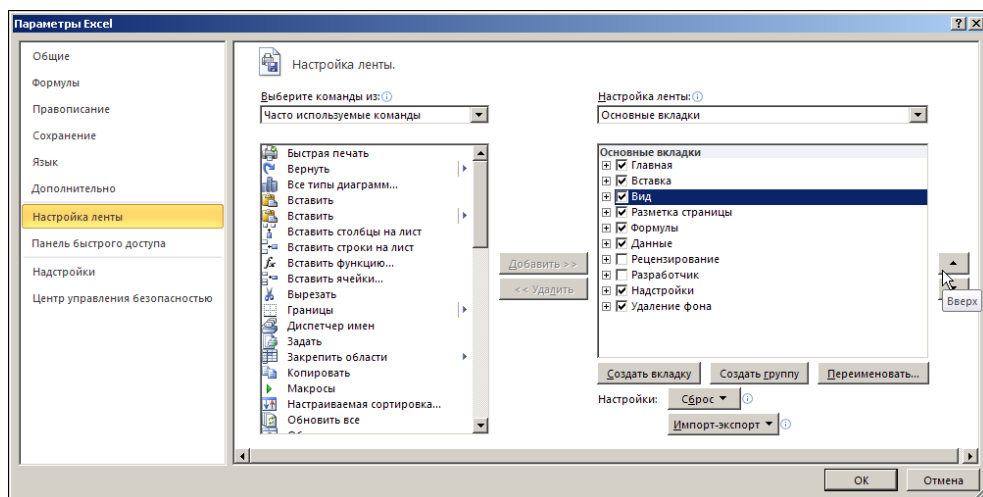


Рис. 2.24. Отмена флажков некоторых вкладок

В результате применения таких настроек лента документа будет иметь вид, как на рис. 2.25.

В качестве иллюстрации рассмотрим процесс создания вкладки пользователя с двумя группами пиктограмм. Для этого в окне настройки ленты щелкаем кнопку

Создать вкладку. При этом создается новая вкладка и в нее автоматически добавляется новая группа (рис. 2.26).

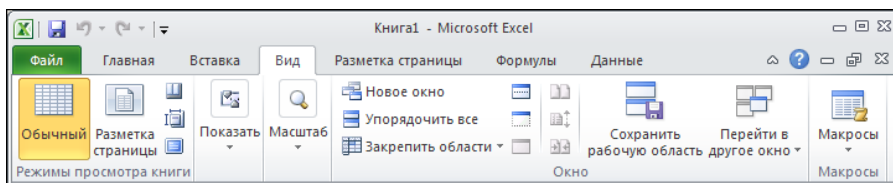


Рис. 2.25. Результат отмены флажков некоторых вкладок

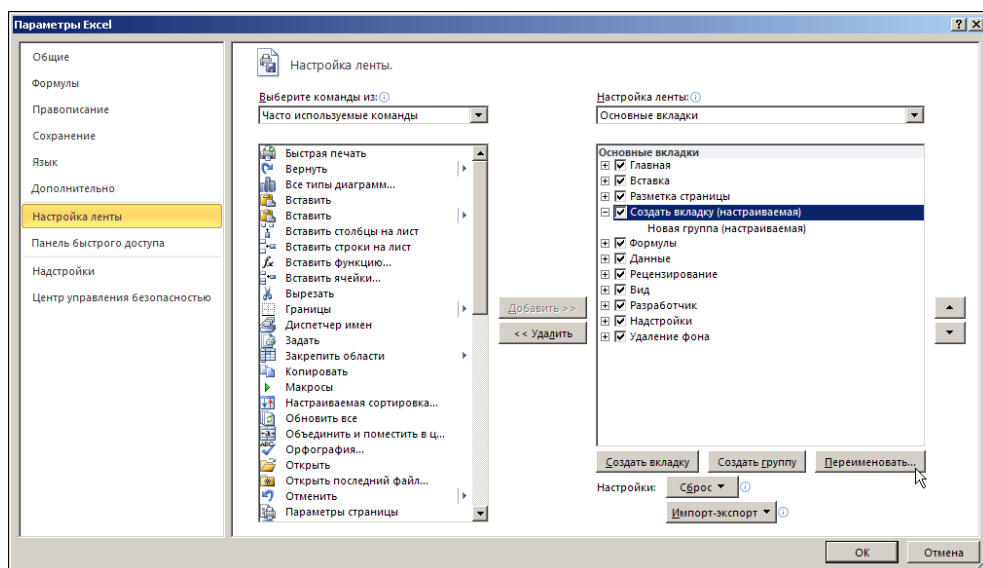


Рис. 2.26. Создание вкладки с группой

Для изменения названия вкладки и группы выделяем соответствующий элемент и щелкаем кнопку **Переименовать**. В результате открывается окно **Переименовать**, в котором указывается новое название для элемента вместо предложенного по умолчанию (рис. 2.27).

При переименовании групп и команд окно ввода нового имени содержит еще и область выбора пиктограммы (рис. 2.28), но применяются настройки пиктограммы только для команд.

С помощью кнопки **Создать группу** создаем на вкладке еще одну группу (рис. 2.29).

Для созданной вкладки указано название **Мои команды**, а группы вкладки получили названия **Первая группа** и **Вторая группа** соответственно. После подтверждения изменений лента приложения меняет вид — на ней появляется вкладка **Мои команды**, но она пуста (рис. 2.30).

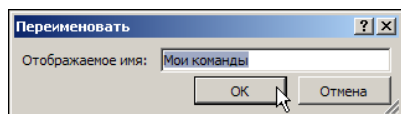


Рис. 2.27. Окно Переименовать для ввода названия вкладок и групп

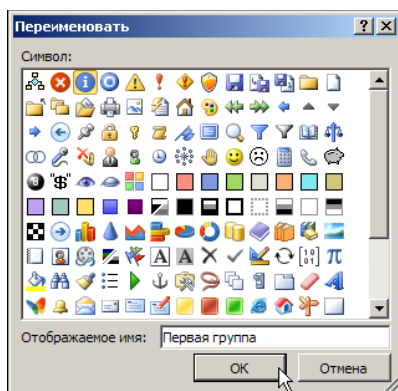


Рис. 2.28. Окно Переименовать с пиктограммами

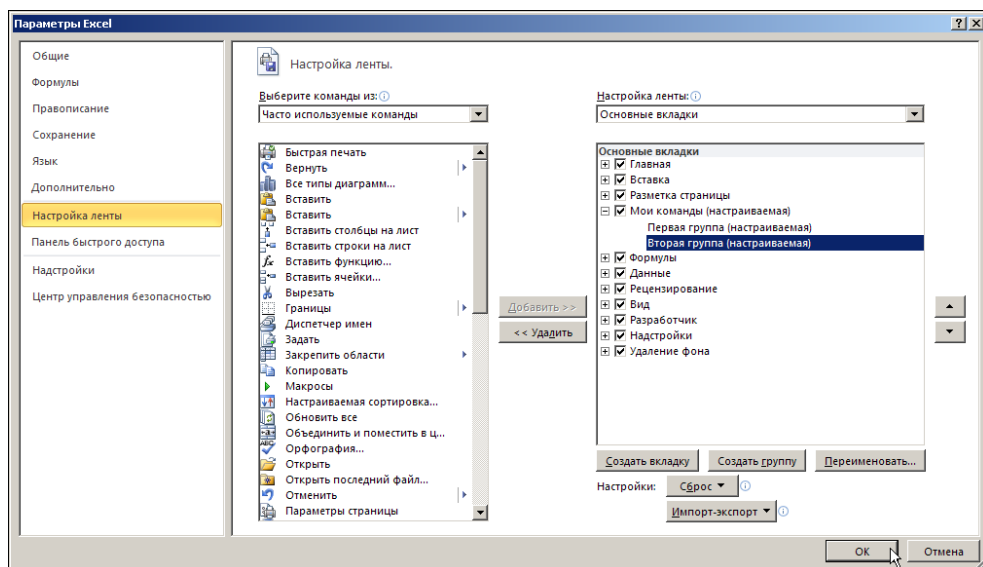


Рис. 2.29. На созданную вкладку добавлена вторая группа

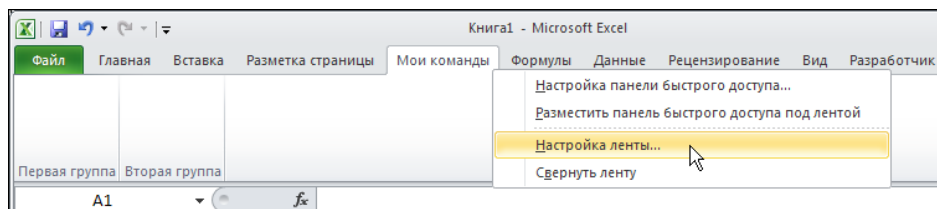


Рис. 2.30. Отображение созданной вкладки и переход в режим настройки ленты с помощью команды контекстного меню

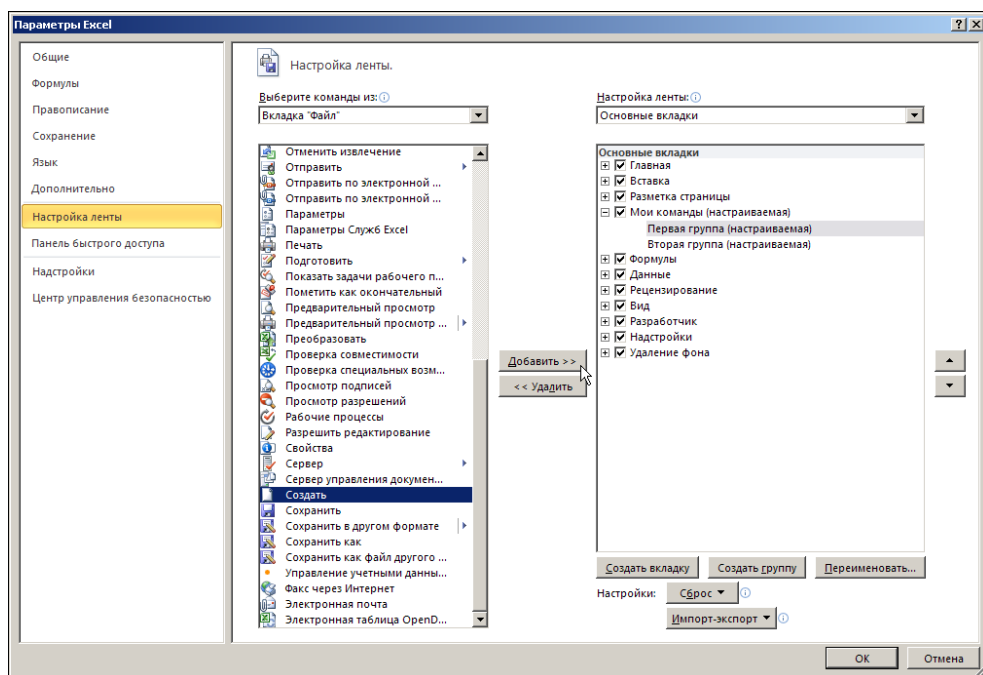


Рис. 2.31. Добавление пиктограммы команды **Создать** в первую группу вкладки

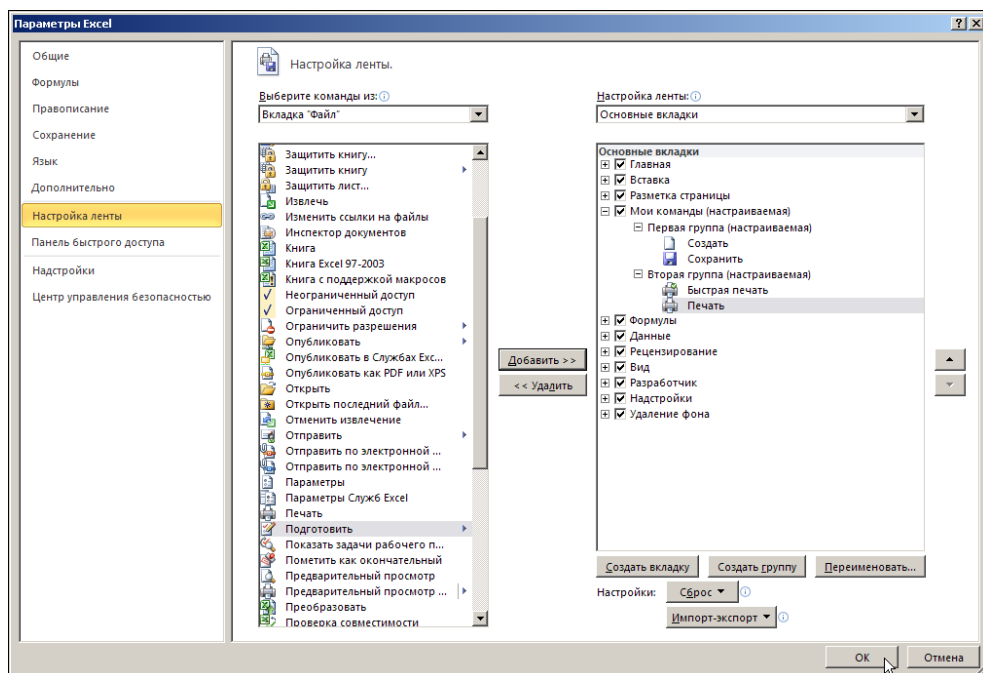


Рис. 2.32. Результат добавления пиктограмм команд в группы вкладки (добавлено по две пиктограммы в каждую группу)

Хотя группы на вкладке представлены, они не содержат пиктограмм команд. Их туда нужно добавить. Для этого снова переходим в режим настройки ленты — можно это сделать описанным ранее способом, а можно воспользоваться контекстным меню ленты, в котором выбрать команду **Настройка ленты**.

В уже знакомом окне настройки ленты в левом списке **Выберите команды из** выбираем нужную команду и добавляем ее в группу (ту, которая выделена в правом списке **Настройка ленты**). На рис. 2.31 в первую группу добавляется команда **Создать**.

Аналогично выполняется заполнение пиктограммами команд и второй группы. В частности, в каждую группу добавлено по две пиктограммы: в первую группу для команд **Открыть** и **Сохранить**, а во вторую для команд **Быстрая печать** и **Печать** (рис. 2.32).

После применения настроек созданная вкладка **Мои команды** примет вид, как на рис. 2.33.

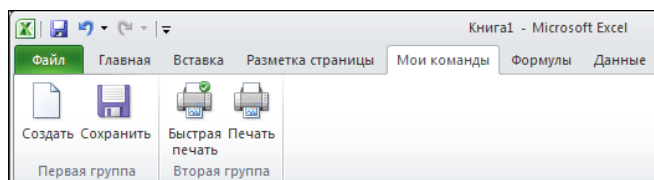


Рис. 2.33. Вид вкладки после добавления пиктограмм команд

Для скрытия вкладки достаточно в окне настройки ленты убрать возле ее названия флажок, а для удаления вкладки — выделить ее и щелкнуть кнопку **Удалить**.

Пример 2.6. Контекстные вкладки ленты

При работе с различными объектами в ленту могут добавляться контекстные вкладки. Они доступны при выделении соответствующих объектов и предназначены для их редактирования и управления ими. В той или иной ситуации пользователь, помимо перечисленных выше, может, например, увидеть на ленте вкладки: **Работа с рисунками** (работа с рисованными объектами), **Работа с диаграммами** (вкладка для работы с диаграммами), **Средства рисования** (вкладка для работы с изображениями), **Работа с таблицами** (работа с таблицами), **Работа с рисунками SmartArt** (работа с элементами декоративного текста), **Работа с колонтитулами** (вкладка для работы с колонтитулами). В качестве иллюстрации: после вставки в рабочий документ изображения и выделения его на ленте появляется еще одна вкладка **Работа с рисунками** (рис. 2.34).

Структура контекстных вкладок и методы работы с ними аналогичны тем, что рассматривались ранее. У некоторых групп вкладок имеются активные метки. Единственное отличие, пожалуй, состоит в том, что корешки дополнительных вкладок

расположены выше основных корешков и, в свою очередь, могут иметь несколько внутренних вкладок, как вкладка **Работа с диаграммами** (рис. 2.35).

Отметим также, что для создаваемых средствами Excel графических объектов имеется своя специальная вкладка **Средства рисования** (рис. 2.36).

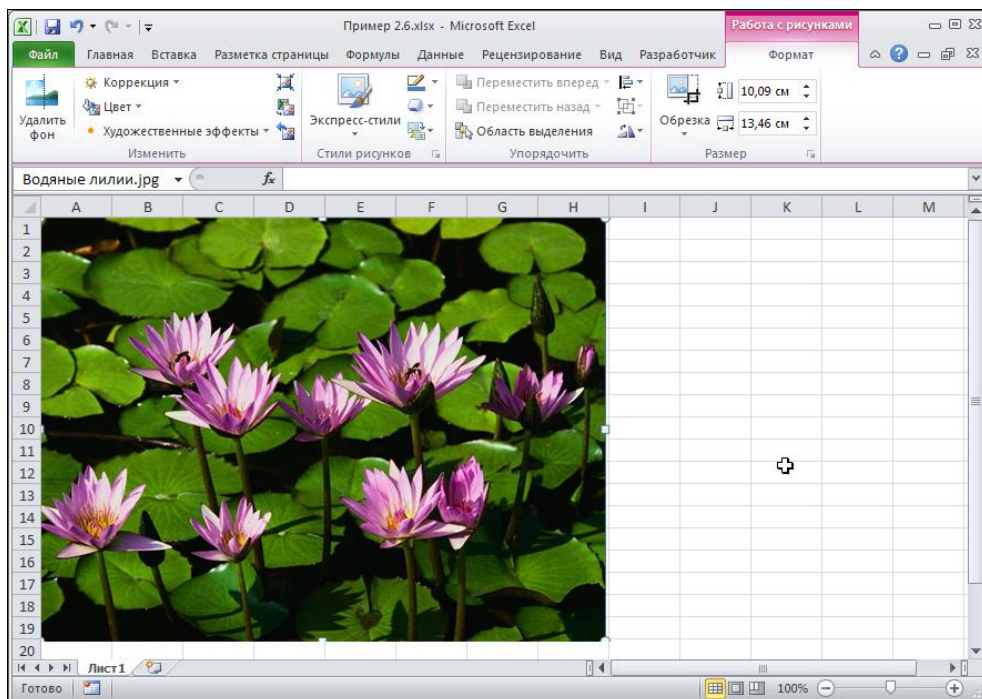


Рис. 2.34. Вкладка **Работа с рисунками** появляется при выделении изображения

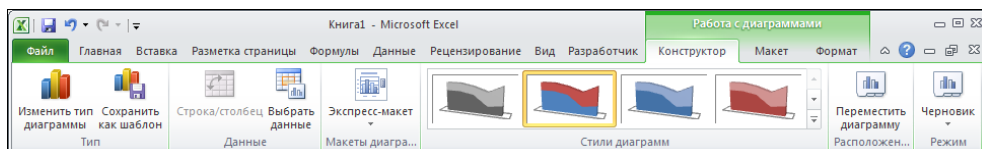


Рис. 2.35. Вкладка **Работа с диаграммами** ленты приложения

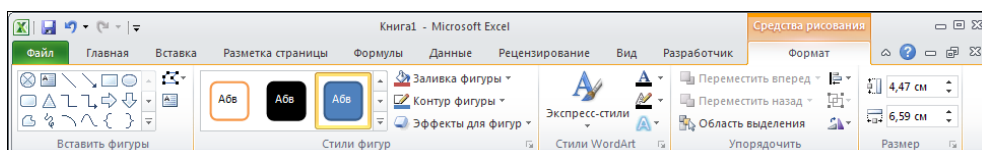


Рис. 2.36. Вкладка **Средства рисования** ленты приложения

Кроме того, полезной часто бывает вкладка для работы с таблицами **Работа с таблицами** (рис. 2.37).

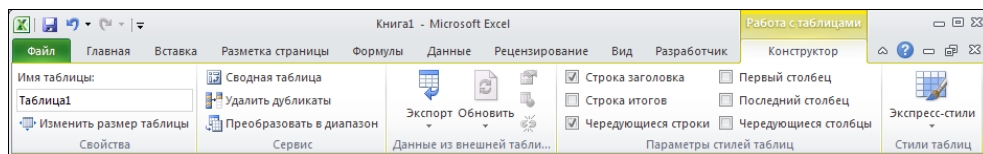


Рис. 2.37. Вкладка **Работа с таблицами** ленты приложения

Форматирование данных в рабочих документах в виде таблиц существенно повышает эффективность их обработки. Утилиты, представленные на соответствующей вкладке, являются существенным подспорьем в этом.

Глава 3



Области

Сама по себе рабочая область листа электронной таблицы достаточно большая. Маловероятно, что вся она будет заполнена данными. Обычно данные даже в пределах одного листа разбиты на группы, которые нужно уметь компактно обрабатывать. Отсюда важное место в работе с документами приобретает умение пользователя эффективно оперировать отдельными областями рабочего листа. Рассмотрим примеры того, как это можно делать.

Пример 3.1. Выделение областей

Выделение области в рабочем листе — задача тривиальная. Обычно она выполняется с помощью мыши. Осуществляется щелчок левой кнопкой мыши над одной из четырех угловых ячеек предполагаемой для выделения области, и при удерживаемой в нажатом состоянии кнопки захватывается вся область (область выделяется цветом кроме угловой ячейки). На рис. 3.1 проиллюстрирован процесс выделения диапазона ячеек **C2:G9**.

Если нужно выделить всю строку ячеек или столбец, то курсор мыши наводят соответственно на полосу нумерации строк или полосу индексации столбцов (курсор мыши приобретает вид горизонтальной или вертикальной стрелки), после чего щелкают левой кнопкой мыши. В результате выделяется вся строка или столбец. На рис. 3.2 выделена строка.

Документ с выделенным столбцом можно видеть на рис. 3.3.

Чтобы выделить весь рабочий лист (такая необходимость иногда возникает), курсор мыши наводят на область пересечения полос нумерации строк и столбцов в левом верхнем углу рабочей области. После щелчка выделяется рабочий лист (рис. 3.4).

Наконец, нередко возникает необходимость выделить сразу несколько областей в разных частях документа. Например, это делается при применении общего формата к ячейкам или диапазонам ячеек, размещенных по документу некомпактно. Чтобы не применять формат к каждой ячейке или области отдельно, они все разом выделяются, после чего применяется формат. Рецепт в этом случае прост — ячейки и диапазоны ячеек выделяются последовательно друг за другом, однако при этом необходимо удерживать нажатой клавишу <Ctrl>. На рис. 3.5 показана ситуация, когда в рабочем листе выделен диапазон ячеек **B2:D6**, а также 9-я строка и столбец **G**.

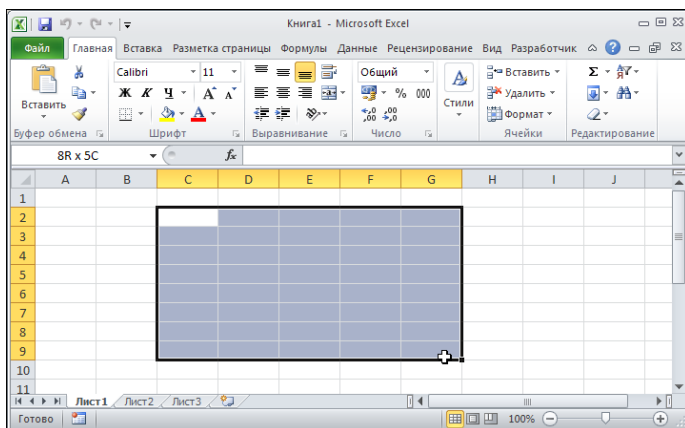


Рис. 3.1. Выделение диапазона ячеек

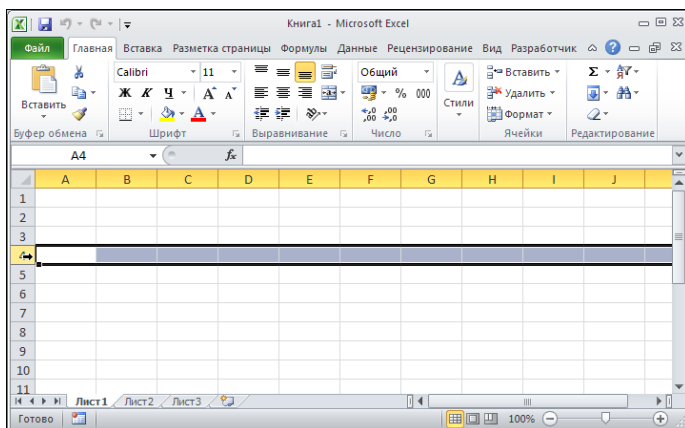


Рис. 3.2. Выделение строки ячеек

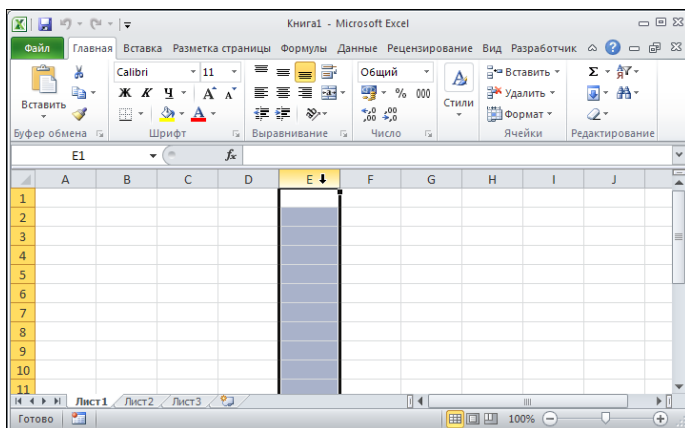


Рис. 3.3. Выделение столбца ячеек

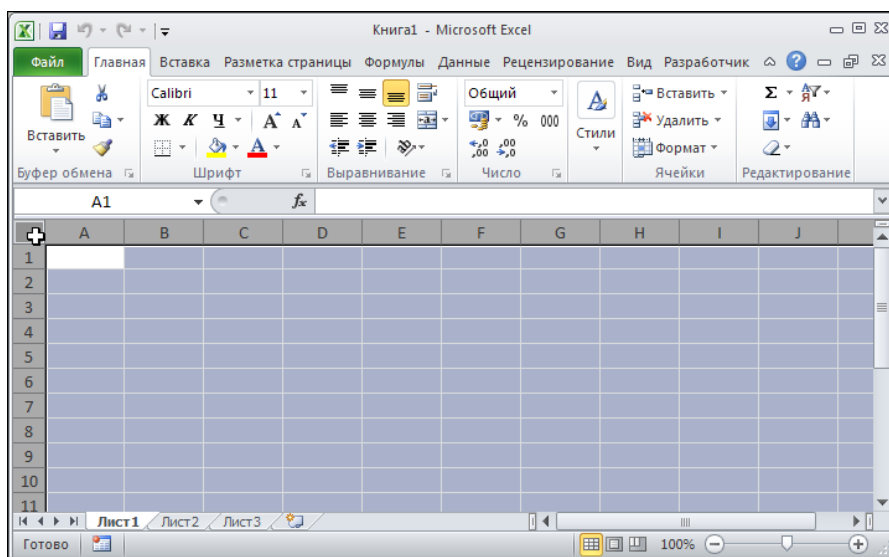


Рис. 3.4. Выделение всего рабочего листа

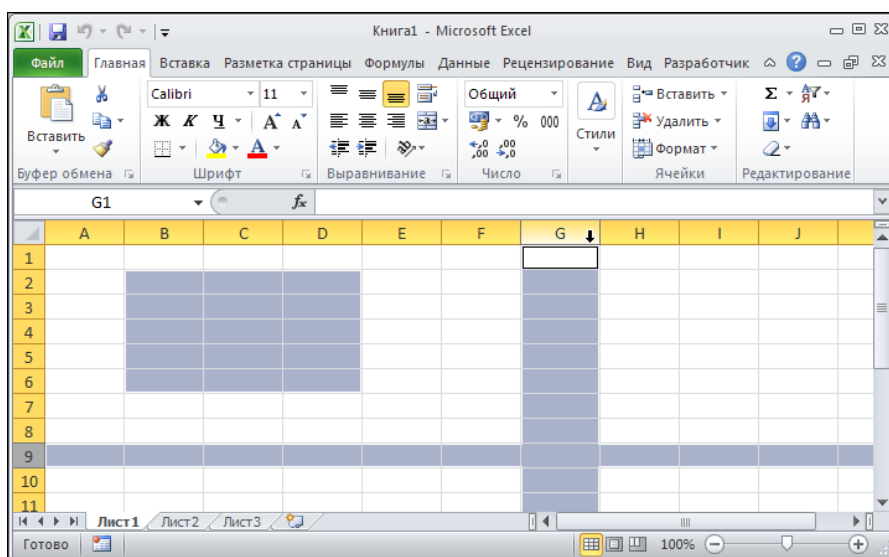


Рис. 3.5. Выделение нескольких областей

Отметим, что некоторые операции успешно выполняются с помощью клавиатуры. Некоторые методы описываются далее.

Пример 3.2. Работа с выделенной областью

В Excel есть одна интересная возможность, связанная с вводом данных в отдельные области рабочих документов: можно выделить одну или несколько областей в рабочем листе и заполнить эту область или области. Причем заполнение осуществляется только с помощью клавиатуры, при этом все манипуляции выполняются строго в пределах выделенной области. Особенно эффектно это выглядит, когда область несвязная, т. е. когда выделенная область состоит из нескольких диапазонов. Такая ситуация проиллюстрирована на рис. 3.6.

Выделенная область состоит из двух диапазонов ячеек: **B2:D5** и **F6:H7**. Если нажимать клавишу <Enter>, то будет совершаться последовательный переход от одной ячейки к другой. При очередном нажатии клавиши <Enter> выделяется ячейка внизу под активной ячейкой, но в пределах области. Если активная ячейка расположена у нижней границы области, осуществляется переход к следующему столбику. Цифрами на рис. 3.6 обозначена последовательность обхода выделенной области. К такому же эффекту приводит нажатие комбинации клавиши <Shift>+<Enter>, но только обход области осуществляется в обратном порядке.

При нажатии клавиши <Tab> обход выделенной области осуществляется слева направо. Порядок обхода выделенной области при нажатии клавиши <Tab> показан на рис. 3.7.

	B2			f _x	1				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		1	5	9					
3		2	6	10					
4		3	7	11					
5		4	8	12					
6						13	15	17	
7						14	16	18	
8									

Рис. 3.6. Порядок обхода выделенной области при последовательном нажатии клавиши <Enter>

	B2			f _x	1				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		1	2	3					
3		4	5	6					
4		7	8	9					
5		10	11	12					
6						13	14	15	
7						16	17	18	
8									

Рис. 3.7. Порядок обхода выделенной области при последовательном нажатии клавиши <Tab>

Для обхода области в направлении справа налево нажимают комбинацию клавиш <Shift>+<Tab>. Во всех случаях обход выделенной области выполняется циклически, поэтому не имеет значения, с какой ячейки начинать обход области. Разумеется, в процессе перебора ячеек области их можно редактировать (иначе вся описанная процедура не имела бы смысла).

Остановимся еще на одном интересном случае, когда выделенная область состоит из нескольких диапазонов, накладываемых друг на друга. На рис. 3.8 выделенная область состоит из перекрывающихся диапазонов **B2:D6** и **C3:E7**.

Обход такой области осуществляется в соответствии с тем же правилом, что и ранее: последовательно совершается обход одного диапазона, затем переход совершается к верхней левой ячейке другого диапазона и т. д. В данном случае это приводит к тому, что некоторые ячейки области за один цикл выделяются несколько раз. На рис. 3.8 в ячейки занесены числа в соответствии с порядком обхода ячеек при последовательном нажатии клавиши <Enter>. Ячейки диапазона **C3:D6** обходятся дважды, поэтому для них указаны два числа: для первого обхода и для второго обхода (в скобках) в пределах одного цикла.

	B2		f _x	1		
	A	B	C	D	E	F
1						
2		1	6	11		
3		2	7(16)	12(21)	26	
4		3	8(17)	13(22)	27	
5		4	9(18)	14(23)	28	
6		5	10(19)	15(24)	29	
7			20	25	30	
8						

Рис. 3.8. Порядок обхода сложной области при последовательном нажатии клавиши <Enter>: некоторые ячейки проходятся за цикл несколько раз

Пример 3.3. Сворачивание и разворачивание строк и столбцов

Достаточно часто рабочие документы содержат данные промежуточных вычислений, без которых обойтись нельзя, но и созерцать их нет никакой возможности. В таких ситуациях удобно соответствующие строки или столбцы таблицы скрывать. В результате данные в таблице присутствуют (и их можно использовать в вычислениях), однако на экране не отображаются.

Покажем, как сворачиваются строки таблицы. Для этого в документе выделяем строку с номером **4**, щелкнув по заголовку строки (рис. 3.9).

После этого щелкаем правой кнопкой мыши на выделенной строке и в раскрывшемся списке контекстного меню выбираем команду **Скрыть** (рис. 3.10).

В результате выделенная строка будет скрыта. Документ примет вид, как на рис. 3.11.

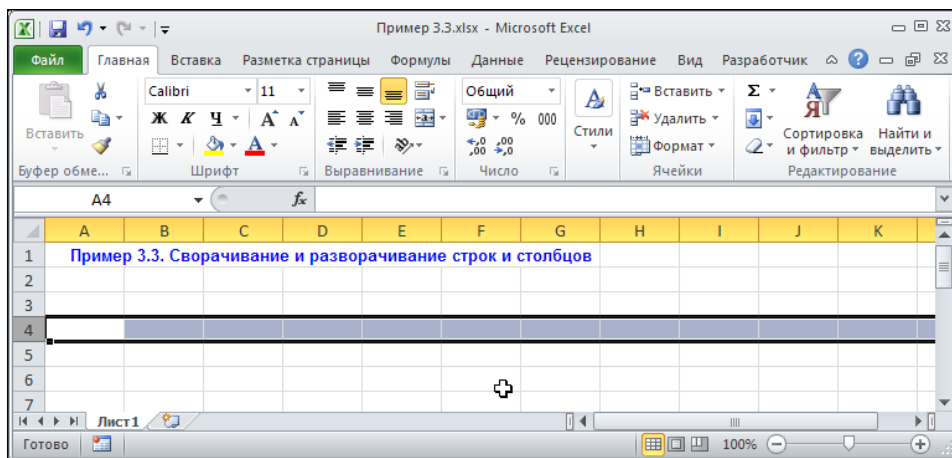
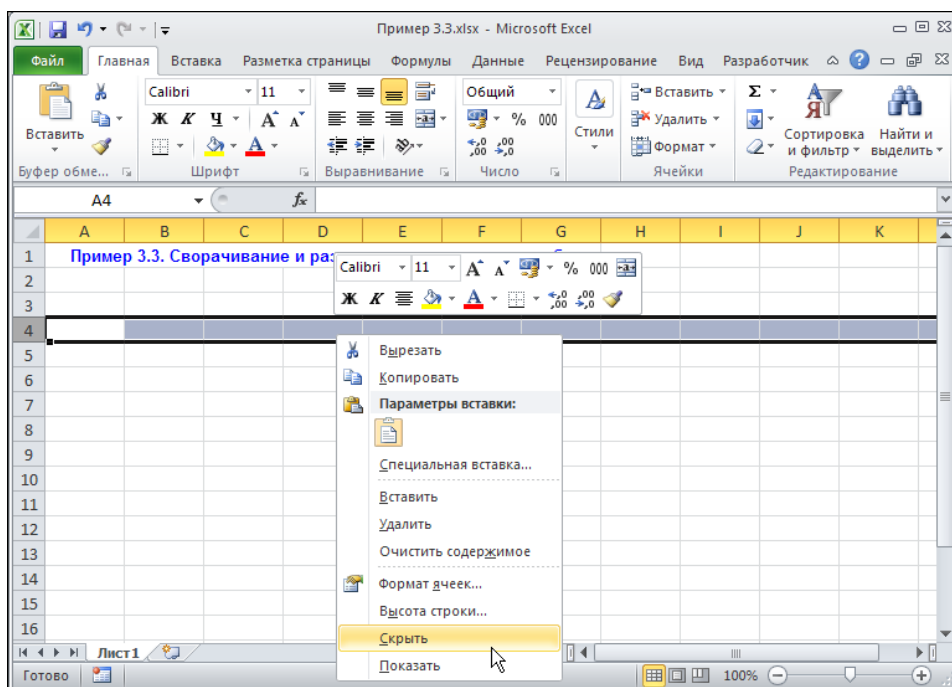


Рис. 3.9. Выделение 4-й строки в рабочем документе

Рис. 3.10. Строка сворачивается с помощью команды **Скрыть** из контекстного меню

Жирная линия на месте скрытой строки исчезает после щелчка мышью в рабочей области таблицы. Единственным напоминанием о том, что раньше в соответствующем месте была строка, является утолщение в области заголовков строк да пропущенный порядковый номер 4 (рис. 3.12).

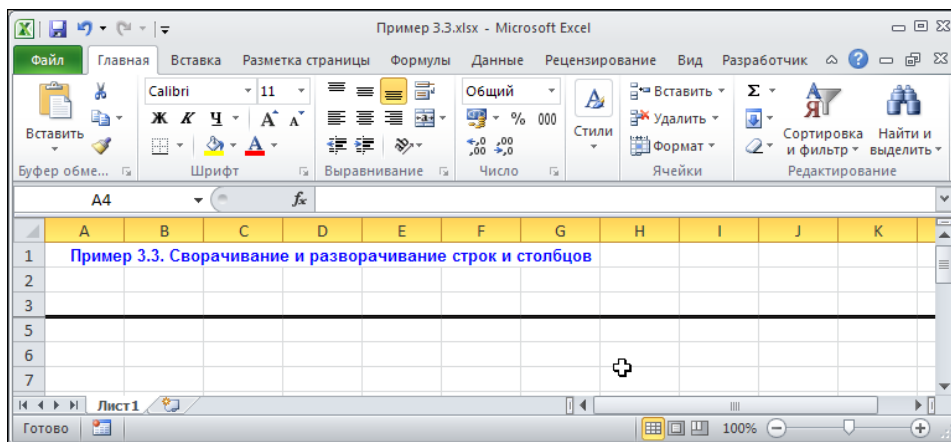
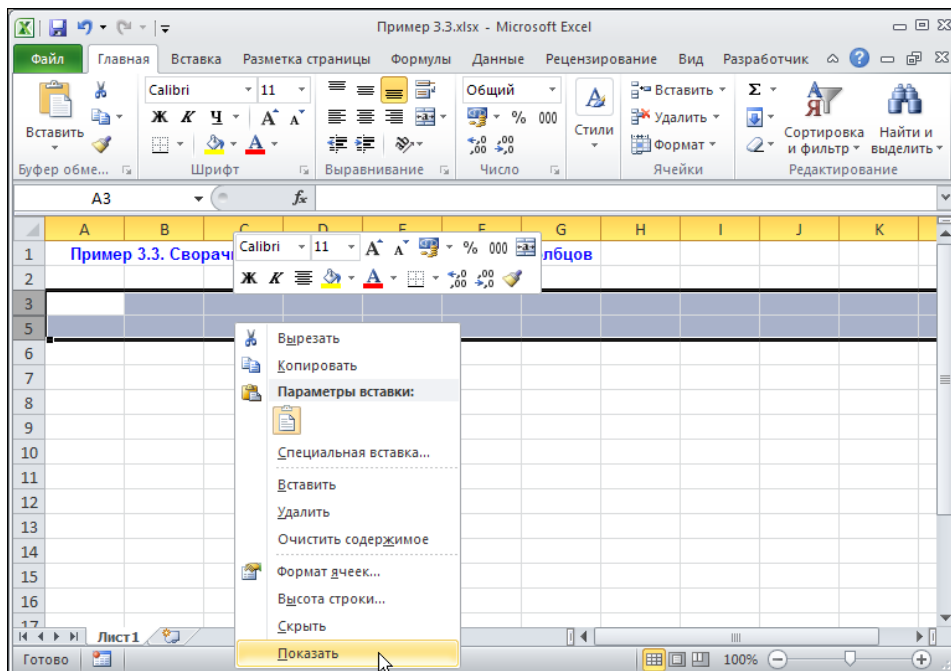


Рис. 3.11. Результат сворачивания строки таблицы

2		
3		
5		
6		

Рис. 3.12. Признаком наличия скрытой строки является утолщение в области заголовков строк

Рис. 3.13. Разворачивание строки осуществляется с помощью команды **Показать** из контекстного меню

Развернуть скрытую строку также достаточно просто. Следует выделить строки выше и ниже скрытой строки. На рис. 3.13 скрытая строка попадает в выделенный диапазон.

В области выделения щелкаем правой кнопкой мыши и выбираем команду **Показать** из контекстного меню. Скрытая строка отображается в документе (рис. 3.14).

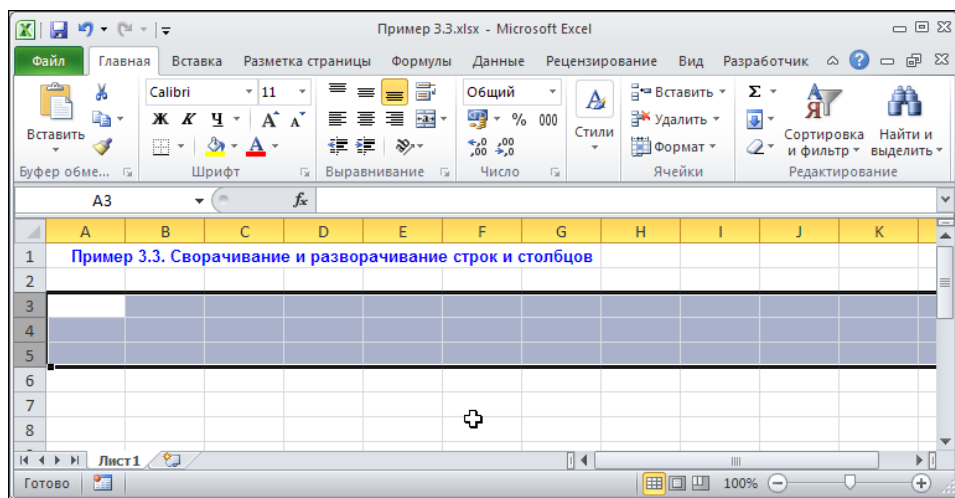


Рис. 3.14. Скрытая строка развернута

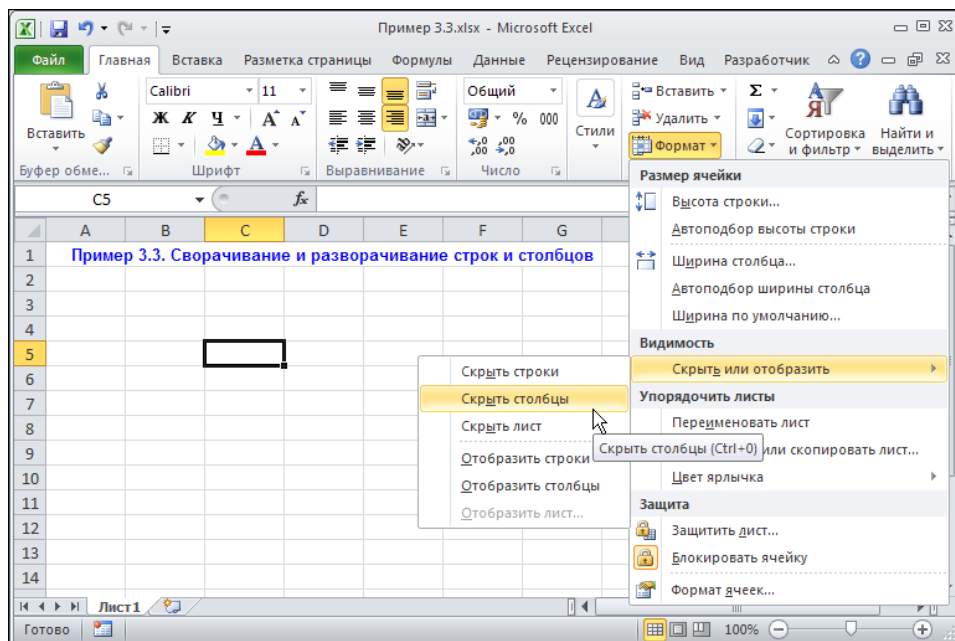


Рис. 3.15. Сворачивание столбца с помощью команды **Скрыть столбцы** пиктограммы-меню **Формат**

Аналогичным образом скрываются и снова отображаются в документе столбцы электронной таблицы. Тем не менее процесс сворачивания столбца проиллюстрируем посредством использования команд ленты приложения. Выделяем ячейку **C4** и выбираем команду **Скрыть или отобразить | Скрыть столбцы** пиктограммы-меню **Формат** группы **Ячейки** вкладки **Главная** (рис. 3.15).

От столбца **C** в документе не остается практически никакого следа (рис. 3.16).

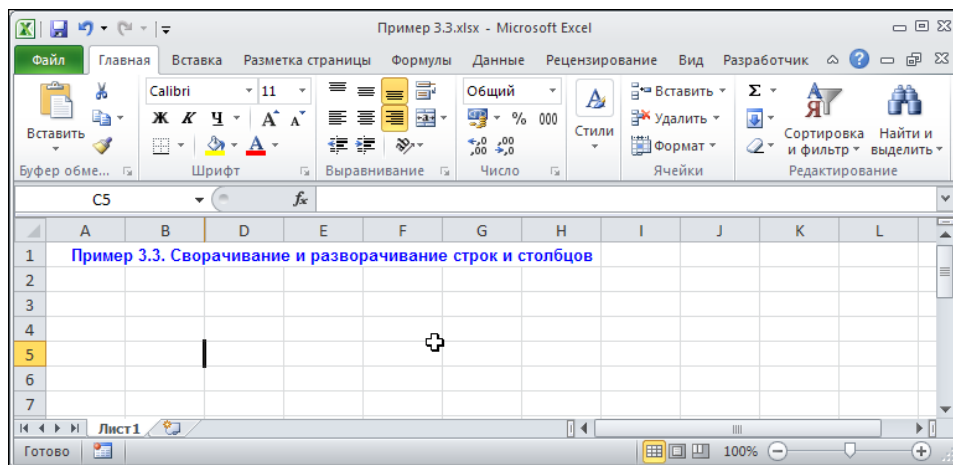


Рис. 3.16. Столбец свернут

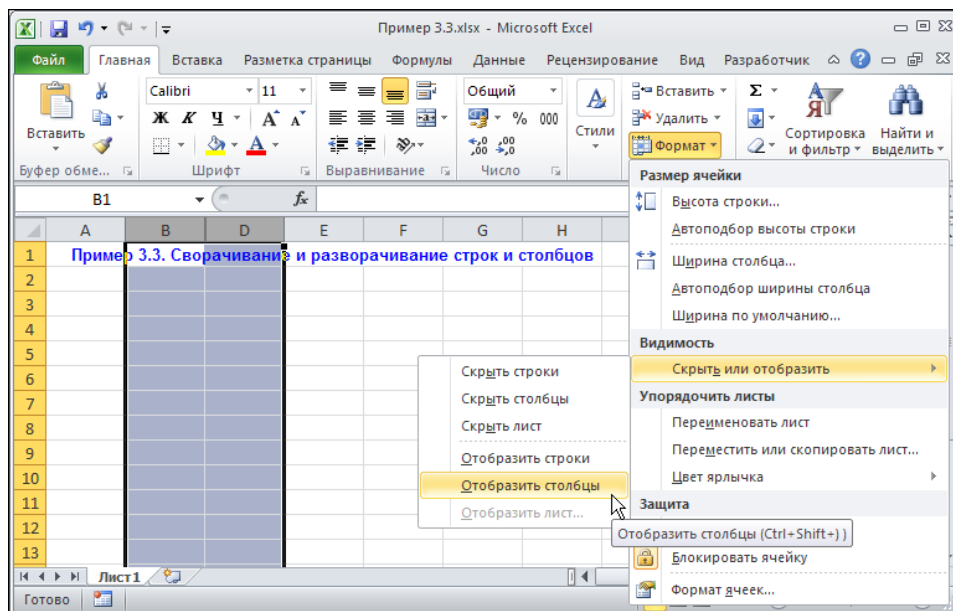


Рис. 3.17. Разворачивание свернутого столбца таблицы с помощью команды **Отобразить столбцы** пиктограммы-меню **Формат**

Для того чтобы развернуть скрытый столбец, выделяем смежные столбцы **B** и **D** (на самом деле достаточно выделить ячейки, через которые проходит линия свернутого столбца) и выбираем команду **Скрыть или отобразить | Отобразить столбцы** пиктограммы-меню **Формат** группы **Ячейки** вкладки ленты **Главная** (рис. 3.17).

Столбец снова появляется на экране. Об этом свидетельствует рис. 3.18.

Описанными выше способами можно скрывать не только отдельные строки и столбцы, но и группы строки и столбцов.

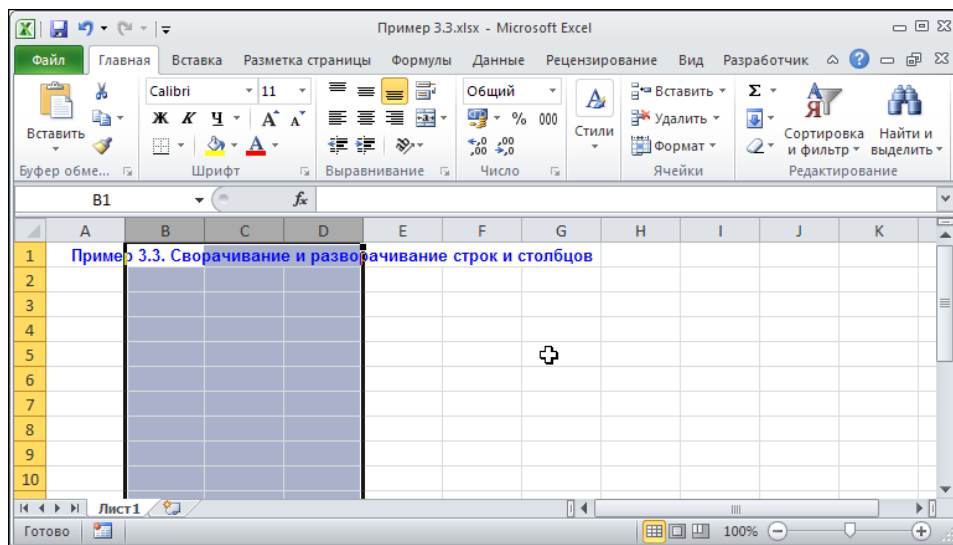


Рис. 3.18. Столбец развернут

Пример 3.4. Изменение размеров ячеек

Все ячейки электронной таблицы имеют стандартную высоту и ширину, что, с одной стороны, удобно и естественно, но, с другой стороны, редко соответствует практическим потребностям. С изменением размеров ячеек в Excel нет никаких проблем. Делать это можно разными способами, причем все они просты и удобны. Наиболее простой механизм подразумевает перетаскивание границы столбца или строки (ширина или высота меняется для всей строки или столбца соответственно). Для этого наводим курсор мыши на границу раздела строк или столбцов (курсор мыши примет вид двунаправленной стрелки с центральной чертой), нажимаем левую кнопку мыши и, удерживая ее, переносим границы строки или столбца куда захотим. На рис. 3.19 изменяется ширина ячеек столбца **C**.

Появляется подсказка с указанием текущей ширины столбца ячеек. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, границу столбца перетаскиваем до нужных размеров ячейки.

Таким же образом поступаем в случае, если необходимо изменить высоту ячеек. На рис. 3.20 с помощью мыши перетаскивается нижняя граница строки с номером 6. Результатом описанных выше операций является документ, показанный на рис. 3.21. В этом документе изменена ширина ячеек третьего столбца и высота ячеек шестой строки. Отметим, что при перемещении границ ячейки необходимости предварительно выделять эту ячейку нет — все манипуляции осуществляются в области заголовков строк или заголовков столбцов.

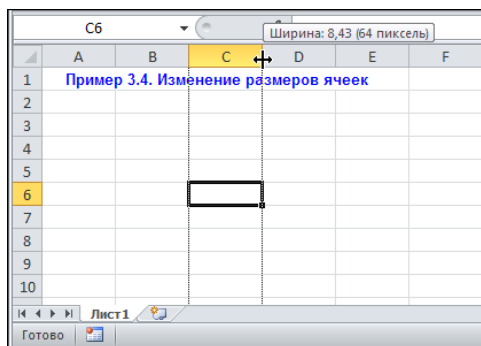


Рис. 3.19. Изменение ширины ячейки перетаскиванием границы столбца

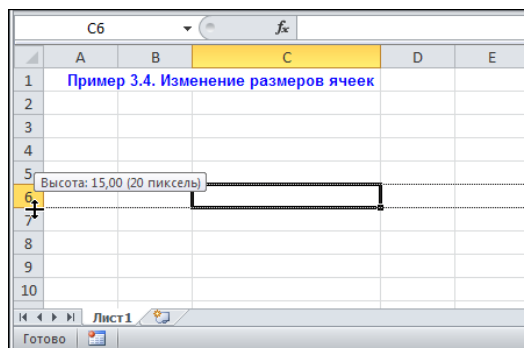


Рис. 3.20. Изменение высоты ячейки перетаскиванием границы строки

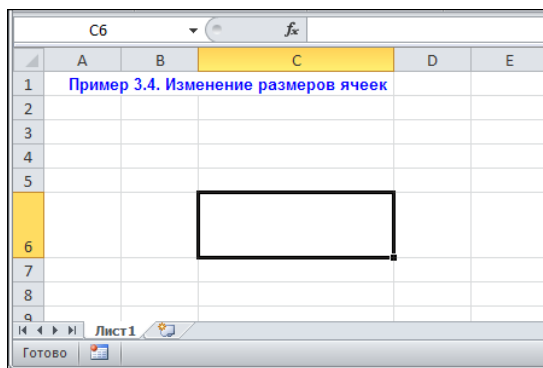


Рис. 3.21. Размеры ячейки изменены

Иногда для изменения размеров ячейки разумнее воспользоваться командами, реализованными через управляющие элементы ленты приложения. Так, для изменения высоты ячейки выделим ее и воспользуемся командой **Высота строки** пиктограммы-меню **Формат** группы **Ячейки** вкладки ленты **Главная** (рис. 3.22).

Появится диалоговое окно **Высота строки**, в единственном поле которого указывается высота ячейки (рис. 3.23).

Для изменения ширины ячейки используют команду **Ширина столбца** пиктограммы-меню **Формат** группы **Ячейки** вкладки ленты **Главная** (рис. 3.24).

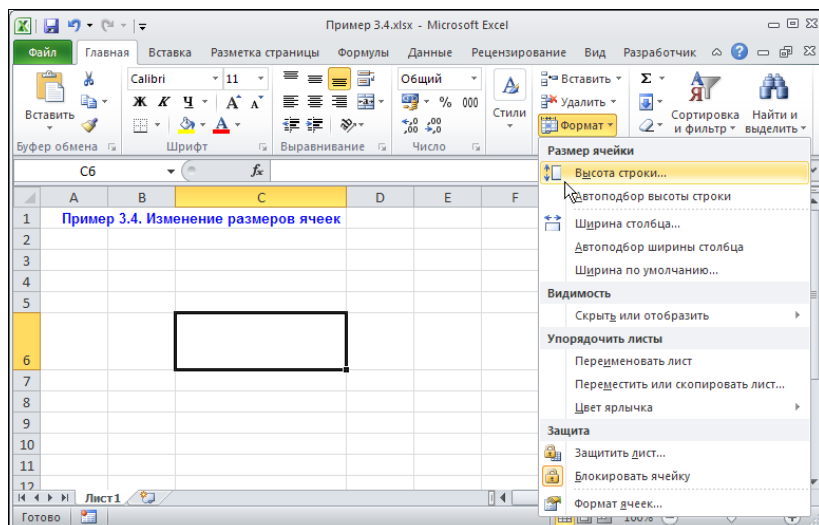


Рис. 3.22. Выбор команды изменения высоты ячейки

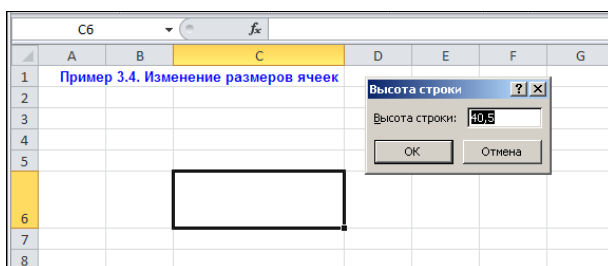


Рис. 3.23. Документ с окном изменения высоты ячейки

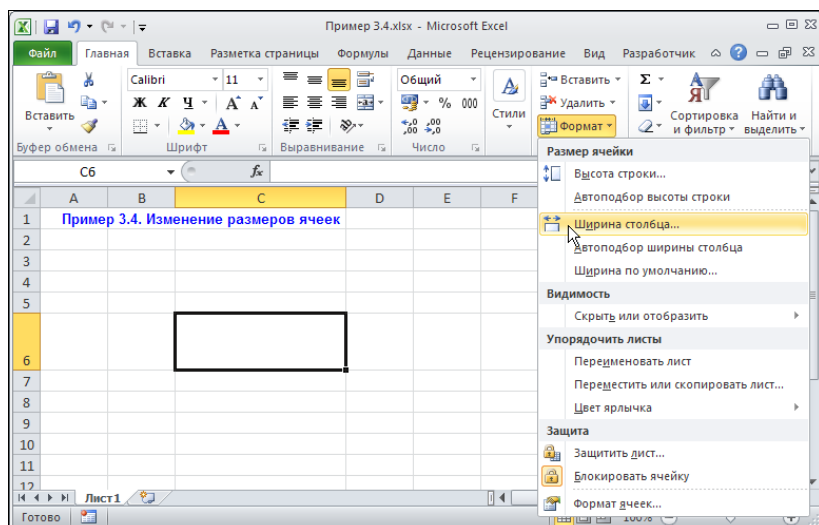


Рис. 3.24. Выбор команды изменения ширины ячейки

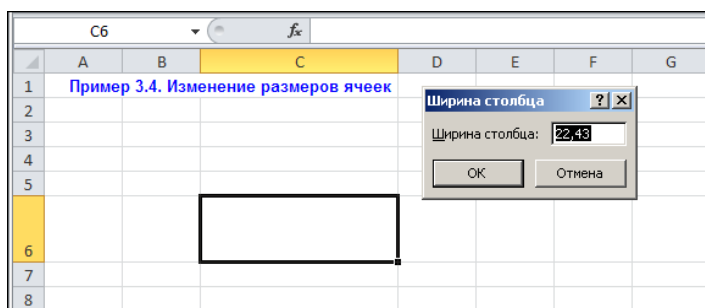


Рис. 3.25. Документ с окном определения ширины ячейки

Ширина ячейки указывается в поле диалогового окна **Ширина столбца** (рис. 3.25).

Кроме этого, существуют всевозможные варианты изменения размеров ячеек таблицы, связанные с применением различных типов форматирования данных в документе. О них будет рассказано далее.

Пример 3.5. Разбивка рабочей области на части

Ряд практически важных задач по использованию документов, содержащих большие массивы данных, решается путем использования области закрепления. Начнем с наиболее простых ситуаций.

На рис. 3.26 показан рабочий документ, в котором на вкладке **Вид** ленты в списке команд пиктограммы-меню **Закрепить области** группы **Окно** выбрана команда **Закрепить верхнюю строку**.

В результате выполнения этой команды верхняя строка рабочего документа выделяется тонкой горизонтальной линией, а при прокрутке рабочей области верхняя строка остается в области видимости. Ситуация такая, как если бы верхняя строка была закреплена в верхней части документа, а прокрутка осуществлялась в отношении нижней части документа, размещенной под первой строкой (рис. 3.27).

Отменить режим закрепления верхней строки (и не только верхней строки, но и всех прочих областей, о которых будет идти речь) можно с помощью команды **Снять закрепление областей** (рис. 3.28).

Команда **Закрепить первый столбец** используется для закрепления первого столбца рабочего листа (рис. 3.29).

При закреплённом первом столбце прокрутка рабочей области вдоль горизонтали осуществляется для ячеек со второго столбца включительно. Первый столбец постоянно пребывает в видимой области документа (рис. 3.30).

Закрепление осуществляется и несколько иначе. Можно, в частности, закрепить область из нескольких строк и (или) столбцов. На рис. 3.31 выделена четвертая строка документа и выбрана команда **Закрепить области**.

В результате закрепляется область, состоящая из трех верхних строк документа (рис. 3.32).

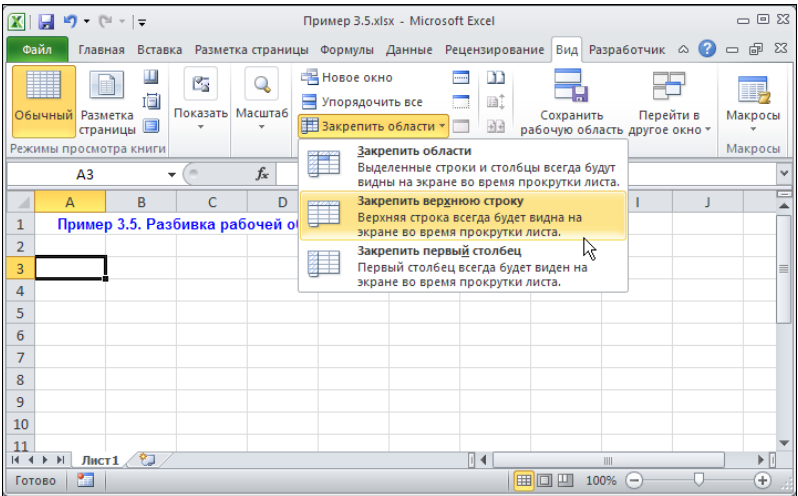


Рис. 3.26. Закрепление верхней строки рабочей области

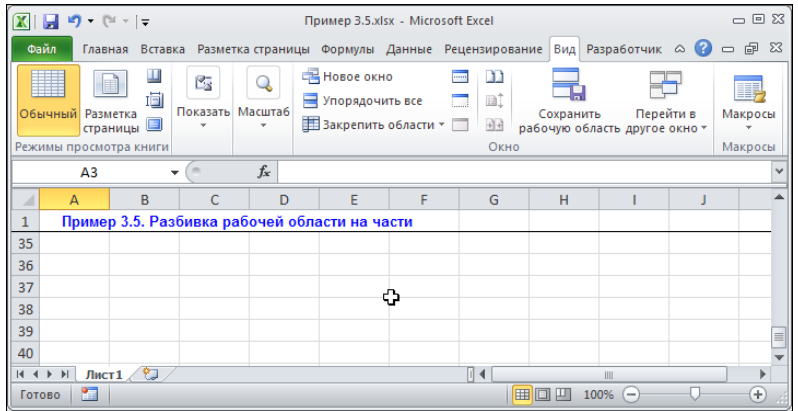


Рис. 3.27. Верхняя строка закреплена

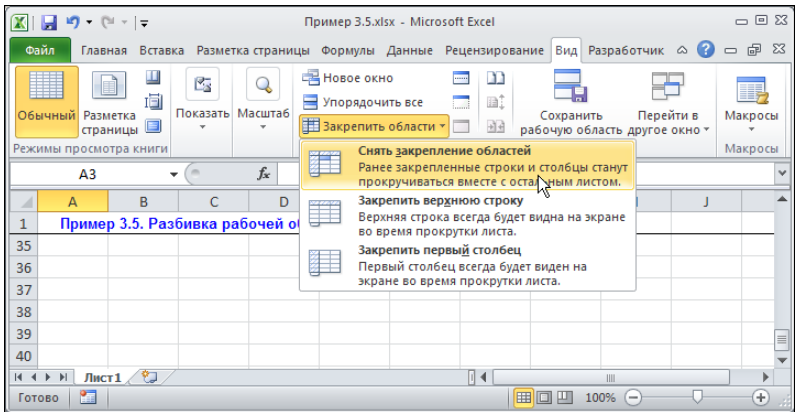


Рис. 3.28. Отмена закрепления верхней строки рабочей области

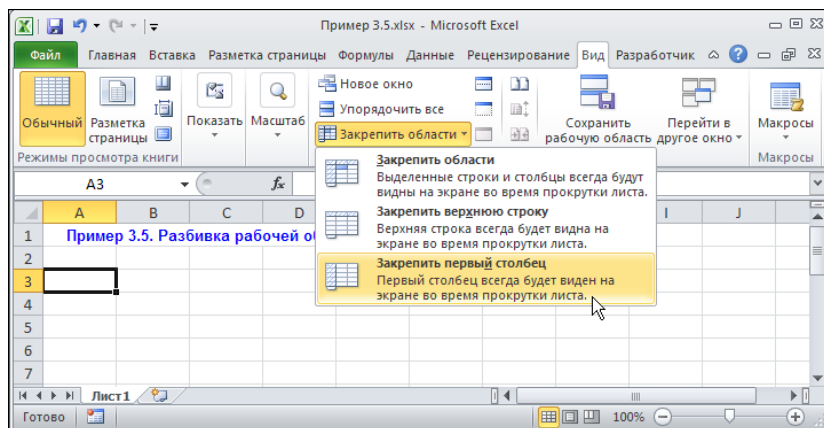


Рис. 3.29. Закрепление первого столбца рабочей области

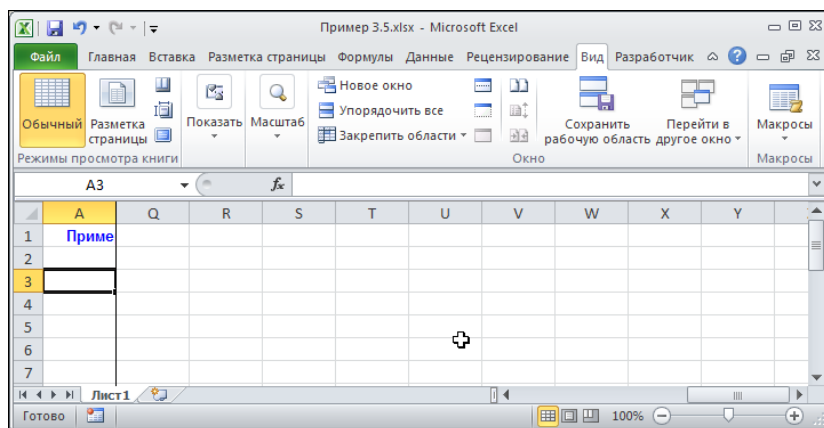


Рис. 3.30. Первый столбец закреплен

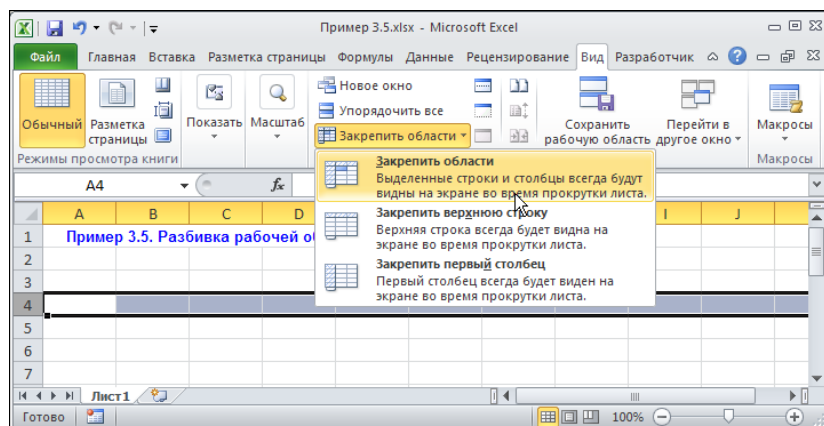


Рис. 3.31. Закрепление первых трех строк рабочей области

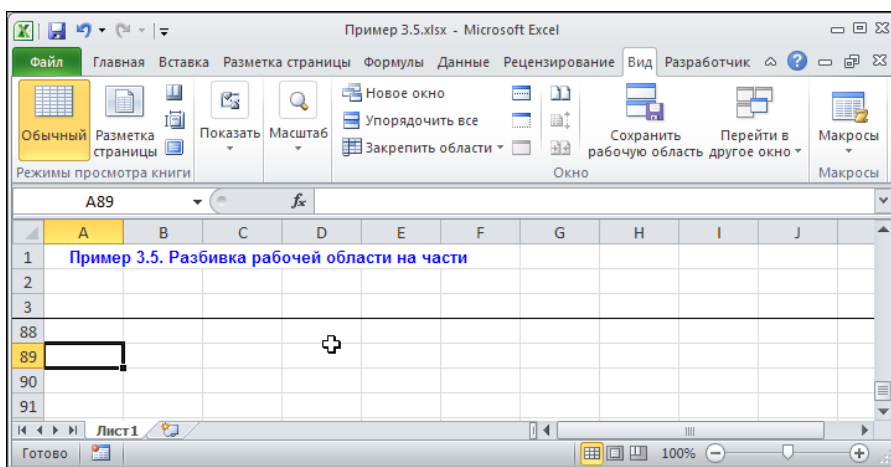


Рис. 3.32. Закреплены три первые строки рабочей области

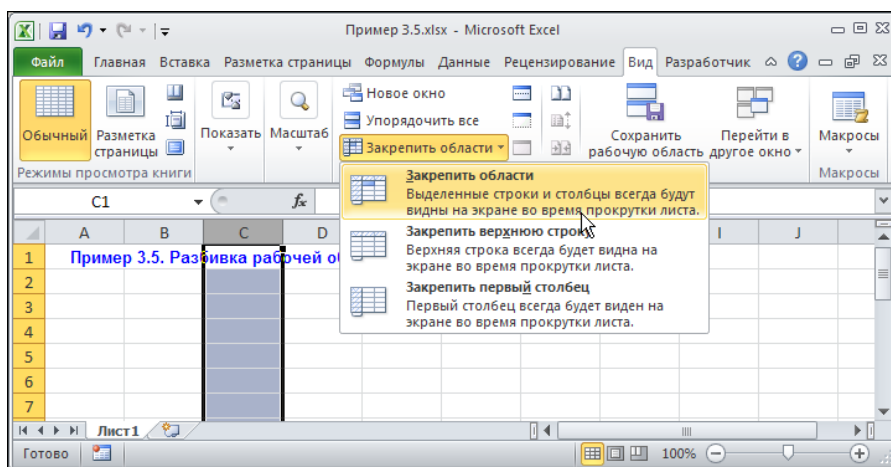


Рис. 3.33. Закрепление первых двух столбцов рабочей области

Для закрепления первых двух столбцов выделяем третий столбец и используем все ту же команду **Закрепить области** из списка одноименной пиктограммы-меню в группе **Окно** вкладки **Вид** ленты (рис. 3.33).

Результат закрепления столбцов таблицы показан на рис. 3.34.

Можно также закрепить область в левом верхнем углу рабочего листа. Для этого выделяем ячейку (например, **D6**, как на рис. 3.35) и выбираем команду **Закрепить области**.

Границы области закрепления будут проведены сверху и слева от выделенной ячейки. В данном случае закреплена область **A1:C5** (рис. 3.36).

При закрепленной области в левом верхнем углу документа прокрутка рабочей области может осуществляться для строк ниже области закрепления и столбцов справа от этой области.

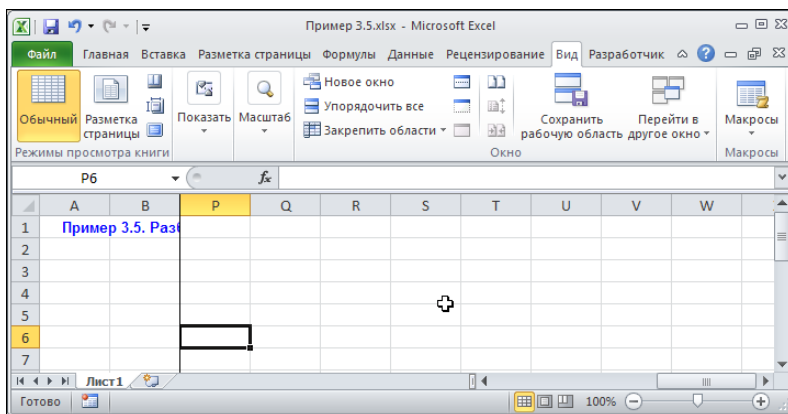


Рис. 3.34. Закреплены первые два столбца рабочей области

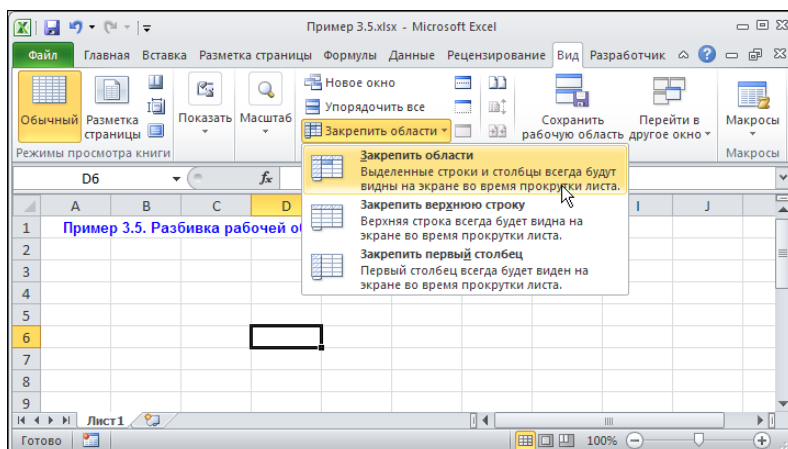


Рис. 3.35. Закрепление области в верхнем левом углу рабочей области

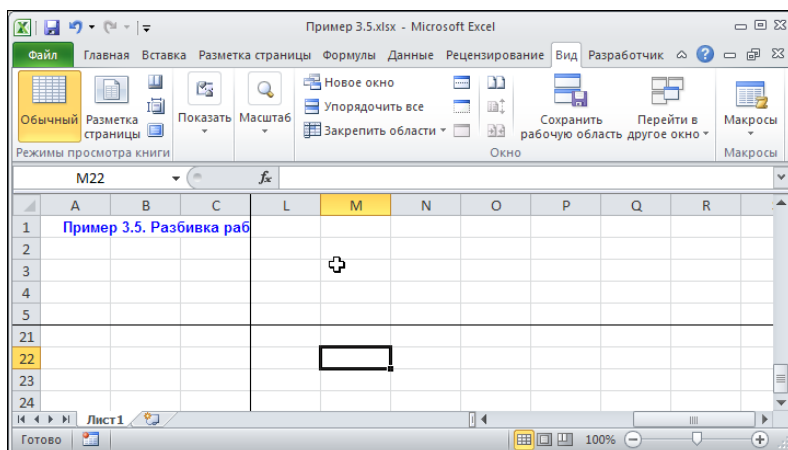


Рис. 3.36. Закреплена левая верхняя часть рабочей области

Закреплять области можно несколько иначе, с помощью специальных ползунков. Ползунки расположены в верхней части вертикальной полосы прокрутки и правой части горизонтальной полосы прокрутки. Для определения горизонтальной границы области закрепления наводим курсор мыши на ползунок у вертикальной полосы прокрутки и нажимаем левую кнопку мыши (рис. 3.37).

Курсор принимает вид двунаправленной стрелки с двойной чертой по центру и, кроме того, появляется горизонтальная утолщенная линия, символизирующая границу области закрепления. Удерживая кнопку мыши нажатой, перемещаем границу в нужное место (рис. 3.38).

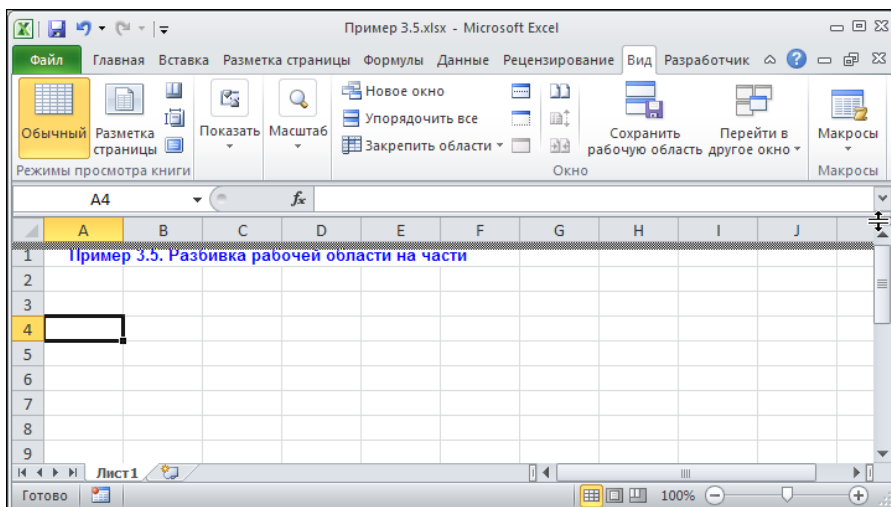


Рис. 3.37. Захват ползунка для определения горизонтальной границы области закрепления

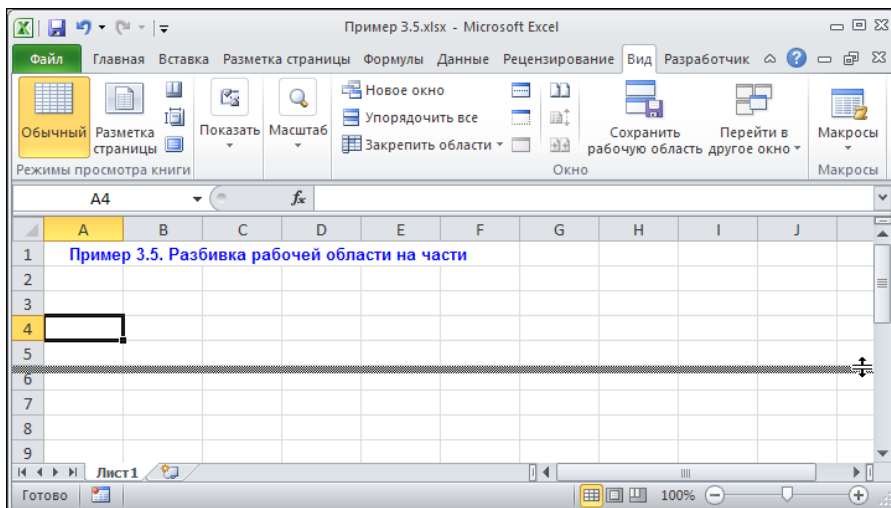


Рис. 3.38. Перемещение горизонтальной границы области закрепления

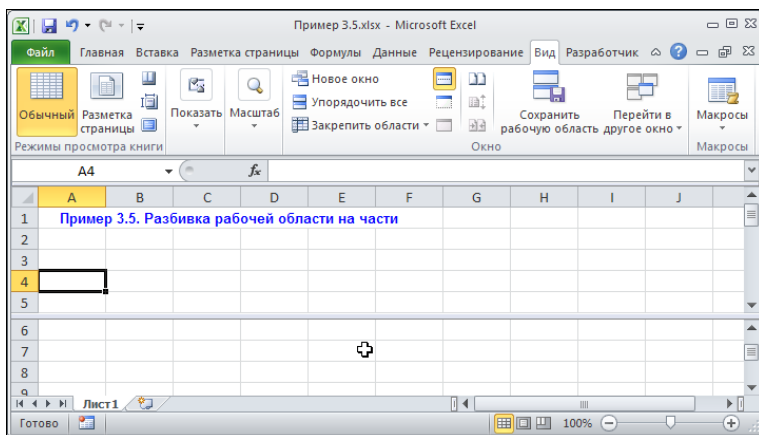


Рис. 3.39. Горизонтальная граница области закрепления определена

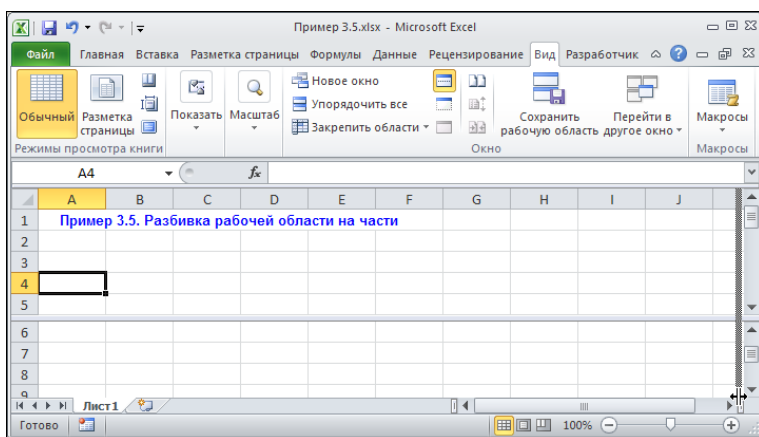


Рис. 3.40. Использование ползунка для определения вертикальной границы области закрепления

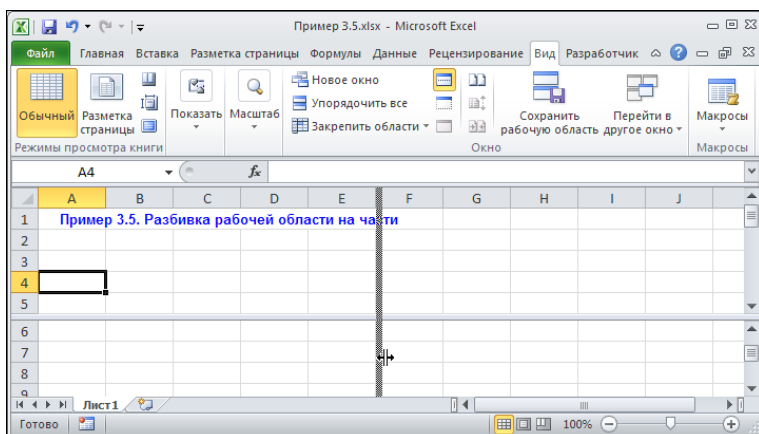


Рис. 3.41. Перемещение вертикальной границы области закрепления

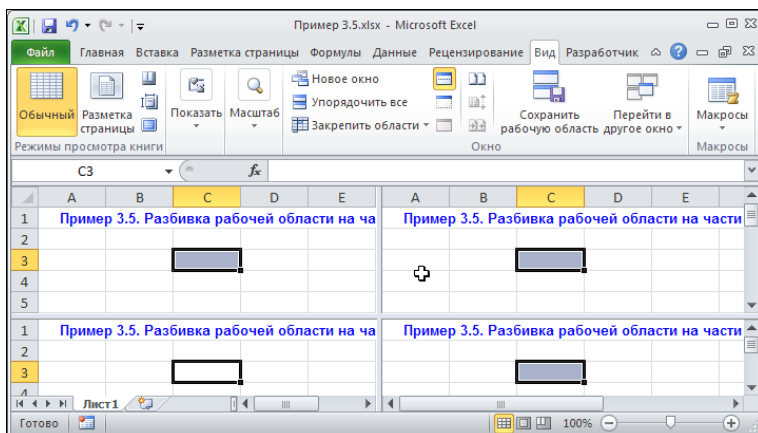


Рис. 3.42. Вертикальная граница области закрепления определена

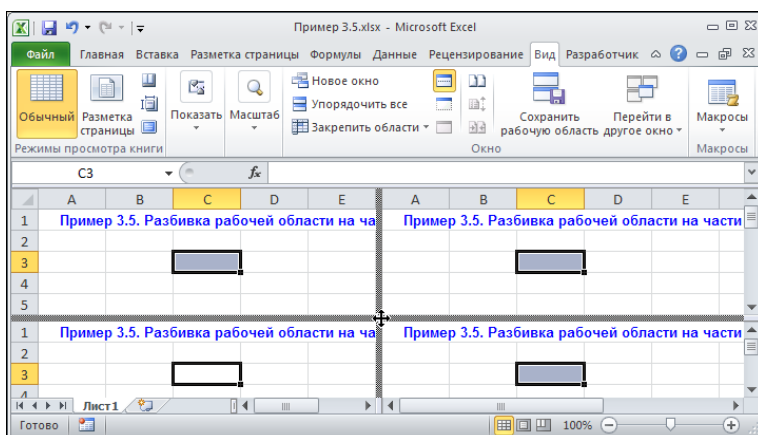


Рис. 3.43. Захват границ области закрепления для перемещения

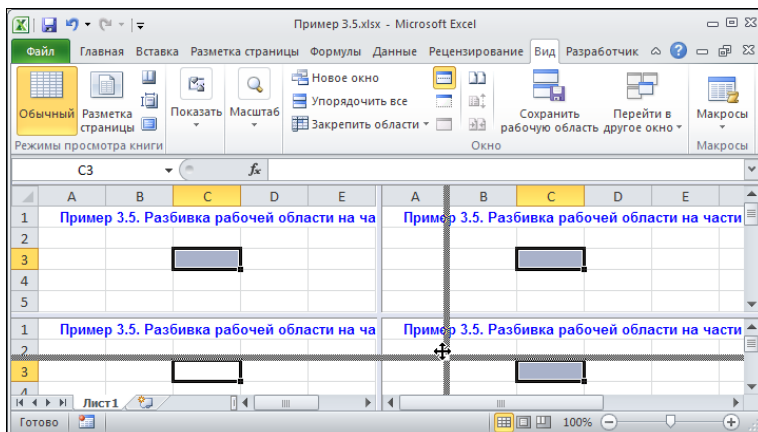


Рис. 3.44. Перемещение границ области закрепления

На рис. 3.39 показан документ с горизонтальной линией границы закрепления.

Таким же образом поступаем с выбором вертикальной границы области закрепления. На рис. 3.40 выполнен захват ползунка у горизонтальной полосы прокрутки.

Процесс перемещения вертикальной границы области закрепления проиллюстрирован на рис. 3.41.

Документ с двумя границами области закрепления представлен на рис. 3.42.

Хотя границы выбраны, они еще не зафиксированы. Поэтому границы можно перемещать: обе сразу или каждую в отдельности. Для перемещения одной границы на нее наводят курсор мыши, нажимают левую кнопку и смещают границу. Чтобы перемещать обе границы одновременно, следует навести курсор мыши в точку пересечения границ (рис. 3.43).

Далее границы перемещаются до нужной позиции (рис. 3.44). Для удаления границы незакрепленной области на линии этой границы выполняют двойной щелчок.

Перед закреплением области необходимо четко установить, какая область будет закрепляться. Дело в том, что пока границы не зафиксированы, в пределах каждой из четырех частей документа его можно прокручивать в произвольных пределах (разумеется, пределы ограничиваются рабочей областью документа). На рис. 3.45 перед фиксацией границ левая верхняя область размещена так, что нижней правой ячейкой является **I10**, при этом верхняя левая ячейка **A1** не видна (не попадает в видимую область документа).

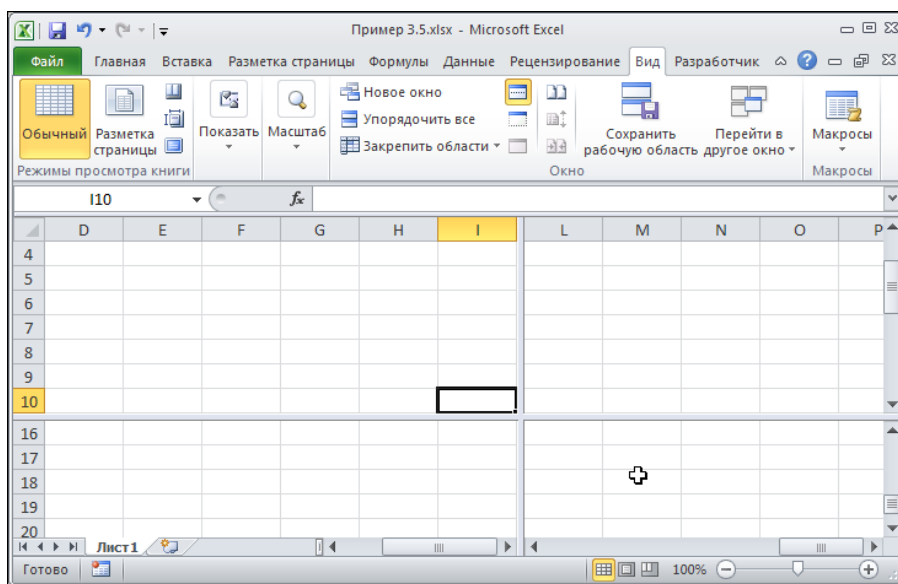


Рис. 3.45. Документ перед закреплением области

После выбора команды **Закрепить области** границы области фиксируются, и документ примет вид, как на рис. 3.46.

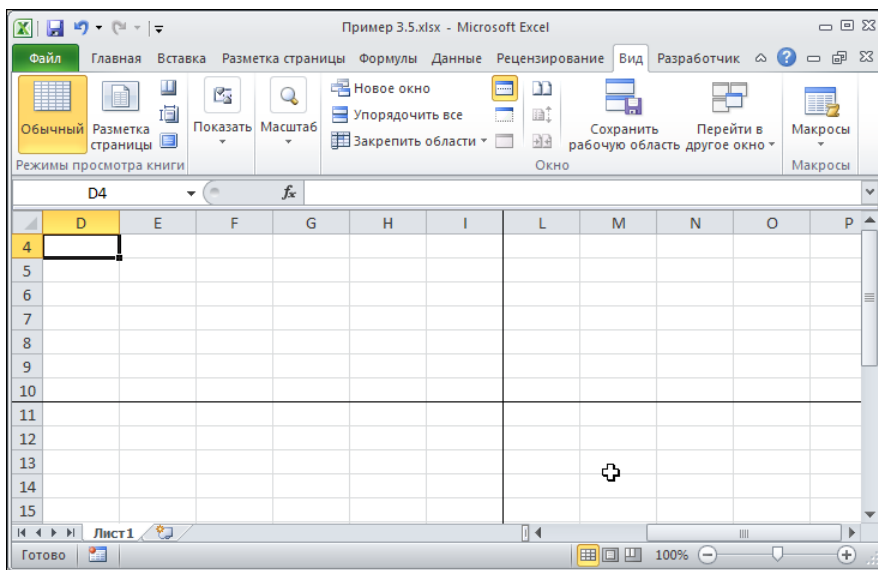


Рис. 3.46. Закрепление области выполнено

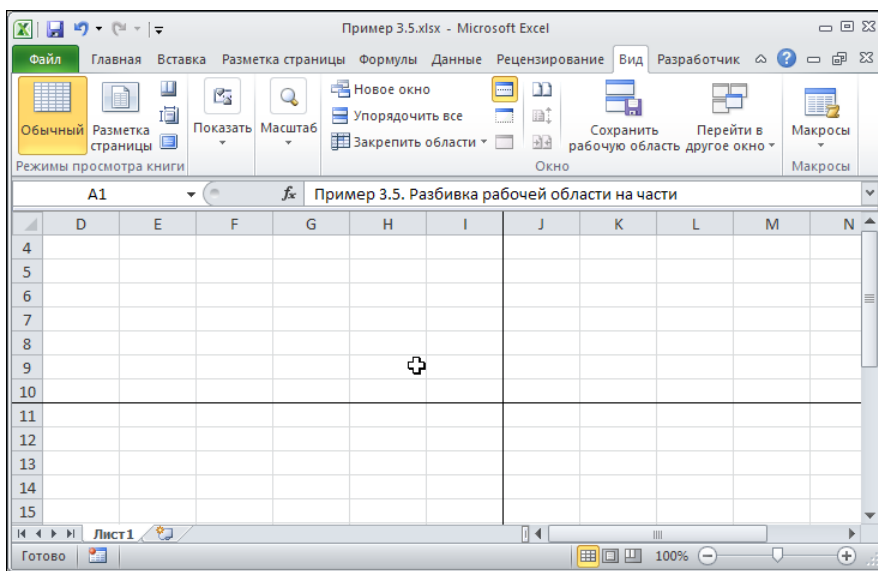


Рис. 3.47. В результате выполненного закрепления области верхняя левая ячейка рабочей области недоступна для просмотра

Первой видимой ячейкой сверху слева является ячейка **D4**. Таким образом, в области видимости остается диапазон ячеек **D4:I10**, причем прокрутка рабочей области документа осуществляется только справа и вниз от этой области.

Хотя ячейка **A1** в область видимости не попадает, значение этой ячейки можно просмотреть: достаточно в поле имени ввести адрес ячейки **A1** (рис. 3.47).

Значение ячейки отображается в строке формул. Чтобы снять разделение на области, достаточно воспользоваться командой **Снять закрепление областей**.

Описанная процедура по настройке границ области закрепления может быть выполнена с помощью специальной пиктограммы вкладки **Вид** ленты. Если щелкнуть на пиктограмме **Разделить** группы **Окно**, то сверху и слева от активной ячейки будут добавлены границы области закрепления (рис. 3.48).

Последующие действия пользователя по фиксации границ области закрепления были описаны ранее.

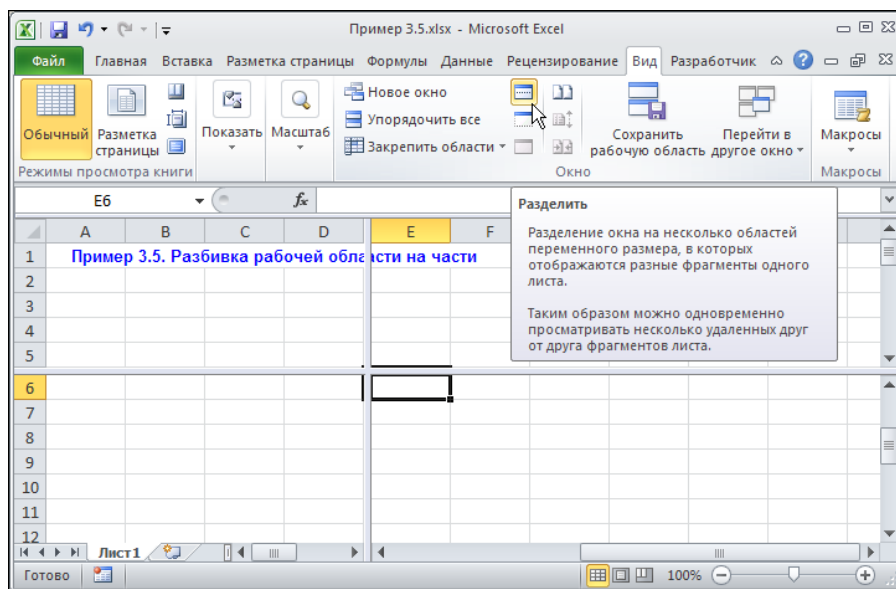


Рис. 3.48. Добавление границ области закрепления с помощью щелчка на пиктограмме **Разделить**

Глава 4



Листы

Рабочая книга Excel состоит из листов. Каждый лист рабочей книги содержит отдельный блок данных, которые, строго говоря, могут быть не связаны друг с другом. Тем не менее, в Excel существуют встроенные механизмы, позволяющие тесно кооперировать данные в разных листах таким образом, что все они подчиняются единой схеме, формируя тем самым рабочий документ. Умелое использование нескольких листов в рамках одного документа является показателем высокого профессионального уровня пользователя. Особенности работы с книгами, состоящими из нескольких листов, посвящена эта глава.

Пример 4.1. Добавление и удаление листов

Для эффективной работы с листами книги необходимо как минимум иметь возможность контролировать их количество в рабочей книге. Для добавления нового рабочего листа в книгу можно щелкнуть на пиктограмме справа от корешков рабочих листов книги в нижней части окна приложения Excel (рис. 4.1).

После щелчка на пиктограмме в конец ряда корешков рабочих листов книги добавляется еще один, соответствующий вновь созданному рабочему листу (рис. 4.2).



Рис. 4.1. Добавление нового листа в рабочий документ с помощью специальной пиктограммы

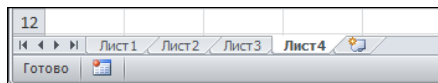


Рис. 4.2. Новый рабочий лист добавлен

Эту же процедуру можно проделать несколько иначе. Достаточно воспользоваться вкладкой **Главная** ленты и, в частности, в группе **Ячейки** раскрыть список меню **Вставить**, выбрав в раскрывающемся списке команду **Вставить лист** (рис. 4.3).

В этом случае новый рабочий лист добавляется перед тем листом книги, который был активен на момент создания нового листа. На рис. 4.4 новый добавленный лист в последовательности листов является предпоследним.

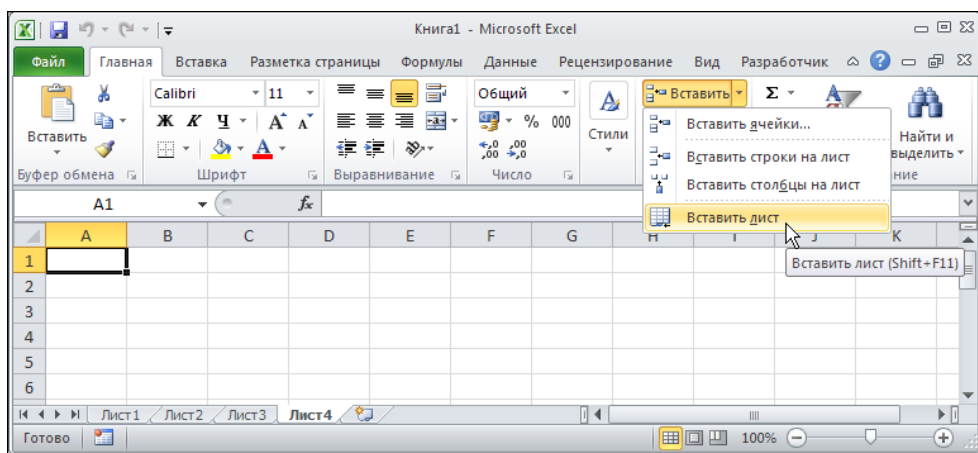


Рис. 4.3. Добавление листа с помощью пиктограмм вкладки Главная

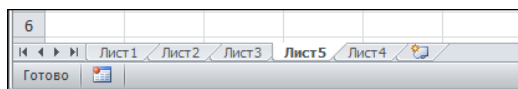


Рис. 4.4. Новый лист добавлен перед последним листом документа

Порядок следования листов в книге можно изменить, для чего мышью перетаскиваем корешок нового листа на последнюю позицию в ряду корешков рабочих листов книги (рис. 4.5).

В результате созданный лист оказывается последним среди листов книги (рис. 4.6).

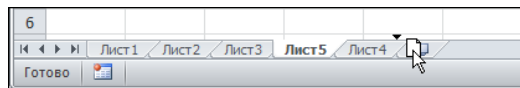


Рис. 4.5. Изменение порядка рабочих листов

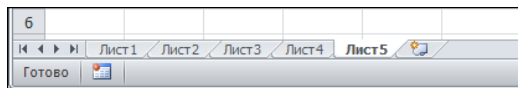


Рис. 4.6. Порядок листов изменен

Достаточно просто листы удаляются из рабочей книги Excel. Например, можно воспользоваться меню **Удалить** группы **Ячейки** вкладки **Главная**. В раскрывающемся списке выбираем команду **Удалить лист** (рис. 4.7).

Другой способ состоит в том, чтобы выделить корешок удаляемого рабочего листа, щелкнуть правой кнопкой мыши и в раскрывшемся контекстном меню выбрать команду **Удалить** (рис. 4.8).

В любом случае рабочий лист успешно удаляется (рис. 4.9).

Единственное, что может случиться, — придется подтвердить необходимость удаления рабочего листа в том случае, если лист содержит данные.

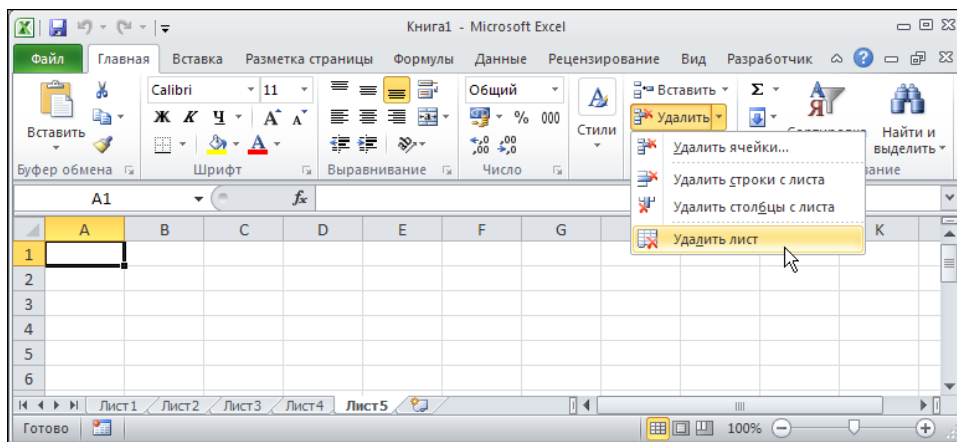


Рис. 4.7. Удаление листа с помощью пиктограмм вкладки Главная

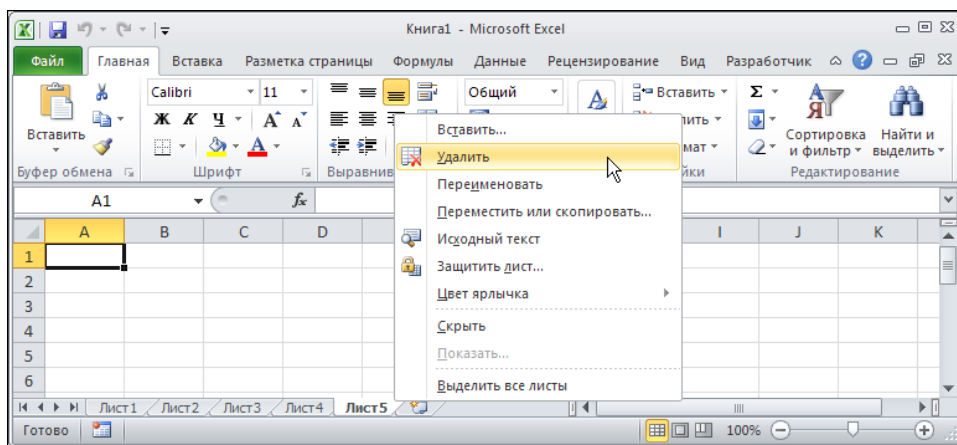


Рис. 4.8. Удаление рабочего листа с помощью команды контекстного меню

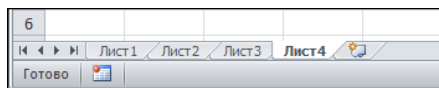


Рис. 4.9. Рабочий лист удален

Пример 4.2. Количество листов по умолчанию

По умолчанию в новой книге, создаваемой в том числе и при запуске приложения, три рабочих листа. Если основная масса документов состоит из одного рабочего листа, то два других либо будут пустыми, либо их придется удалять. Проблему можно решить радикально, как говорится, раз и навсегда. Для этого в окне

настройки параметров приложения **Параметры Excel** в разделе **Общие** в поле **Число листов** изменить значение 3 (количество листов в новой рабочей книге). На рис. 4.10 в этом поле указано значение 20.

Если после этого создать новую книгу, она будет содержать, как несложно догадаться, 20 рабочих листов (рис. 4.11).

Корешки всех листов в область просмотра не помещаются, поэтому отображается часть из них. Для работы с документами, содержащими большое число листов, используют полосу прокрутки корешков листов. Полоса расположена слева от корешка первого листа и содержит всего четыре пиктограммы (табл. 4.1).

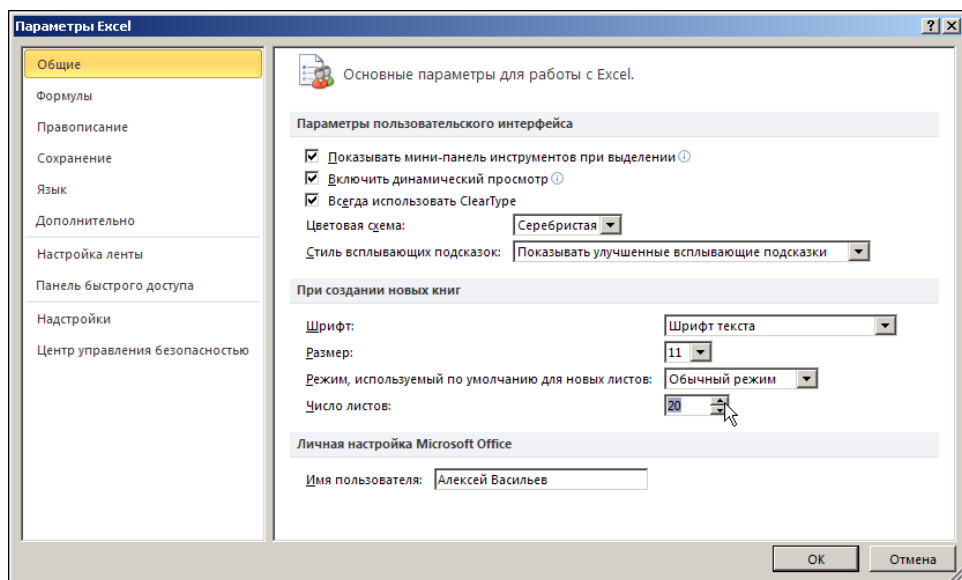


Рис. 4.10. Изменение количества листов по умолчанию до 20

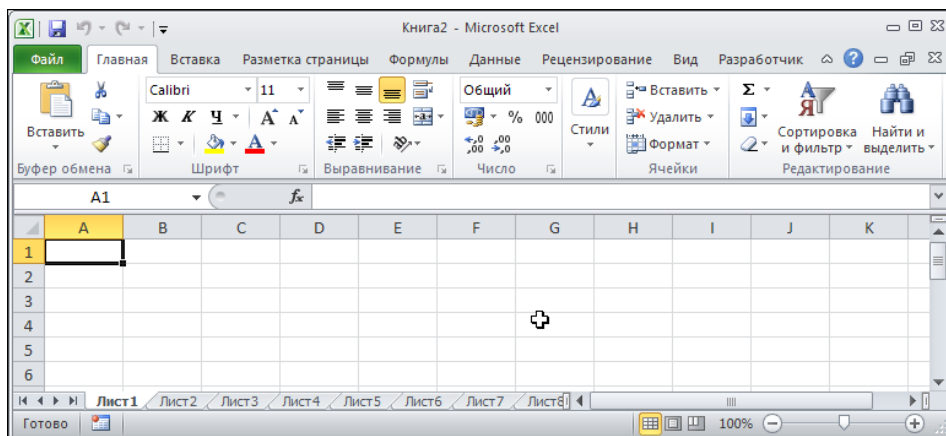
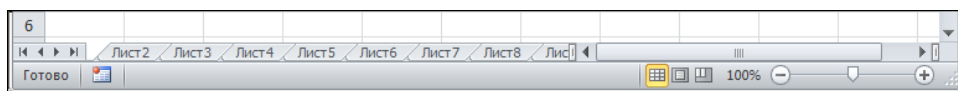


Рис. 4.11. Новая книга в соответствии с настройками приложения содержит 20 листов

Таблица 4.1. Пиктограммы полосы прокрутки корешков листов

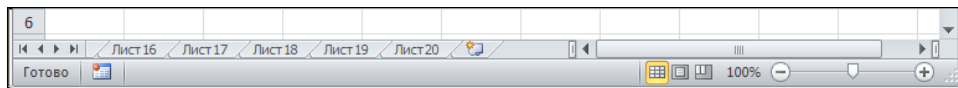
Пиктограмма	Назначение
	Переход в начало ряда корешков рабочих листов
	Переход влево на одну позицию в ряду корешков рабочих листов
	Переход вправо на одну позицию в ряду корешков рабочих листов
	Переход в конец ряда корешков рабочих листов

Существует возможность сдвигать в области отображения корешков весь ряд корешков на одну позицию вправо или влево, а также можно переходить в начало или конец ряда. На рис. 4.12 щелчок на кнопке  полосы прокрутки корешков приводит к тому, что крайним слева оказывается корешок второго рабочего листа.

**Рис. 4.12.** Корешки смещены на одну позицию влево

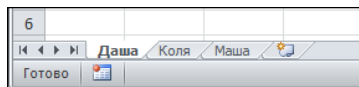
Щелчок на пиктограмме  полосы прокрутки корешков позволяет сместить весь ряд влево до предела, так что виден корешок последнего листа (рис. 4.13).

Однако следует иметь в виду, что при этом активный лист не меняется.

**Рис. 4.13.** Корешки смещены влево до предела

Пример 4.3. Переименование и выделение листов

Используемые по умолчанию названия для рабочих листов не всегда удобны. Листы в книге можно назвать по своему усмотрению. Для этого можно выполнить двойной щелчок мышью на корешке листа, в результате чего название листа становится доступным для редактирования (рис. 4.14).

**Рис. 4.14.** Выделение корешка листа перед переименованием**Рис. 4.15.** Рабочие листы книги переименованы

В область корешка вводится новое название листа. На рис. 4.15 переименованы все три листа рабочей книги.

Корешки рабочих листов можно выделять цветом. Достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши в области корешка и в раскрывшемся контекстном меню воспользоваться подменю **Цвет ярлычка** (рис. 4.16).

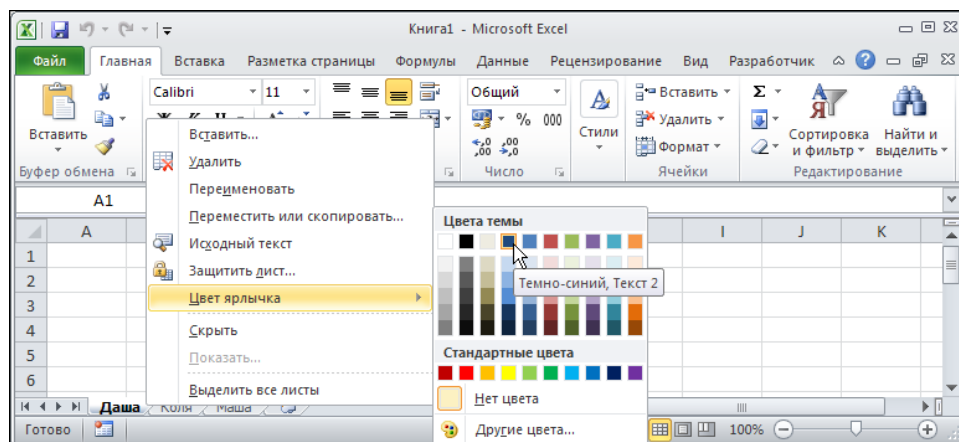


Рис. 4.16. Выделение корешка рабочего листа цветом

В раскрывшейся цветовой палитре выбираем цвет закрашки корешка рабочего листа. На рис. 4.17 два корешка из трех выделены цветом.

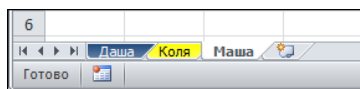


Рис. 4.17. Два из трех корешков выделены цветом

Цветовое выделение корешка хорошо видно, только если лист неактивен. Для активных листов с раскрашенными корешками в корешке виден только слабый оттенок цвета закрашки. Выделение корешков рабочих листов разными цветами — достаточно удобный прием, благодаря которому в процессе работы легче находить нужный лист книги (особенно если листов много).

Пример 4.4. Скрытие и отображение листов

Так же как отдельные строки и столбцы таблицы, можно сворачивать (скрывать) и разворачивать (отображать в явном виде) целые рабочие листы книги. Речь идет о том, что тот или иной рабочий лист может быть при желании скрыт от пользователя (однако не удален — данные рабочего листа не теряются), а затем, при необходимости, отображен в явном виде.

Проще всего щелкнуть правой кнопкой мыши на вкладке рабочего листа и в списке контекстного меню выбрать команду **Скрыть** (рис. 4.18).

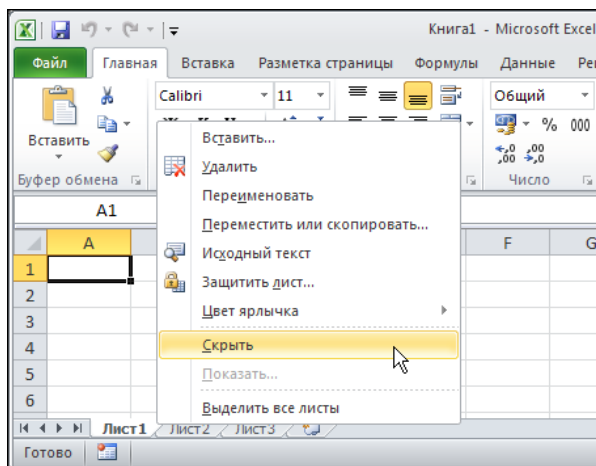


Рис. 4.18. Выбор команды скрытия листа из списка контекстного меню

Можно также воспользоваться командой **Скрыть** или **отобразить** | **Скрыть лист** в списке команд пиктограммы-меню **Формат** группы **Ячейки** вкладки **Главная** (рис. 4.19).

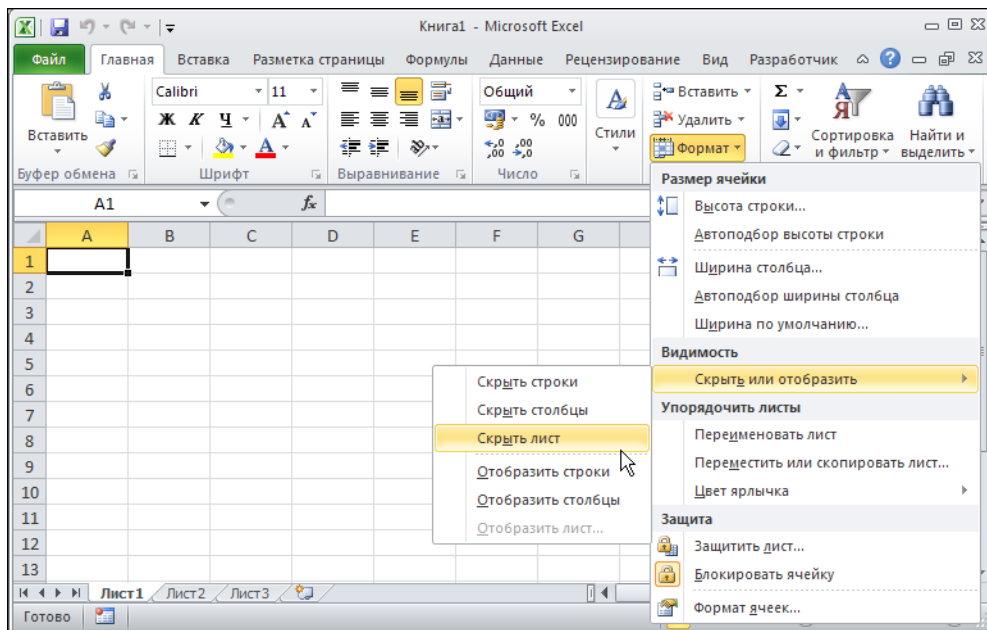


Рис. 4.19. Выбор команды скрытия листа через ленту приложения

После выполнения любой из этих команд рабочий лист исчезнет из поля зрения пользователя, причем от него не останется даже корешка (рис. 4.20).

Обратная процедура по отображению скрытого рабочего листа также осуществляется несколькими способами. Можно щелкнуть на корешках отображаемых рабочих листов правой кнопкой мыши и выбрать в контекстном меню команду **Показать** (рис. 4.21).

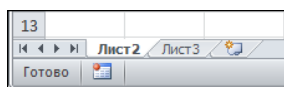


Рис. 4.20. Лист скрыт вместе с корешком

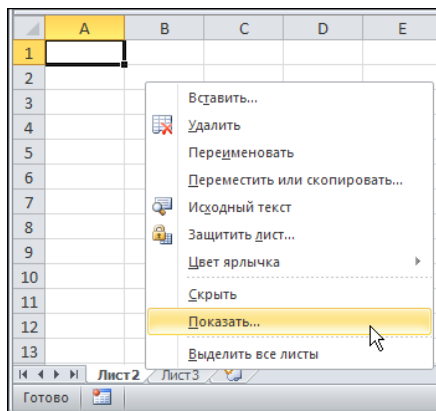


Рис. 4.21. Выбор команды отображения скрытого листа из списка контекстного меню

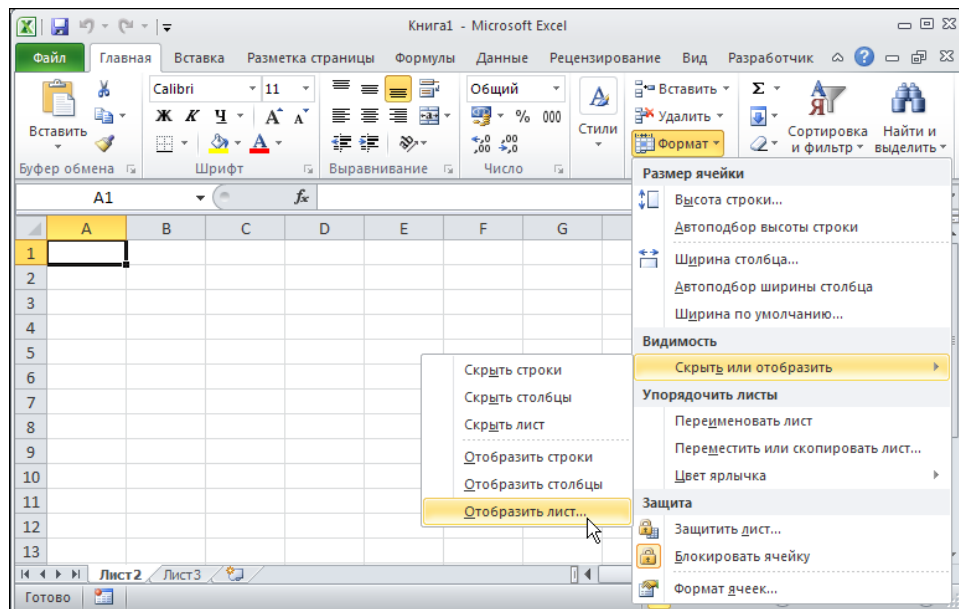


Рис. 4.22. Выбор команды отображения скрытого листа через ленту приложения

Полезной окажется команда **Скрыть или отобразить | Отобразить лист** (рис. 4.22).

В результате открывается диалоговое окно **Вывод на экран скрытого листа** со списком скрытых рабочих листов, в котором следует выбрать отображаемый в явном виде лист (рис. 4.23).

Лист появляется вместе с корешком (рис. 4.24).

Дальше с ним можно работать в обычном режиме.

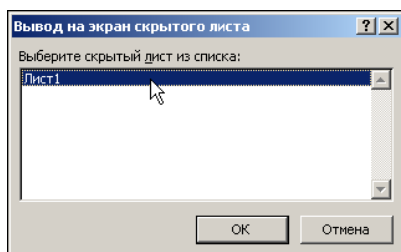


Рис. 4.23. Окно выбора скрытых листов для отображения в явном виде

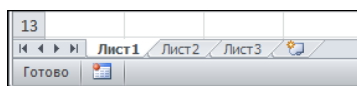


Рис. 4.24. Корешок листа добавлен в документ

Пример 4.5. Отображение корешков листов

В Excel есть режим, при котором корешки рабочих листов не отображаются совсем. Для перехода в режим открываем окно настроек приложения **Параметры Excel** и в разделе **Дополнительно** отменяем флажок опции **Показывать ярлычки листов** (рис. 4.25).

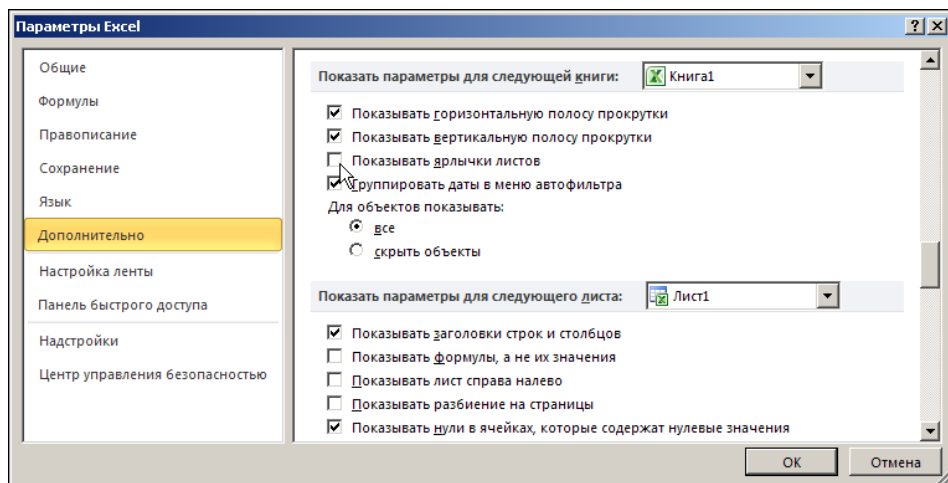


Рис. 4.25. Переход в режим скрытия корешков рабочих листов

После перехода в этот режим в нижней части документа корешки рабочих листов не отображаются, хотя документ состоит из нескольких листов (рис. 4.26).

Поскольку корешков нет, для перехода между рабочими листами используем клавиатуру. Переход к следующему рабочему листу осуществляется нажатием комбинации клавиш <Ctrl>+<Pg Dn>. Открытый на первом листе документ показан на рис. 4.27.

После нажатия комбинации клавиш <Ctrl>+<Pg Dn> переходим ко второму листу (рис. 4.28).

Для возврата к предыдущему листу нажимаем комбинацию клавиш <Ctrl>+<Pg Up>.

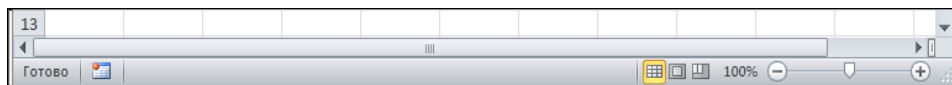


Рис. 4.26. В документе корешки рабочих листов не отображаются

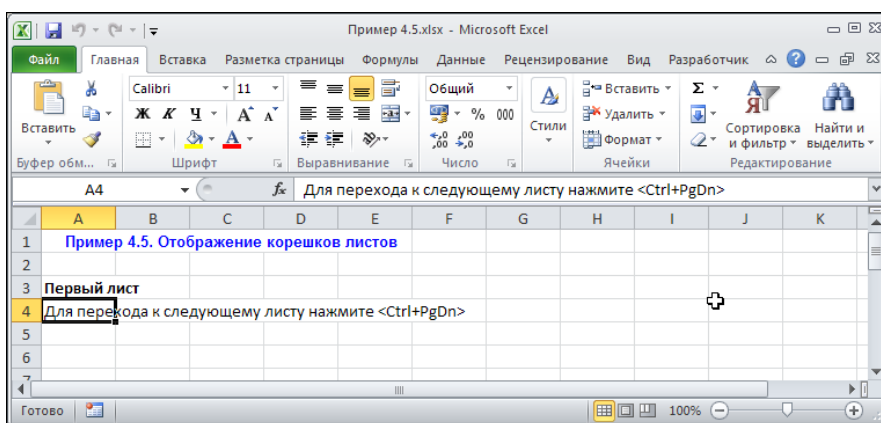


Рис. 4.27. Для перехода к следующему рабочему листу нажимаем комбинацию клавиш <Ctrl>+<Pg Dn>

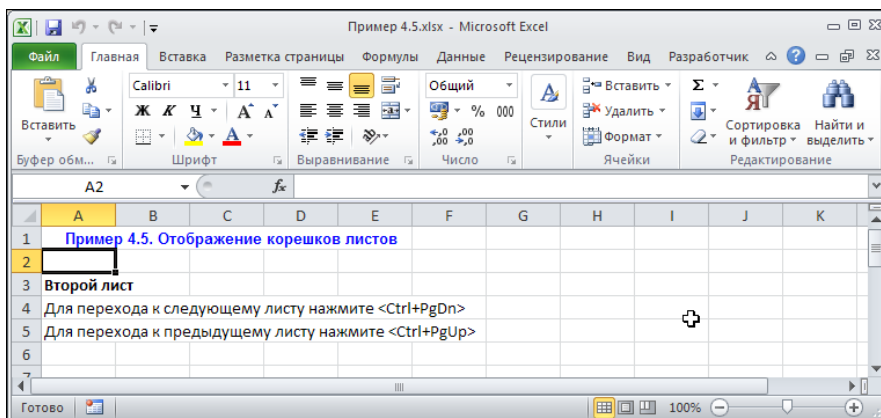


Рис. 4.28. Для перехода к предыдущему рабочему листу нажимаем комбинацию клавиш <Ctrl>+<Pg Up>

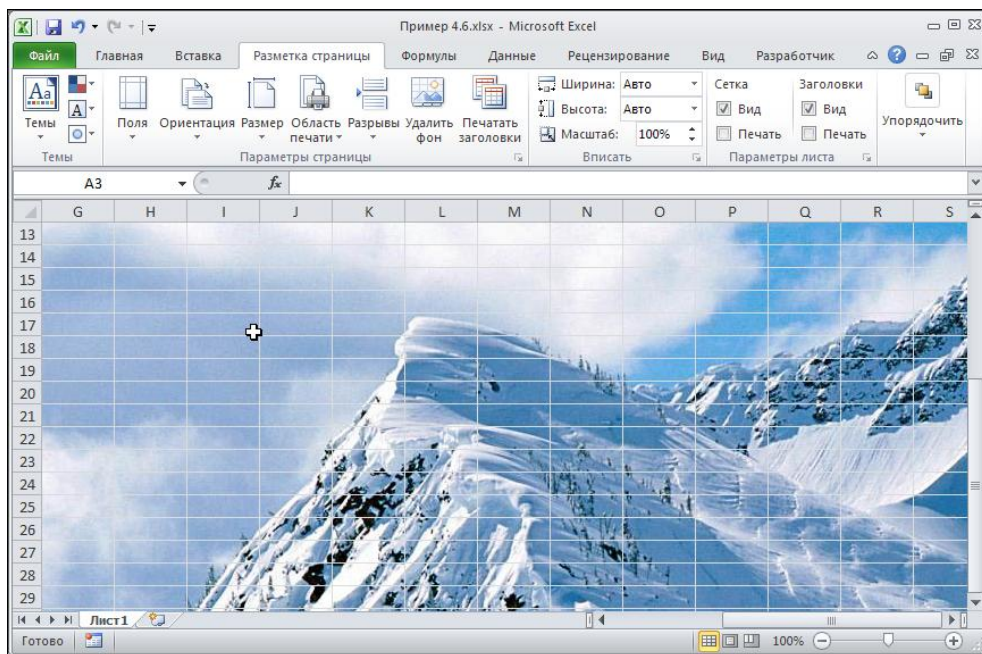


Рис. 4.31. В рабочий лист добавлен фоновый рисунок

После вставки фонового рисунка рабочий документ будет выглядеть так, как показано на рис. 4.31.

Фон добавляется только в текущий рабочий лист. Прочие листы документа фона не имеют.



Глава 5

Книги

В этой главе речь пойдет о методах работы с книгами Excel в целом. Другими словами, остановимся на тех вопросах, которые имеют отношение к организации работы с Excel на уровне глобальных настроек рабочих документов, в том числе и к созданию новых документов на основе шаблонов, сохранению документов в различных форматах и т. п.

Пример 5.1. Создание нового рабочего документа

Для создания нового рабочего документа Excel можно выбрать команду **Создать** на вкладке **Файл**. В результате откроется область, в которой среди ряда утилит (ссылок, пиктограмм и полей) имеется несколько управляющих элементов, полезных при создании книги (рис. 5.1).

Фактически в этом окне необходимо определить шаблон или рабочую книгу Excel, на основе которых будет создан новый документ. В табл. 5.1 приведены названия пиктограмм шаблонов раздела **Доступные шаблоны**, размещенного в верхней части области создания нового документа.

Таблица 5.1. Названия пиктограмм для выбора шаблона

Название	Назначение
Новая книга	Создание нового документа на основе стандартной пустой книги
Последние шаблоны	Создание нового документа на основе недавно использованного шаблона
Образцы шаблонов	Создание нового документа на основе стандартного пустого шаблона
Мои шаблоны	Создание нового документа на основе существующих шаблонов пользователя
Из существующего документа	Создание нового документа на основе существующей рабочей книги

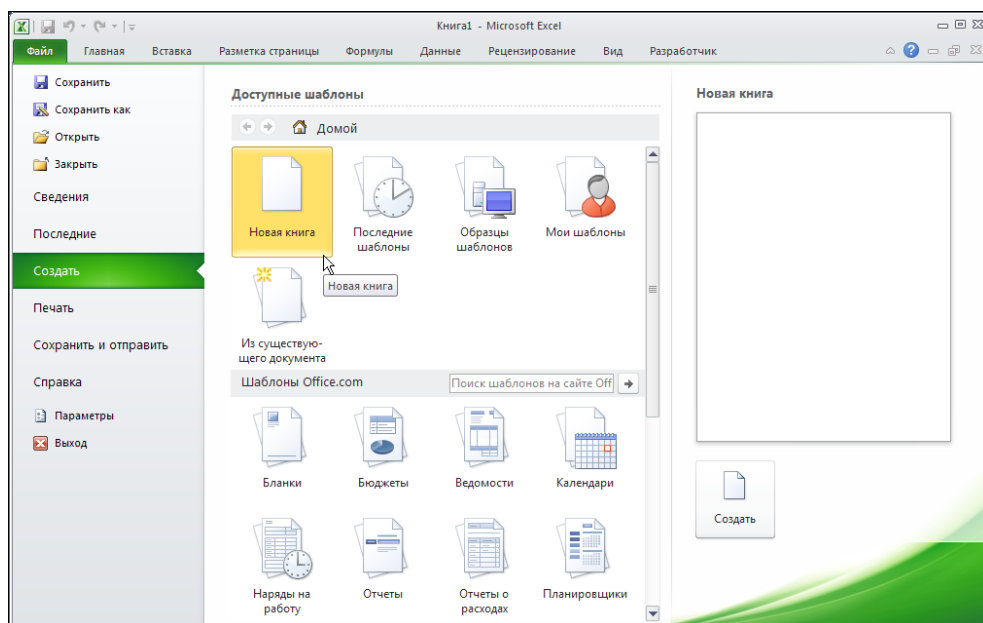


Рис. 5.1. Создание нового рабочего документа

Создание стандартного пустого документа особого интереса не представляет. В этом случае выбирается пиктограмма **Новая книга** и затем щелкается пиктограмма **Создать** в правой части области создания документа (либо вместо этого двойной щелчок на пиктограмме **Новая книга**). Более интересной является процедура создания документа на основе специального шаблона или существующей книги. Так, при щелчке на команде **Мои шаблоны** открывается окно **Создать** со списком доступных шаблонов пользователя (рис. 5.2).

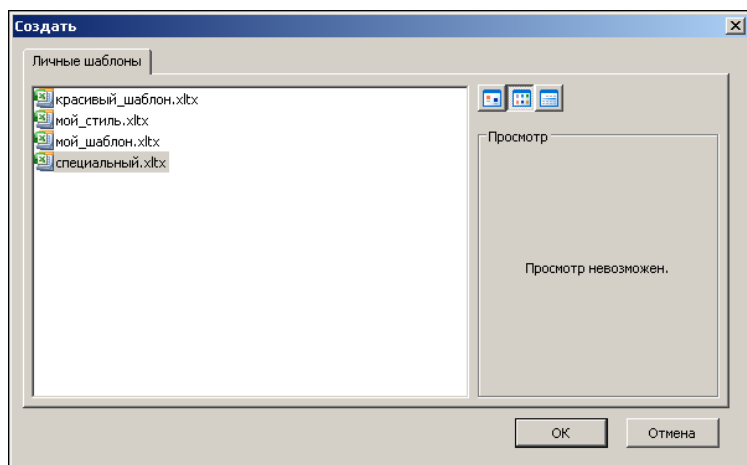


Рис. 5.2. Диалоговое окно выбора шаблона для создания документа

Документ создается на основе выбранного в этом окне шаблона. Практически так же создается документ на основе существующей рабочей книги. После щелчка на пиктограмме **Из существующего документа** в области создания документа открывается окно поиска и выбора файлов **Создание из имеющейся книги**, в котором необходимо указать ту рабочую книгу, на основе которой следует создать новый документ (рис. 5.3).

Процедуру создания новых документов можно несколько упростить, если разместить на ленте, а лучше на панели быстрого доступа специальную пиктограмму (рис. 5.4).

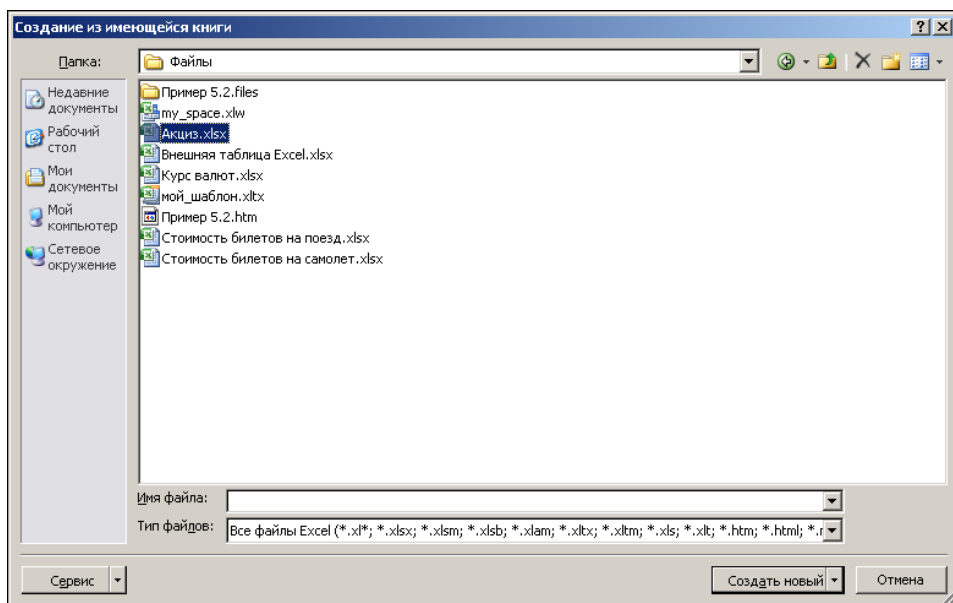


Рис. 5.3. Выбор книги для создания на ее основе нового документа

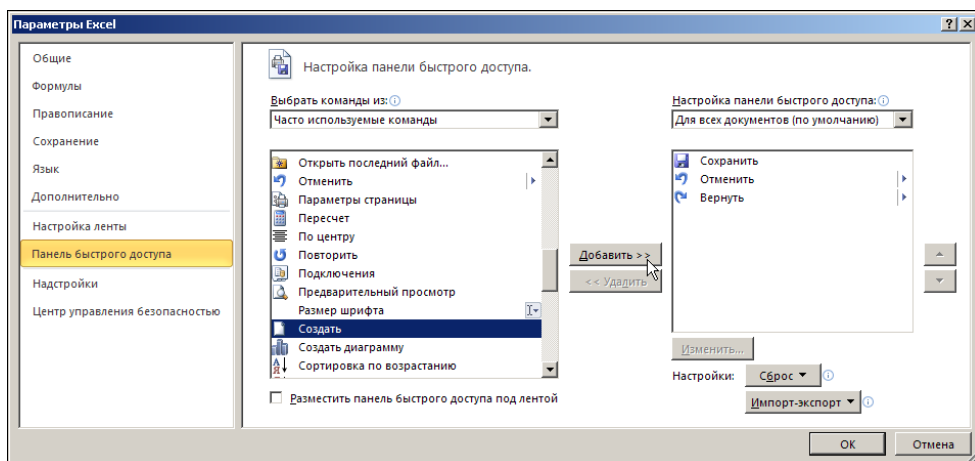


Рис. 5.4. Добавление пиктограммы создания нового документа на панель быстрого доступа

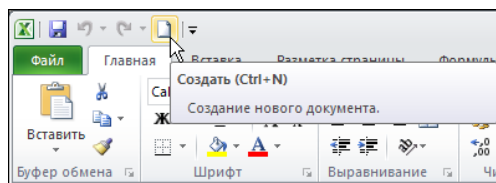


Рис. 5.5. Панель меню с пиктограммой создания нового документа

Панель быстрого доступа рабочего документа с пиктограммой создания нового документа показана на рис. 5.5.

После щелчка на этой пиктограмме автоматически создается новый пустой документ (рабочая книга).

Пример 5.2. Сохранение документа

Особенность сохранения документов Excel в последних версиях приложения связана в первую очередь с обилием форматов, в которых сохраняются рабочие документы.

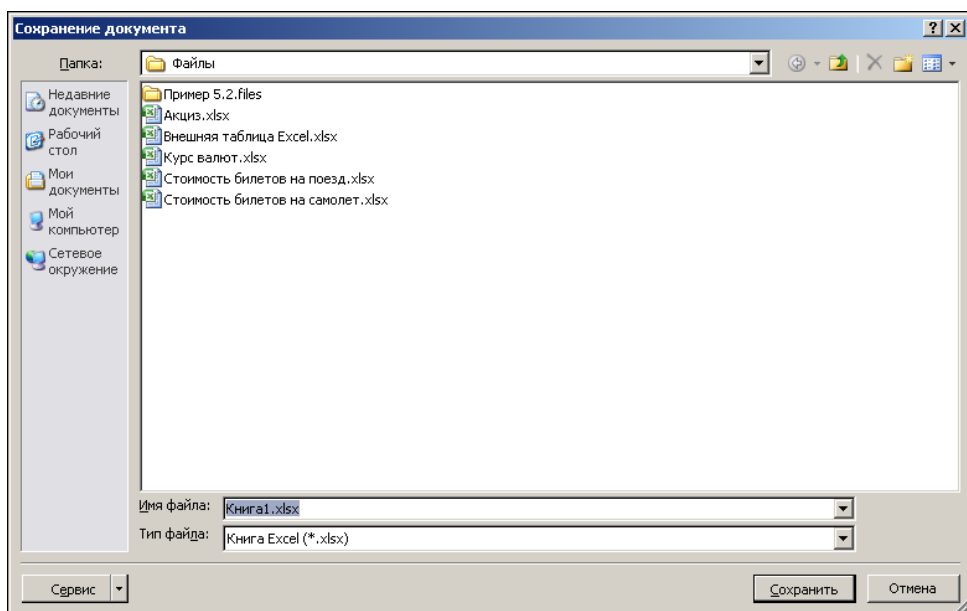


Рис. 5.6. Сохранение файла

Для сохранения документа можно щелкнуть на соответствующей пиктограмме панели быстрого доступа или воспользоваться командой **Сохранить** (или **Сохранить как**) на вкладке **Файл**. Если документ сохраняется впервые, то откроется диалоговое окно **Сохранение документа**, в поле **Имя файла** которого указывают имя файла, а в раскрывающемся списке **Тип файла** выбирают его тип (рис. 5.6).

Основные типы форматов, в которых сохраняют документы, созданные в Excel, представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Типы файлов для сохранения

Название	Расширение
Книга Excel	xlsx
Книга Excel с поддержкой макросов	xlsm
Двоичная книга Excel	xlsb
Книга Excel 97-2003	xls
XML-данные	xml
Веб-страница в одном файле	mht или mhtml
Веб-страница	htm или html
Шаблон Excel	xltx
Шаблон Excel с поддержкой макросов	xltm
Шаблон Excel 97-2003	xlt
Текстовые файлы (с разделителями табуляции)	txt
Текст Юникод	txt
Таблица XML 2003	xml
Книга Microsoft Excel 5.0/95	xls
CSV (разделители — запятые)	csv
Форматированный текст (разделитель — пробел)	prn
Текст (Macintosh)	txt
Текст (MS-DOS)	txt
CSV (Macintosh)	csv
CSV (MS-DOS)	csv
DIF (Data Interchange Format)	dif
SYLK (Symbolic Link)	slk
Надстройка Excel	xlam
Надстройка Excel 97-2003	xla
Документ pdf	pdf
Документ xps	xps
Электронная таблица OpenDocument	ods

Особый практический интерес представляют шаблоны и надстройки, создаваемые пользователем. Это мощное и эффективное средство организации продуктивной работы с приложением. Здесь же рассмотрим несколько ситуаций, связанных с со-

хранением одного и того же документа в разных форматах. Исходный документ показан на рис. 5.7.

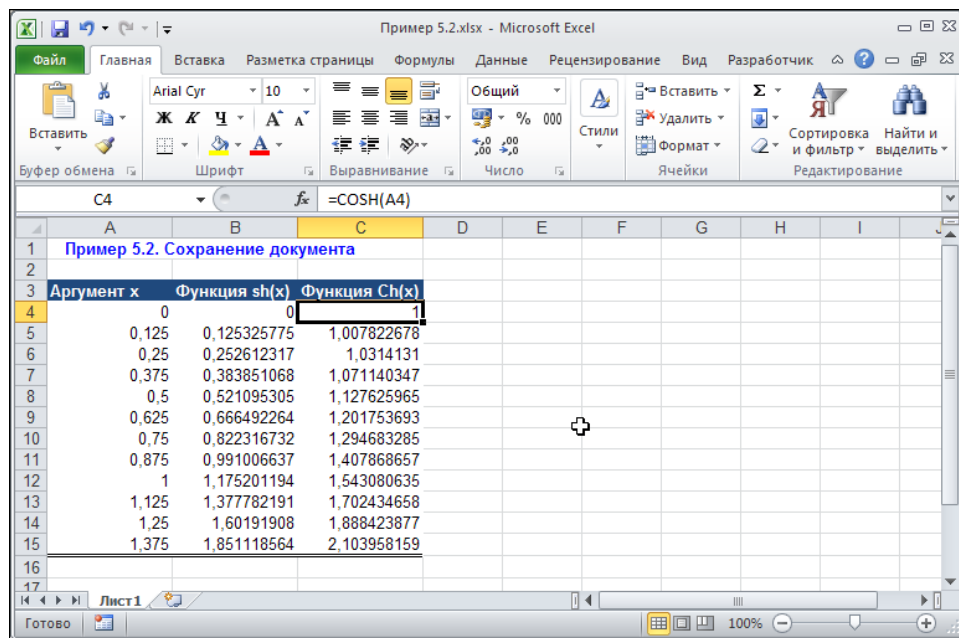


Рис. 5.7. Исходный документ перед сохранением копии

После сохранения в текстовом формате та же таблица данных будет выглядеть так, как показано на рис. 5.8.

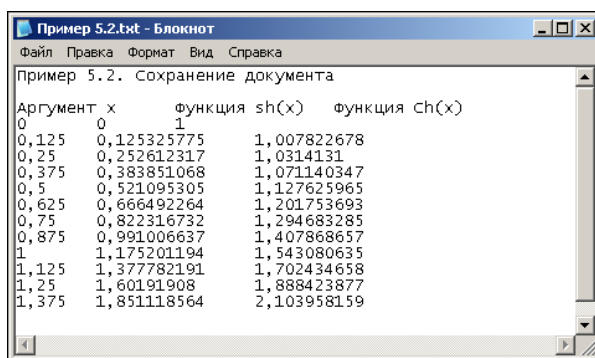


Рис. 5.8. Текстовая копия документа

В отличие от текстового формата, в формате веб-страницы удастся сбросить не только данные, но и основные элементы форматирования (рис. 5.9).

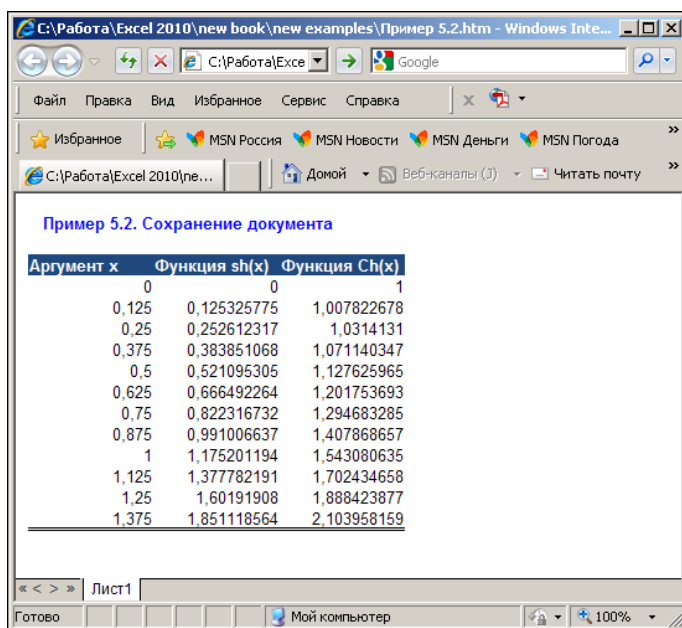


Рис. 5.9. Копия документа в формате веб-страницы

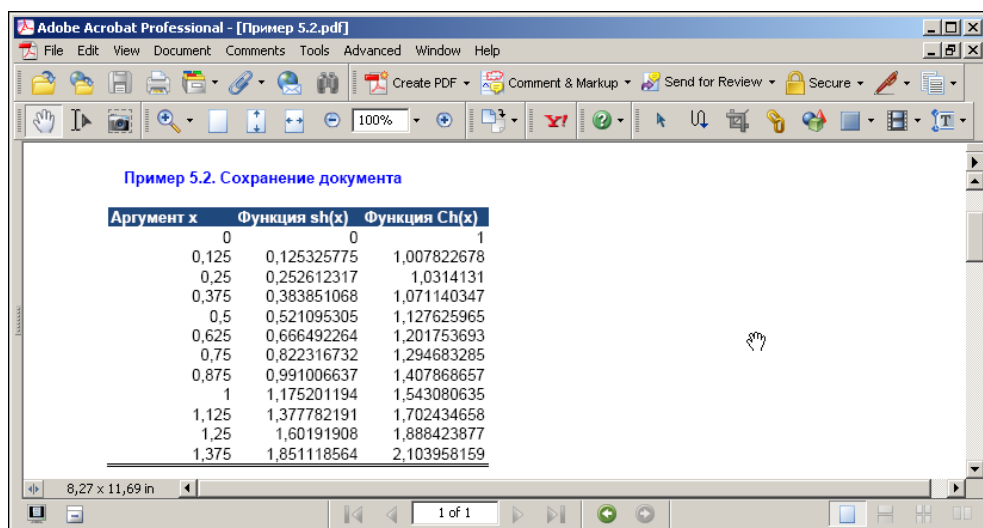


Рис. 5.10. Копия документа в формате PDF

Очень полезная возможность связана с сохранением документа в формате PDF. Результат сохранения исходной электронной таблицы в этом формате представлен на рис. 5.10. В этом случае обеспечена достаточно высокая степень сходства оформления исходного и конечного документов. Учитывая высокую популярность и практическую значимость формата PDF, это важное обстоятельство.

Как уже отмечалось, копии документа сохраняются с помощью команды **Сохранить как** на вкладке **Файл**. В раскрывшемся диалоговом окне **Сохранение документа** в поле **Тип файла** нужно всего лишь выбрать нужный тип документа.

Пример 5.3. Создание шаблона

Если часто приходится создавать однотипные документы, существенно отличающиеся в своем оформлении от стандартных листов, разумно в таких ситуациях использовать шаблоны. Сначала разрабатывается шаблон пользователя, а затем на основе этого шаблона создаются в нужном количестве новые документы.

В качестве иллюстрации создадим шаблон для документа, который будет содержать заголовок, фоновый рисунок, предопределенного размера таблицу (с введенными формулами, но без конкретных значений) и диаграмму, которая строится по данным этой таблицы. Таким образом, при создании нового документа на основании шаблона пользователя достаточно будет ввести фактические данные в таблицу — все остальное делается автоматически (строится диаграмма и вычисляются нужные значения).

В принципе процедура создания шаблона особых трудностей не представляет: создается документ, а потом сохраняется в формате шаблона.

Окно с шаблоном документа показано на рис. 5.11.

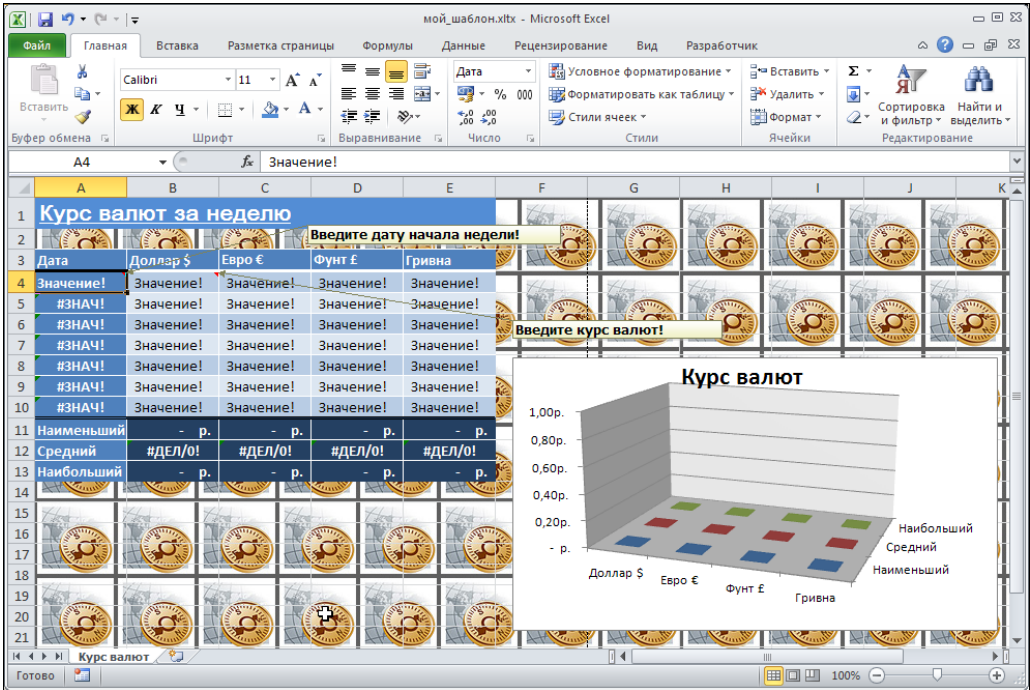


Рис. 5.11. Окно с шаблоном документа

Поскольку многие операции и задачи пока еще не описаны, достаточно подробно перечислим основные этапы в создании шаблона. Заодно покажем, какие действия можно выполнять с таблицами и диаграммами (эти вопросы еще будут обсуждаться в следующих главах книги).

В окне нового документа удаляем все рабочие листы, кроме одного, и этому рабочему листу присваиваем имя **Курс валют** (рис. 5.12).

Добавляем фоновый рисунок. Для этого на вкладке **Разметка страницы** щелкнем на пиктограмме **Подложка** (рис. 5.13).

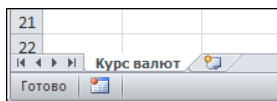


Рис. 5.12. Оставлен один рабочий лист

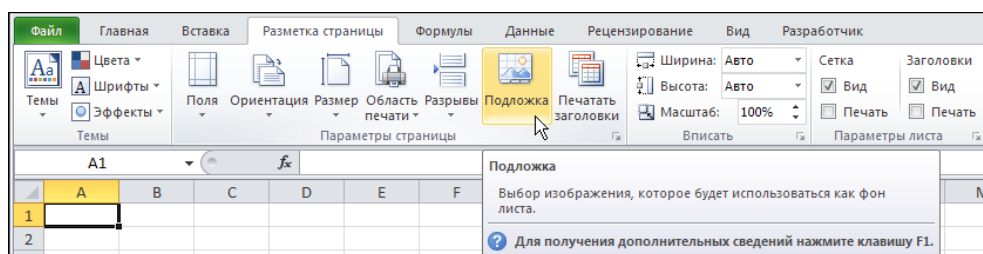


Рис. 5.13. Добавление фонового рисунка

В открывшемся диалоговом окне выбираем изображение для использования его в качестве фона (рис. 5.14).

После этого в ячейку **A1** вводим название документа (**Курс валют за неделю**), при этом выделяем текстовое значение полужирным подчеркнутым начертанием и белым цветом. Диапазон ячеек **A1:E1** закрашивается светло-синим цветом. Для этого на вкладке **Главная** в группе **Шрифт** имеются специальные пиктограммы (рис. 5.15).

Изменим также ширину ячеек в документе. Для этого щелкнем в области пересечения заголовков строк и заголовков столбцов (в результате выделяется весь рабочий документ) и выберем команду **Формат | Ширина столбца** группы **Ячейки** вкладки **Главная** (рис. 5.16).

В открывшемся диалоговом окне указываем ширину ячеек (рис. 5.17). Также изменяем размер шрифта для ячейки **A1** на 16.

После этого вставляем в документ таблицу (команда **Таблица** группы **Таблицы** вкладки **Вставка**, рис. 5.18).

Открывается окно, в поле которого указываем диапазон ячеек для размещения таблицы (можно ячейки выделить в рабочем листе мышью), а также ставим флажок **Таблица с заголовками**, чтобы выделить строку заголовков таблицы (рис. 5.19).

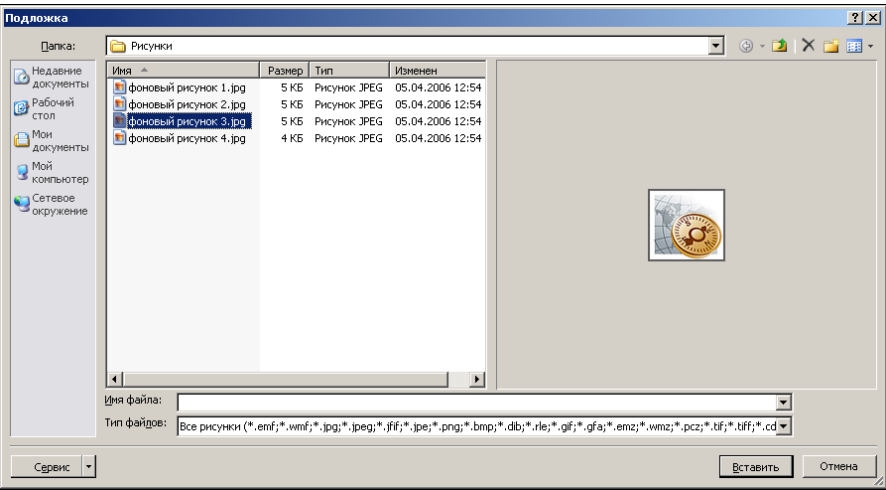


Рис. 5.14. Выбор рисунка для фона

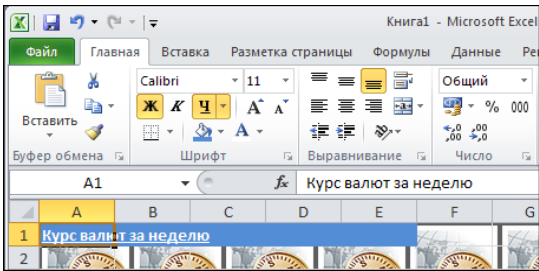


Рис. 5.15. Заголовок документа

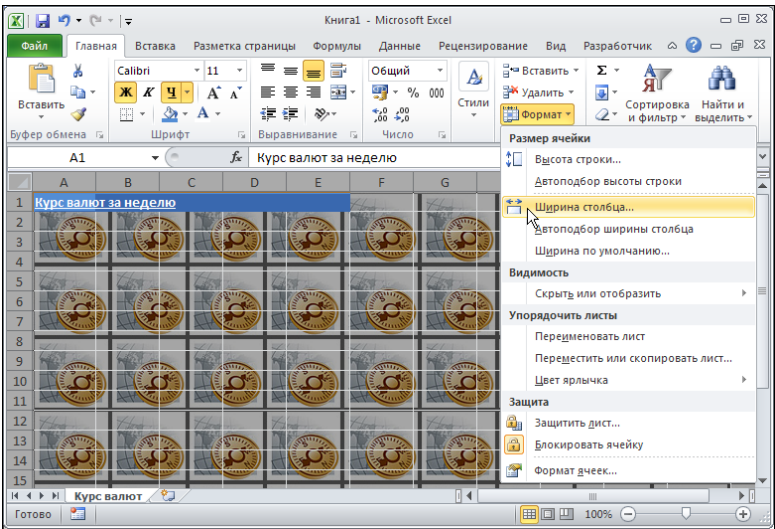


Рис. 5.16. Выбор команды определения ширины ячеек

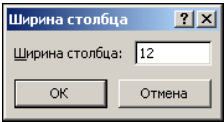


Рис. 5.17. Изменение ширины ячеек документа

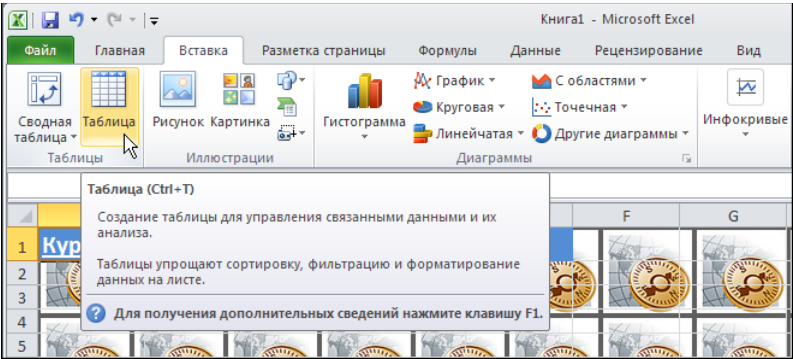


Рис. 5.18. Вставка в документ таблицы

Документ с таблицей показан на рис. 5.20.

Чтобы выделить еще и первый столбец таблицы, устанавливаем флажок **Первый столбец** группы **Параметры стилей таблиц** дополнительной вкладки **Работа с таблицами | Конструктор** (рис. 5.21).

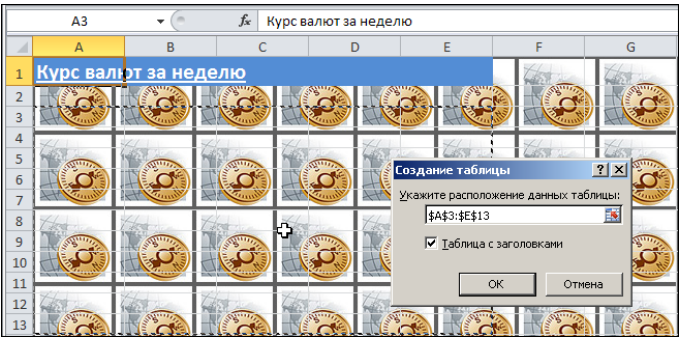


Рис. 5.19. Определение размеров таблицы

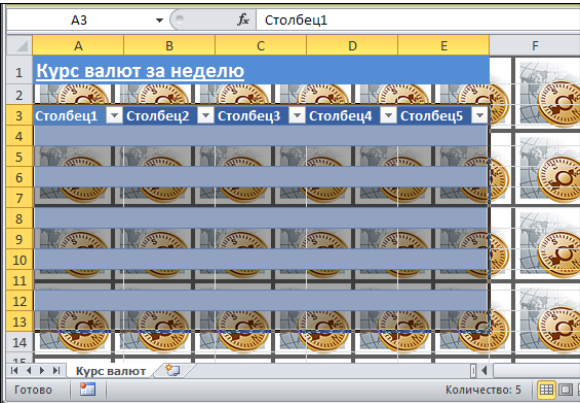


Рис. 5.20. В документ вставлена таблица

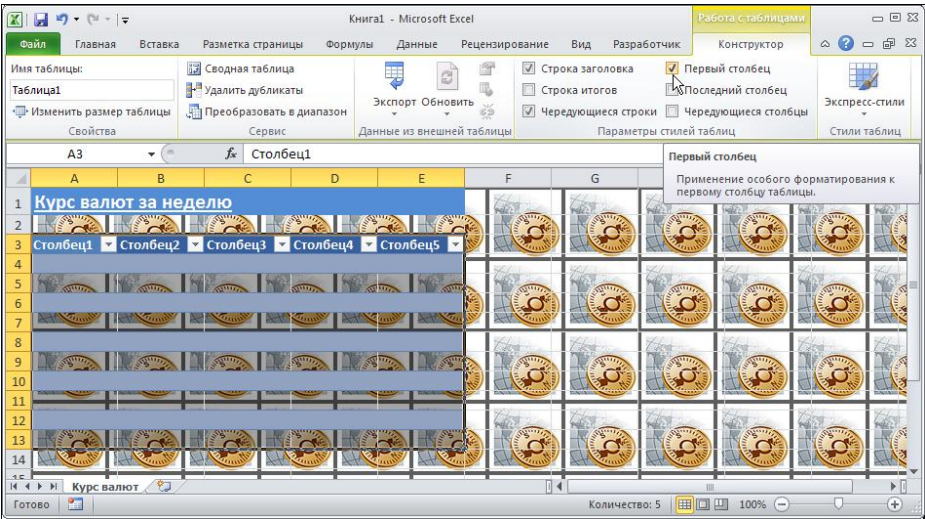


Рис. 5.21. Выделение специальным форматом первого столбца таблицы

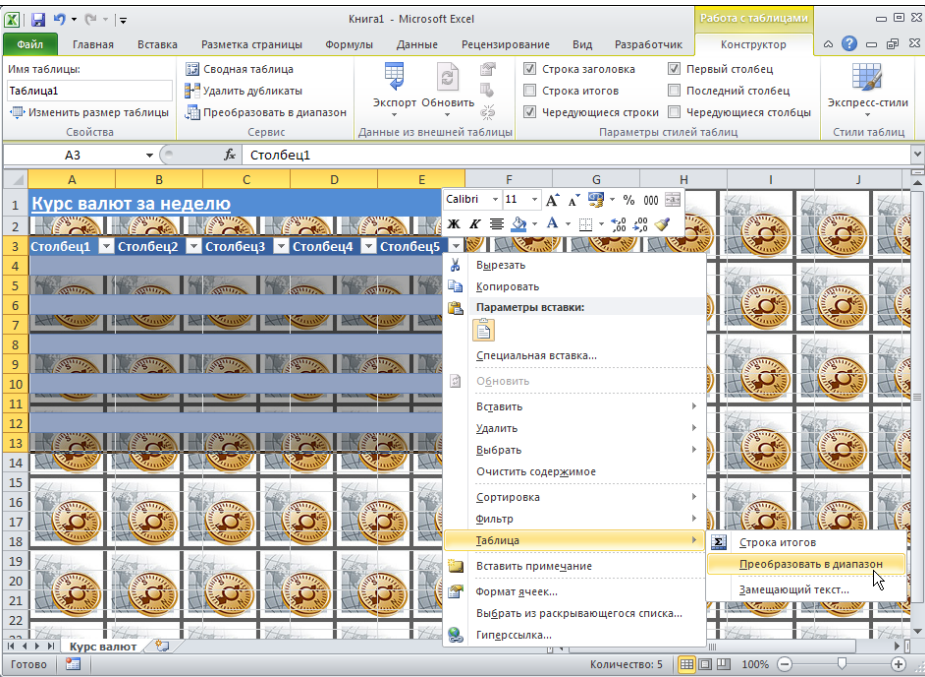


Рис. 5.22. Преобразование таблицы в обычный диапазон

Встроенная таблица — достаточно эффективный элемент в любом документе. Однако здесь ее используем исключительно как основу для создания форматирования, поэтому выделяем строку заголовков таблицы и в контекстном меню выбираем команду **Таблица | Преобразовать в диапазон** (рис. 5.22).

В результате строка заголовков превращается в обычные ячейки с текстовыми значениями, которые меняем на названия валют с указанием общепринятых символов для них (символы могут вводиться с помощью пиктограммы **Символы**, расположенной на вкладке **Вставка**, рис. 5.23).

Три последние строки таблицы отделяются двойной чертой, для чего используем специальную пиктограмму в группе **Шрифт** вкладки **Главная** (рис. 5.24).

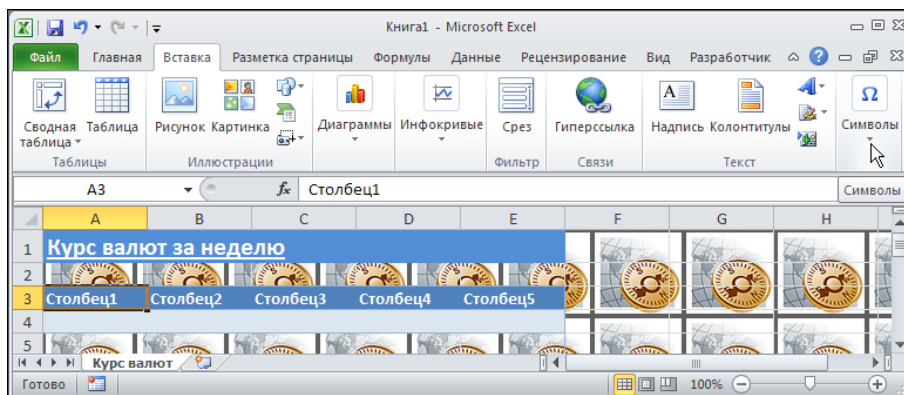


Рис. 5.23. Команда вставки символа

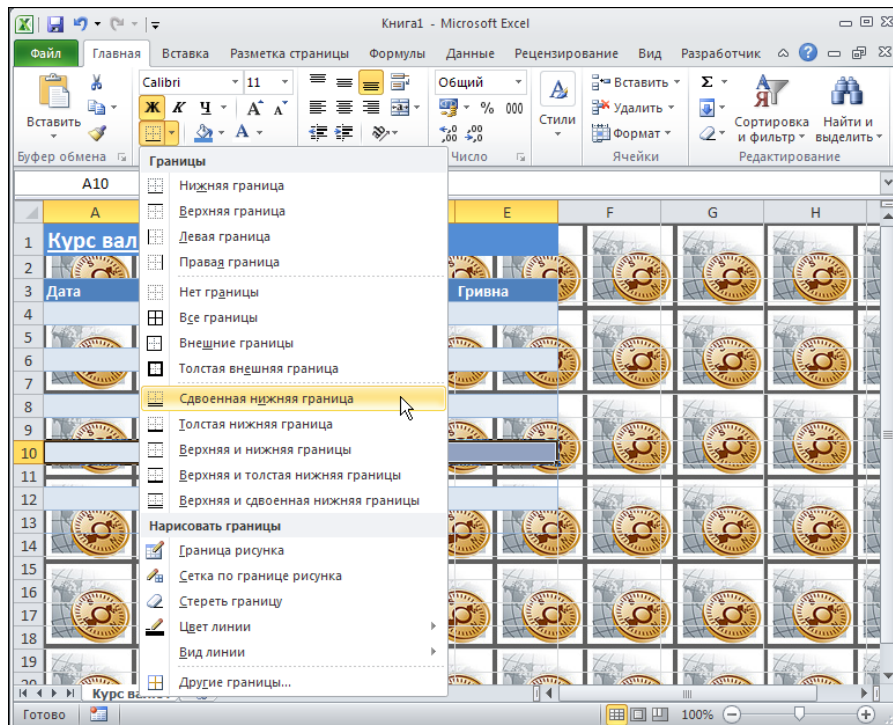


Рис. 5.24. Заполнение заголовков таблицы и добавление разделительной полосы в таблицу

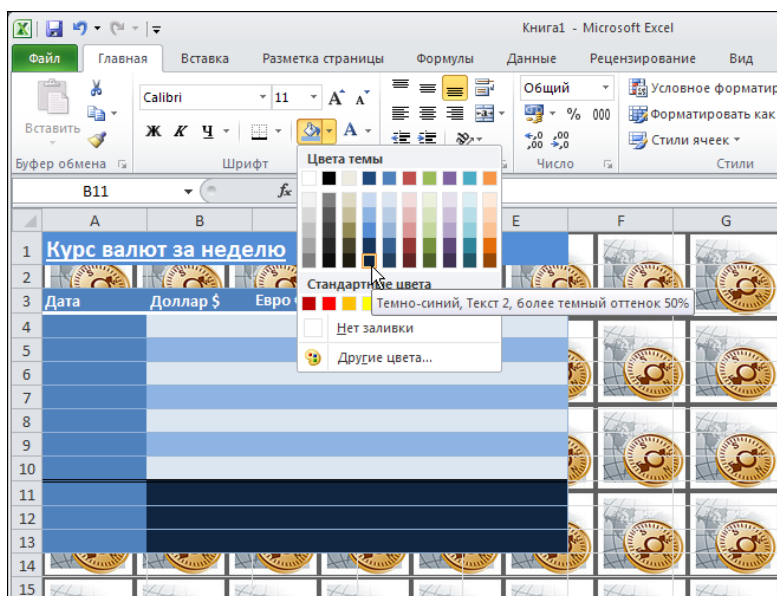


Рис. 5.25. Выделение диапазона ячеек цветом

Ячейки таблицы выделяем также разными цветами заливки, а верхнюю строку заголовков таблицы выделяем толстой белой линией (рис. 5.25).

К рабочей области таблицы применяем денежный формат (в рублях). На этот случай имеется специальная пиктограмма в группе **Число** вкладки **Главная** (рис. 5.26).

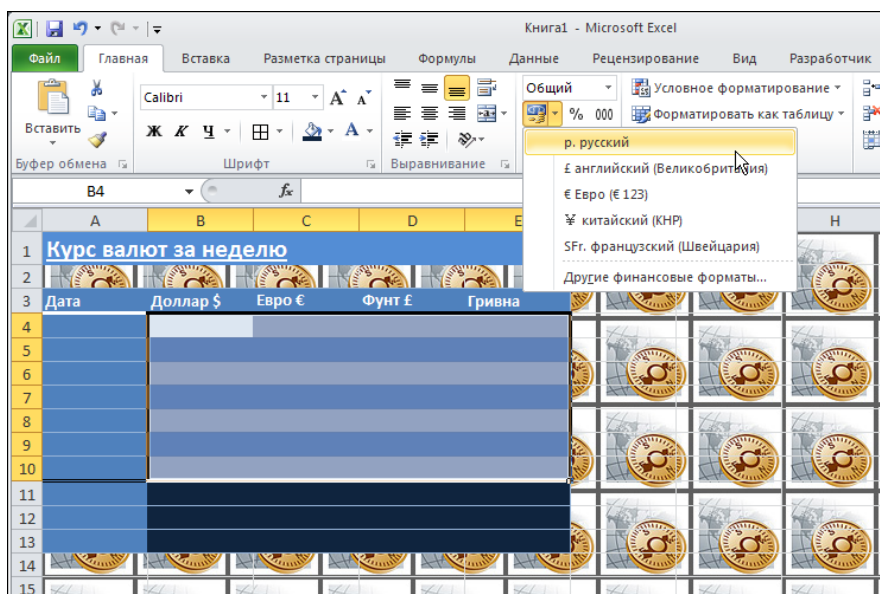


Рис. 5.26. Применение денежного формата к диапазону ячеек

Первый столбик таблицы будет содержать данные типа даты, поэтому к соответствующим ячейкам применяем формат даты: в списке форматов следует выбрать команду **Краткая дата** при выделенном диапазоне ячеек **A1:A10** (рис. 5.27).

К диапазону ячеек **B11:E13** применяем белый цвет шрифта и полужирный стиль (рис. 5.28), хотя это можно было сделать еще при выделении этих ячеек цветом заливки.

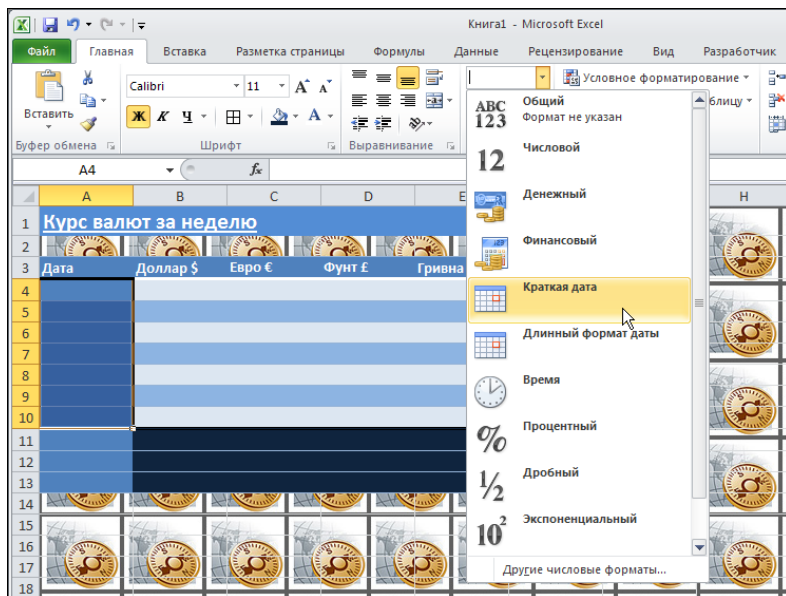


Рис. 5.27. Применение формата даты к диапазону ячеек

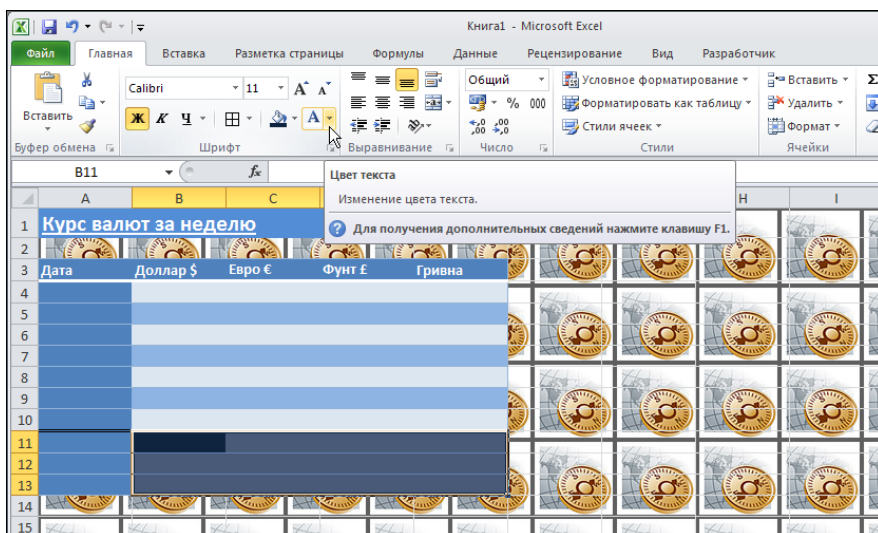


Рис. 5.28. Применение к диапазону ячеек специального стиля

В ячейки **A11:A13** вводим названия полей **Наименьший**, **Средний** и **Наибольший**, а в ячейки **B11:B13**, соответственно, формулы **=МИН(B4:B10)**, **=СРЗНАЧ(B4:B10)** и **=МАКС(B4:B10)** для вычисления наименьшего, среднего и наибольшего курса за неделю (рис. 5.29).

При этом в ячейках отображаются странные значения, но в данном случае в этом нет ничего страшного. Диапазон ячеек **B11:B13** выделяется и с помощью метки в правом нижнем углу рамки выделения расширяется (левая кнопка мыши удерживается нажатой) до размеров диапазона **B11:E13** (рис. 5.30).

Формулы автоматически копируются в прочие ячейки диапазона так, что для каждой валюты в нижних ячейках вычисляется минимальное, среднее и максимальное значения (подробнее о формулах рассказано в *части IV*).

Ячейки **A5:A10** заполняем копированием формулы **=A4+1** из ячейки **A5** (рис. 5.31).

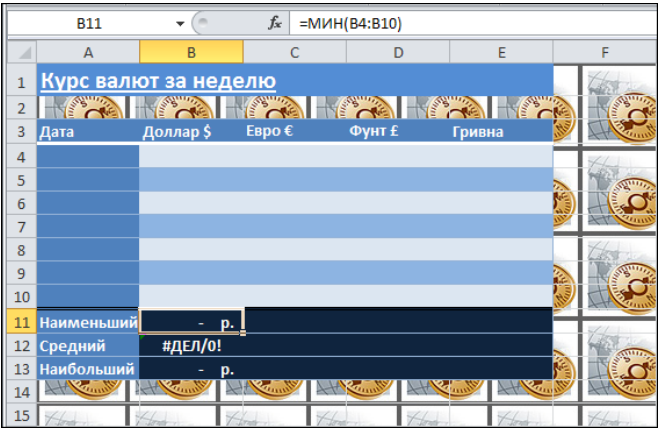


Рис. 5.29. Ввод формул для вычисления значений ячеек



Рис. 5.30. Копирование формул в ячейки диапазона

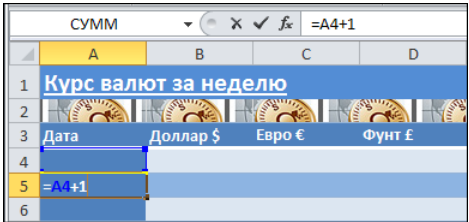


Рис. 5.31. Ввод формул для автоматического определения дат в течение недели

Впоследствии в ячейку **A4** будет вводиться первый день недели, а остальные даты вычисляются автоматически. В шаблоне в эту ячейку вводим формальное текстовое значение **Значение!** и таким же образом заполняем и ячейки **B4:E10**: выделяем соответствующий диапазон, вводим в строку формул **Значение!** и нажимаем комбинацию клавиш <Ctrl>+<Enter> (рис. 5.32).

Это значение будет присвоено всем ячейкам диапазона. Затем строим диаграмму.

Выделяем ячейки **B11:E13** и на вкладке **Вставка** в группе **Диаграммы** выбираем из раскрывающегося списка тип диаграммы (рис. 5.33).

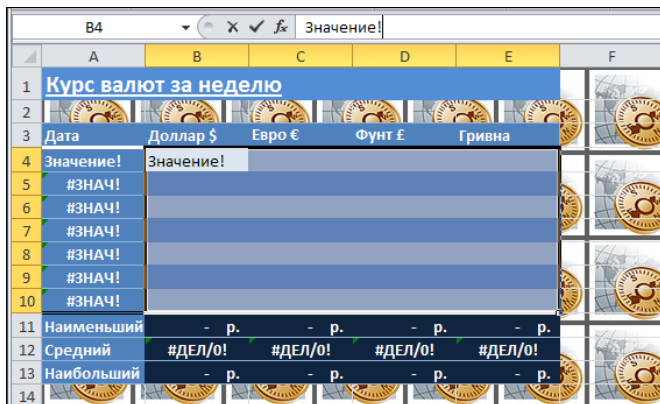


Рис. 5.32. Заполнение рабочих ячеек диапазона формальными значениями

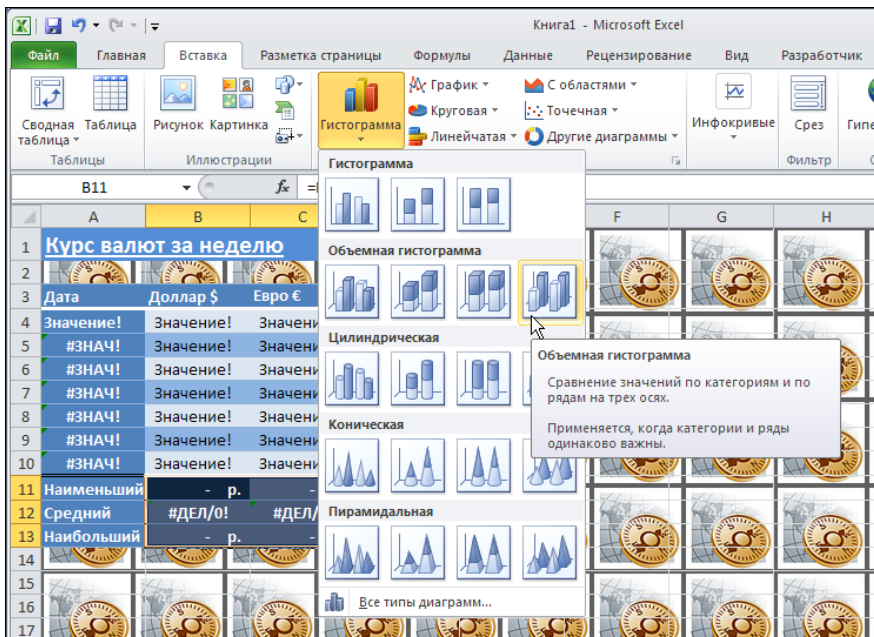


Рис. 5.33. Выбор типа создаваемой диаграммы

На дополнительной вкладке **Работа с диаграммами | Конструктор** задаем стиль диаграммы (рис. 5.34).

После этого удаляем лишние элементы: выделяем в диаграмме область с метками названий рядов данных и используем команду удаления (рис. 5.35).

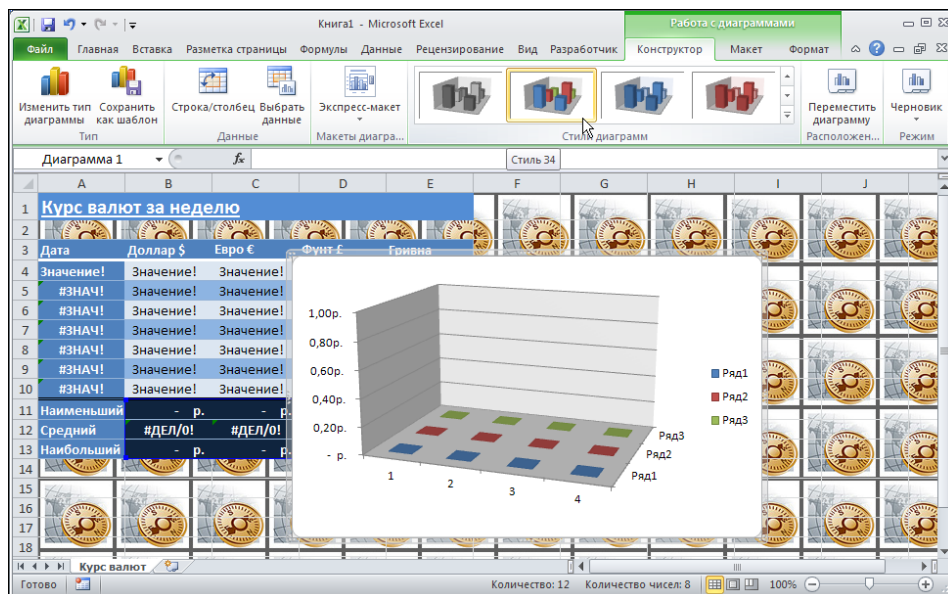


Рис. 5.34. Изменение стиля диаграммы

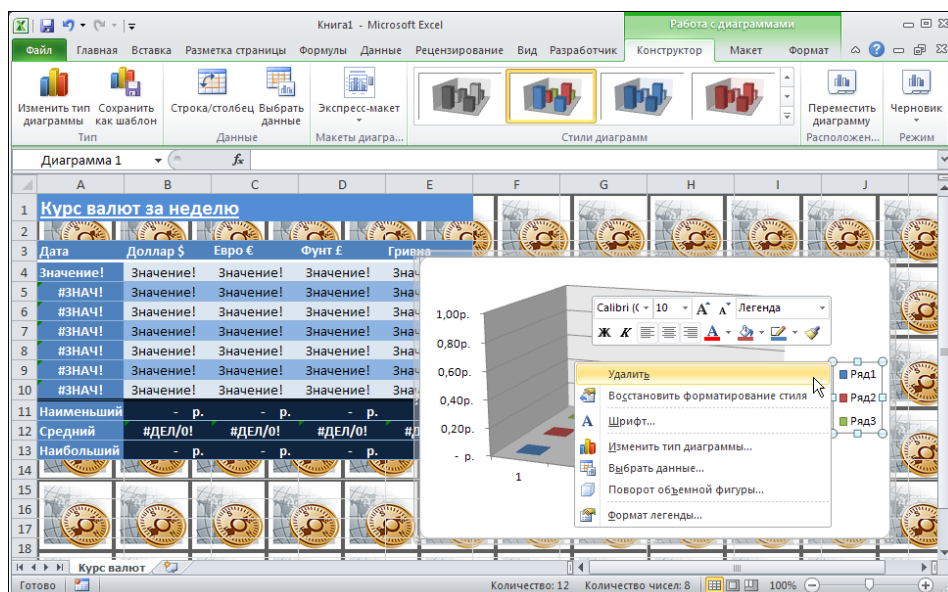


Рис. 5.35. Удаление лишних элементов диаграммы

Диаграмма при этом должна иметь вид, как на рис. 5.36.

Переходим к окну редактирования параметров источника данных для диаграммы. Используем пиктограмму **Выбрать данные** группы **Данные** дополнительной вкладки **Работа с диаграммами | Конструктор** (рис. 5.37).

Открывается диалоговое окно **Выбор источника данных** (рис. 5.38).

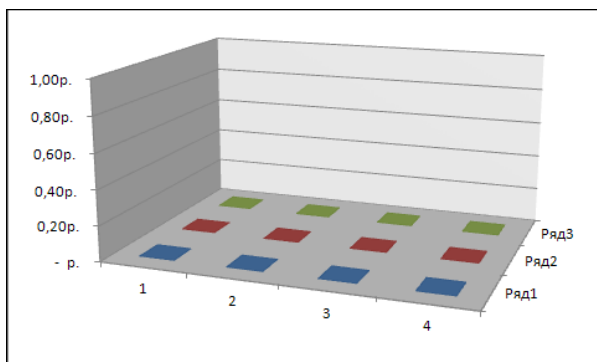


Рис. 5.36. Вид диаграммы после внесения изменений

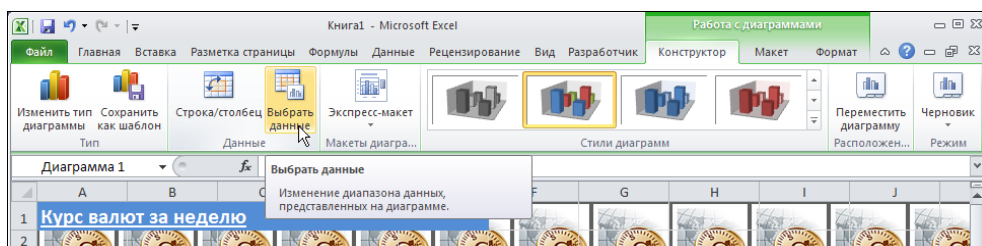


Рис. 5.37. Команда редактирования источника данных диаграммы

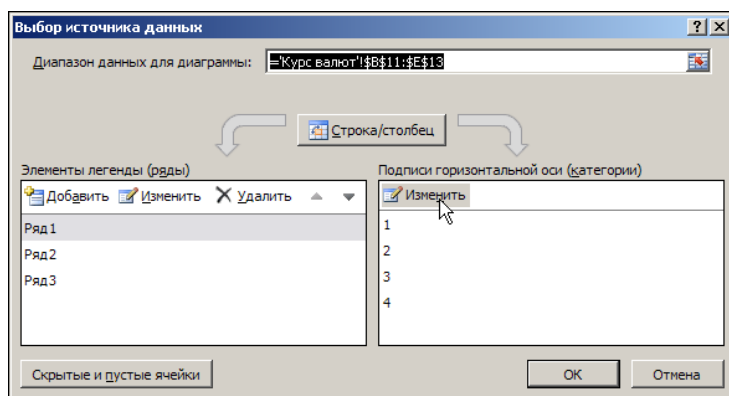


Рис. 5.38. Диалоговое окно **Выбор источника данных** и редактирование подписей групп данных в диаграмме

В правой части окна **Выбор источника данных** для редактирования подписей групп данных щелкаем на пиктограмме **Изменить** (отметим также, что в случае необходимости можно поменять щелчком на кнопке **Строка/Столбец** способ разбиения данных по рядам и группам). В открывшемся окне **Подписи оси** в поле **Диапазон подписей оси:** указываем диапазон ячеек **В3:E3** с названиями для групп данных (рис. 5.39).

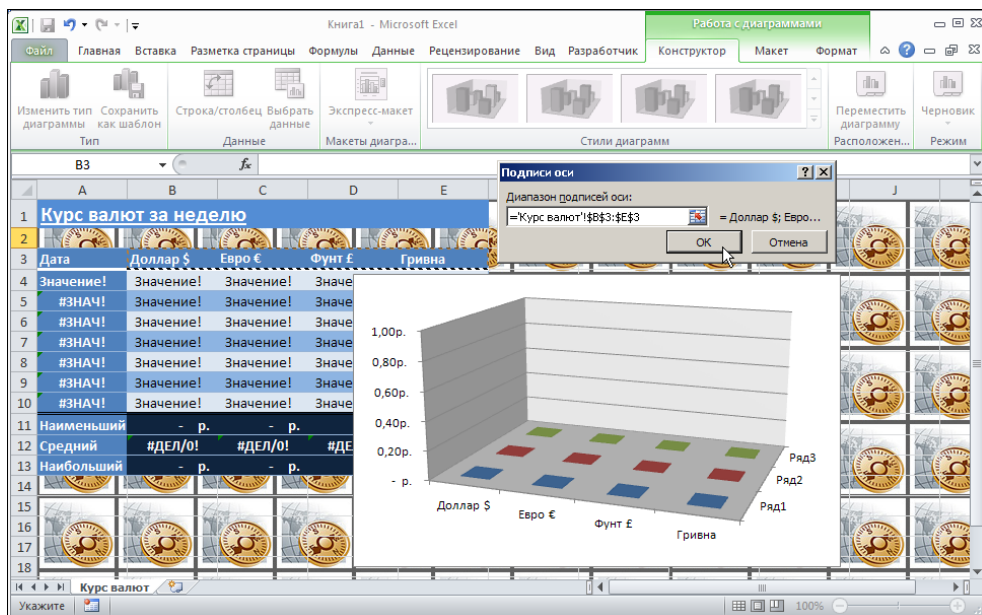


Рис. 5.39. Определение диапазона с названиями групп

Названия рядов редактируются отдельно: в левой части окна **Выбор источника данных** выделяем ряд и щелкаем на пиктограмме **Изменить** (рис. 5.40).

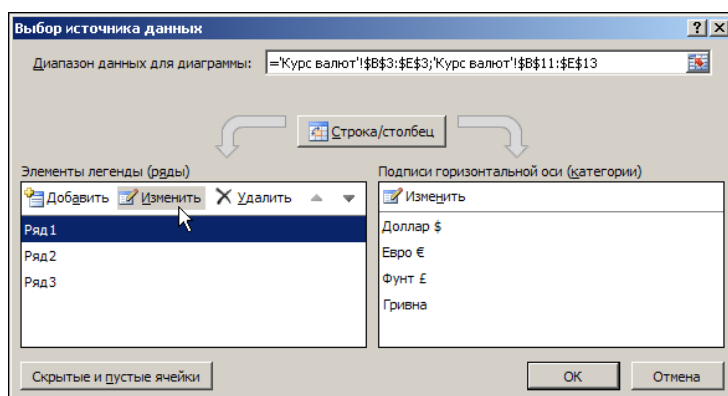


Рис. 5.40. Редактирование названий рядов данных

Затем в окне **Изменение ряда** в поле **Имя ряда** указываем ячейку с названием для ряда данных (рис. 5.41).

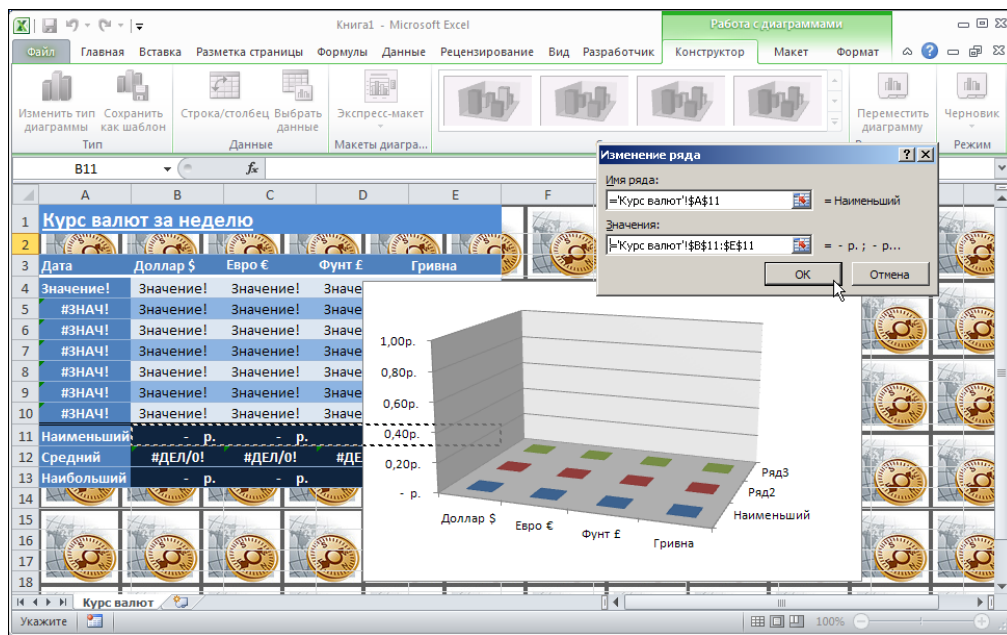


Рис. 5.41. Название ряда данных определяется через значение ячейки

Далее возвращаемся к окну **Выбор источника данных** и проделываем означенную процедуру для второго ряда данных (рис. 5.42).

Процесс создания диаграммы можно было бы упростить, если создавать диаграмму на основе данных в ячейках **A11:E13**, т. е. включить ячейки с названиями рядов в базовый диапазон.

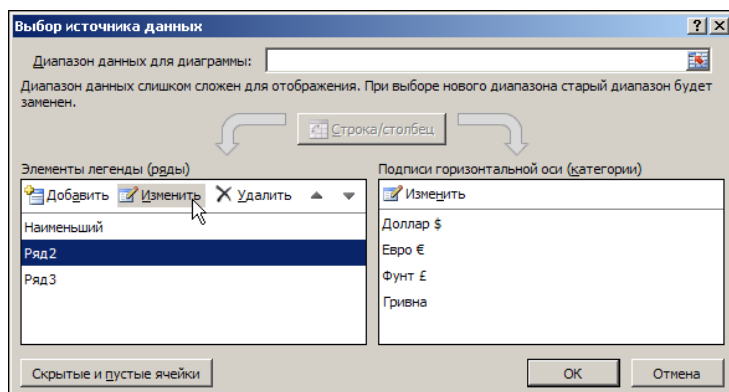


Рис. 5.42. Редактирование названия второго ряда данных

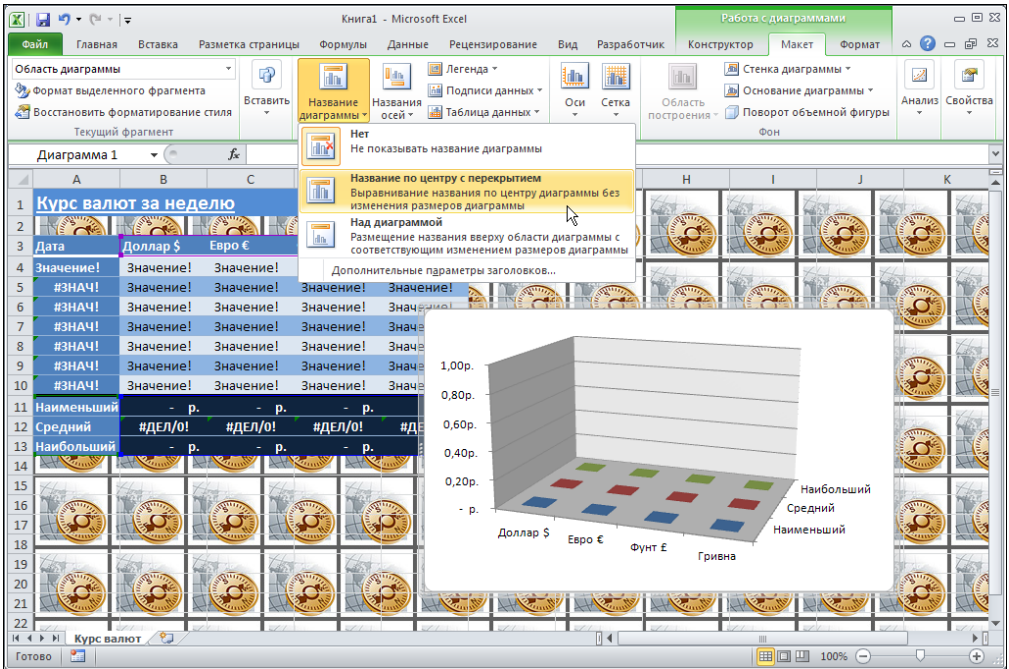


Рис. 5.43. Команда добавления в диаграмму заголовка

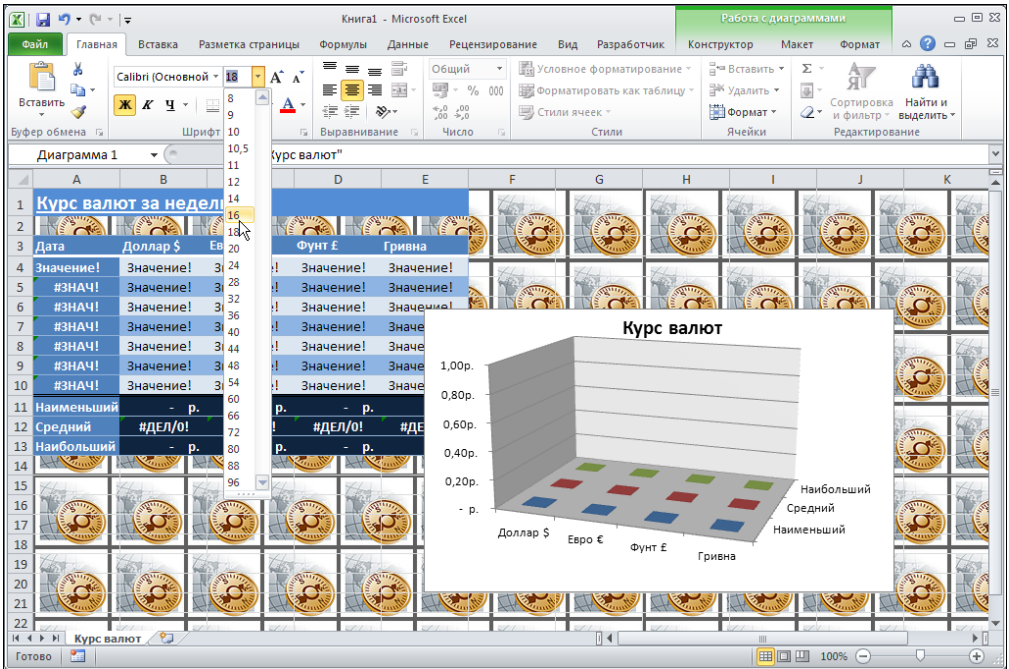


Рис. 5.44. Ввод заголовка диаграммы и выбор размера шрифта

Для добавления заголовка диаграммы используем пиктограмму **Название диаграммы** | **Название по центру с перекрытием** группы **Подписи** дополнительной вкладки **Работа с диаграммами** | **Макет** (рис. 5.43).

Вводим текст заголовка и изменяем размер шрифта для него (рис. 5.44).

Помимо этого, добавляем два комментария. Выделяем ячейку **A4** и щелкаем на пиктограмме **Создать примечание** группы **Примечания** вкладки **Рецензирование** (рис. 5.45).

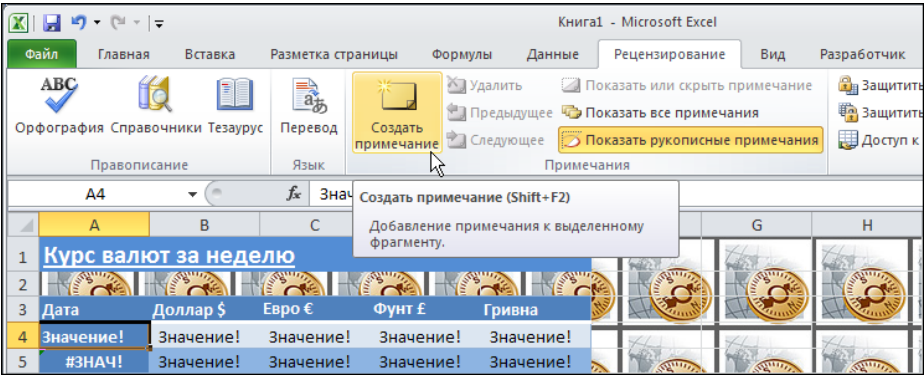


Рис. 5.45. Команда создания комментария

Вводим текст комментария **Введите дату начала недели!** (по умолчанию в окне комментария отображается имя владельца приложения, как на рис. 5.46).

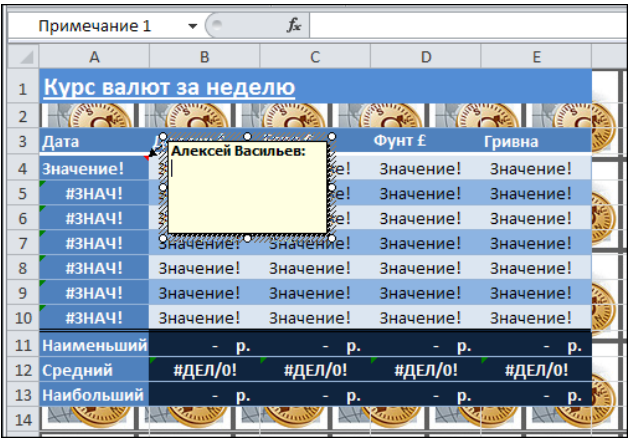


Рис. 5.46. Ввод комментария

Для ячейки **B4** создается комментарий с текстом **Введите курс валют!**. При этом должен быть установлен режим отображения комментариев: если режим не уста-

новлен, щелкаем на пиктограмме **Показать все примечания** группы **Примечания** вкладки **Рецензирование** (рис. 5.47).

Местоположение полей комментариев можно изменять перетаскиванием с помощью мыши (рис. 5.48).

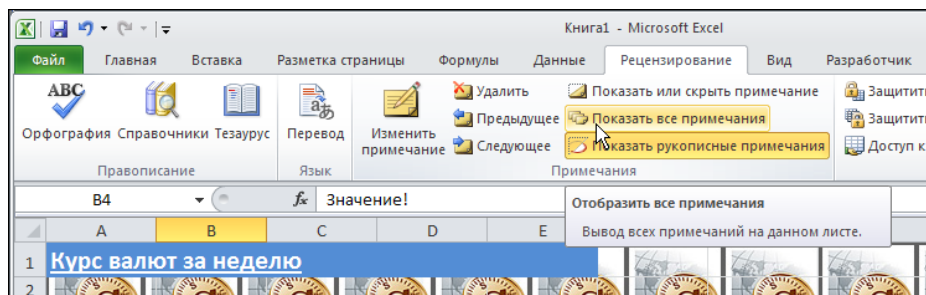


Рис. 5.47. Переход в режим отображения всех комментариев

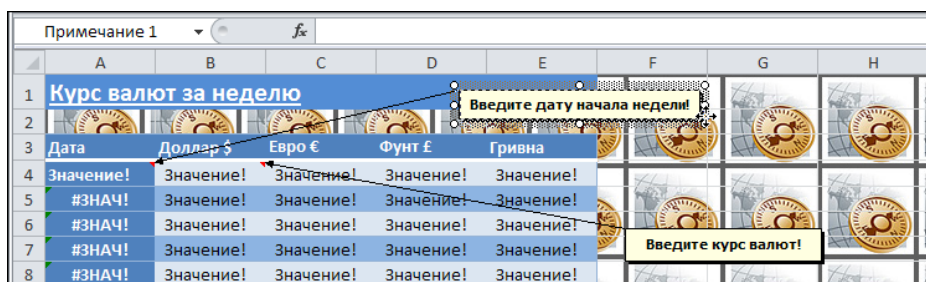


Рис. 5.48. Перемещение поля комментария

Теперь сохраняем созданный документ в качестве шаблона, для чего используем команду **Сохранить как** главного меню и в окне сохранения документа выбираем правильный тип документа (рис. 5.49).

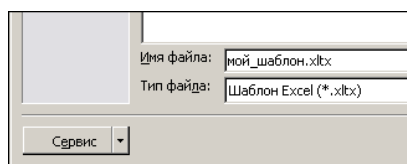


Рис. 5.49. Сохранение документа в качестве шаблона

Сохранять шаблон лучше в том месте, что предлагается системой для хранения шаблонов пользователя по умолчанию в системной папке **Шаблоны**.

После того как шаблон сохранен, на его основе могут создаваться документы. С помощью команды создания нового документа **Создать** открываем диалоговое

окно **Создание книги**, выбираем раздел **Мои шаблоны**, а затем в окне выбора шаблона **Создать** выбираем шаблон, на основе которого создается новый документ (рис. 5.50).

Вновь созданный документ будет выглядеть так, как на рис. 5.51.

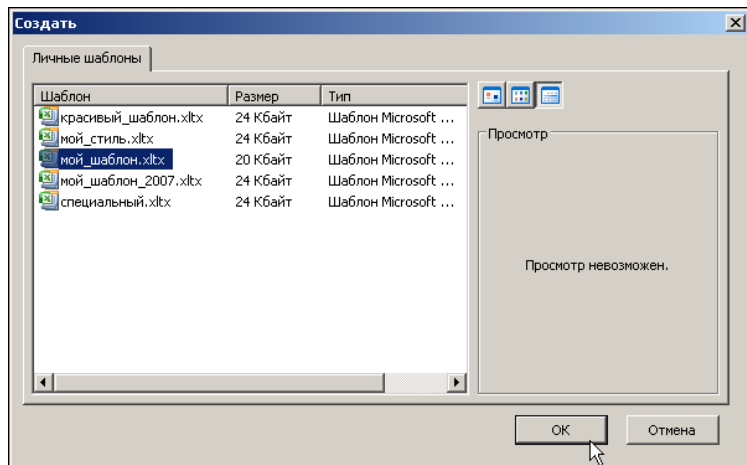


Рис. 5.50. Окно выбора шаблона пользователя для создания документа

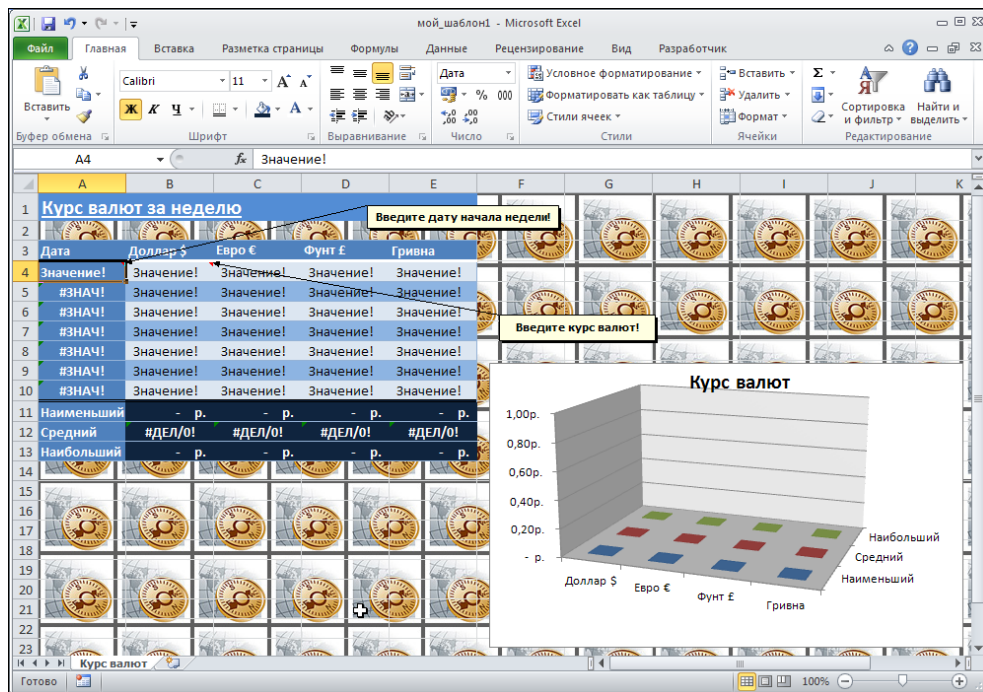


Рис. 5.51. Создание документа на основе шаблона пользователя

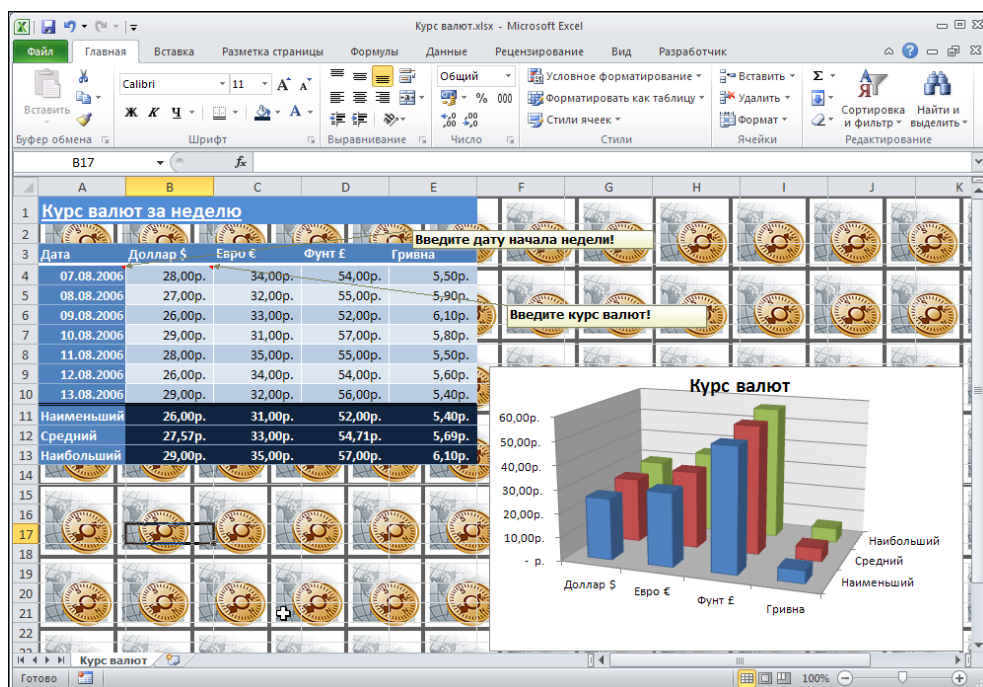


Рис. 5.52. Документ создан на основе шаблона пользователя

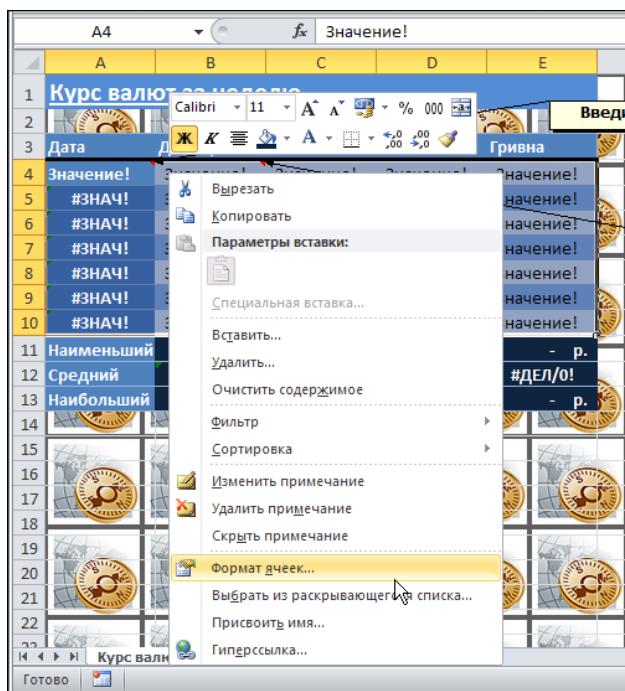


Рис. 5.53. Выбор команды форматирования ячеек

Заполняем рабочие ячейки таблицы документа и получаем результат, показанный на рис. 5.52.

Это достаточно удобный способ создания документа: таблица готова и настроена, введены все необходимые формулы. Остается только ввести фактические значения для курсов валют и начальную дату.

Можно шаблон несколько усовершенствовать, заблокировав нерабочие ячейки документа. В этом случае пользователь сможет редактировать значения только рабочих ячеек.

В шаблоне выделяем те ячейки, которые предполагается редактировать в процессе создания нового документа, и в контекстном меню выбираем команду форматирования ячеек (рис. 5.53).

В окне форматирования переходим к вкладке **Защита** и отменяем флажок опции **Защищаемая ячейка** (рис. 5.54).

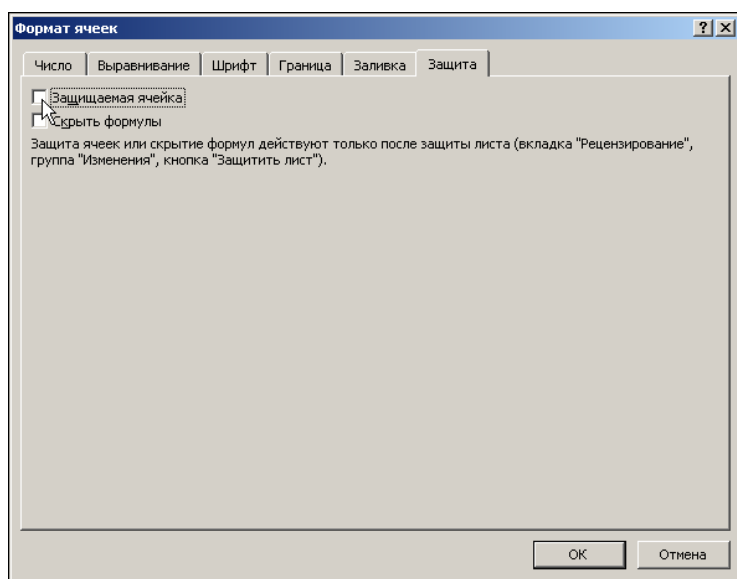


Рис. 5.54. Отмена режима блокировки ячеек

Далее возвращаемся к исходному документу шаблона и щелкаем на пиктограмме **Защитить лист** группы **Изменения** вкладки **Рецензирование** ленты приложения (рис. 5.55).

В окне параметров защиты оставляем флажок у опций **Защитить лист и содержимое защищаемых ячеек** и **выделение незаблокированных ячеек** (рис. 5.56).

После применения этих настроек в документе можно будет выделить и редактировать только незащищенные (рабочие) ячейки. Это же относится и к документам, созданным на основе данного шаблона. Чтобы отменить защиту, следует воспользоваться пиктограммой **Снять защиту листа**.

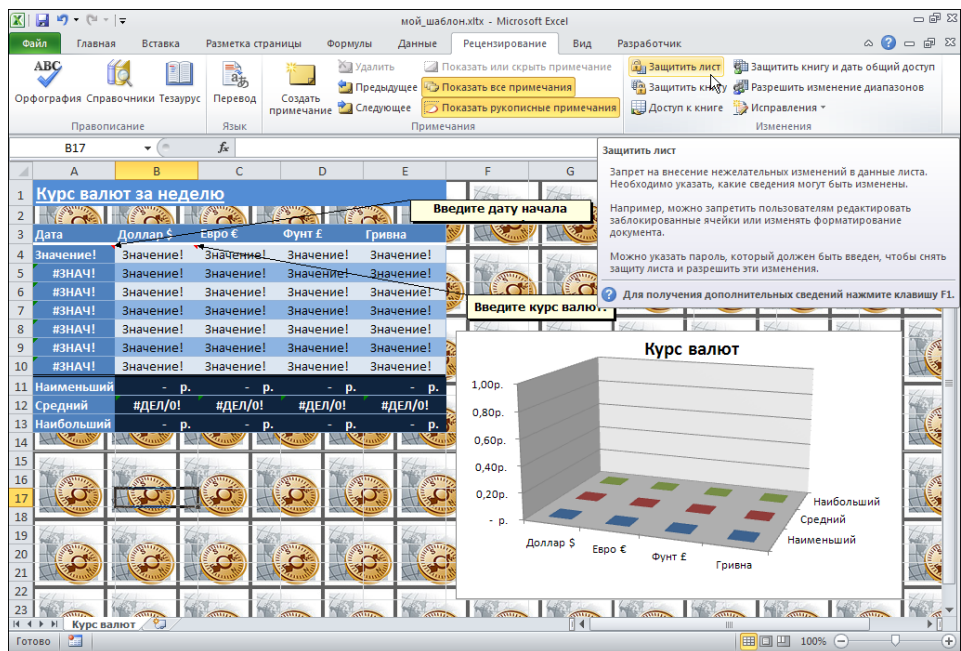


Рис. 5.55. Переход в режим защиты рабочего листа

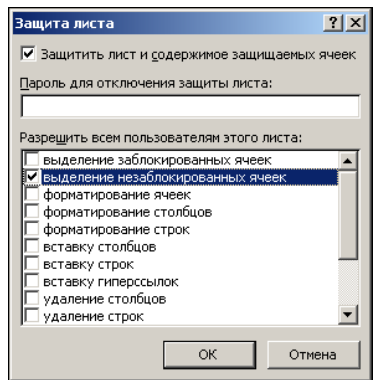


Рис. 5.56. Выбор параметров режима защиты листа

Режим защиты (причем с паролем) разумно использовать в тех случаях, когда разрабатываемый документ предназначен для третьих лиц, которые выступают, например, в роли заказчиков и которые не будут и не должны менять структуру документа.

Пример 5.4. Рабочий каталог

При интенсивной работе с приложением Excel сохранять документы приходится достаточно часто. Если при этом каждый раз нужно в явном виде указывать каталог для сохранения документов, такая ситуация как минимум сказывается

на эффективности работы. Намного удобнее, если нужный каталог предлагается приложением сразу. Соответствующие настройки выполняются в окне **Параметры Excel** в разделе **Сохранение** (рис. 5.57).

Рабочий каталог указывается в поле **Расположение файлов по умолчанию**. В этом же разделе можно указать размещение файла автоматического сохранения, а также, кроме прочего, выбрать тип сохраняемого документа по умолчанию. Его выбирают в раскрывающемся списке **Сохранять файлы в следующем формате**. По умолчанию документы сохраняются в формате рабочих книг Excel.

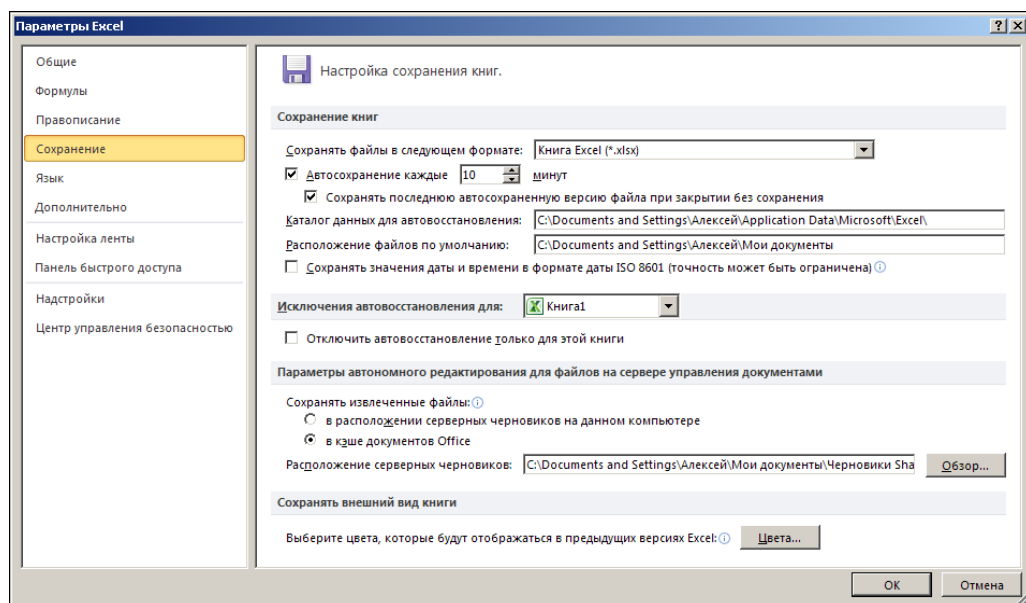


Рис. 5.57. Выбор рабочего каталога и типа файла по умолчанию

Пример 5.5. Автоматическая загрузка файла

Существует одна интересная и полезная возможность, которая состоит в том, что при запуске приложения Excel автоматически будет загружаться определенный файл или файлы.

В окне настройки приложения **Параметры Excel** в разделе **Дополнительно** есть поле **Каталог автозагрузки**, в котором можно указать каталог (рис. 5.58).

При запуске приложения все файлы, находящиеся в каталоге, указанном в поле **Каталог автозагрузки**, будут автоматически открываться. Такой режим особенно удобен в тех случаях, когда постоянно приходится работать с одной и той же группой файлов.

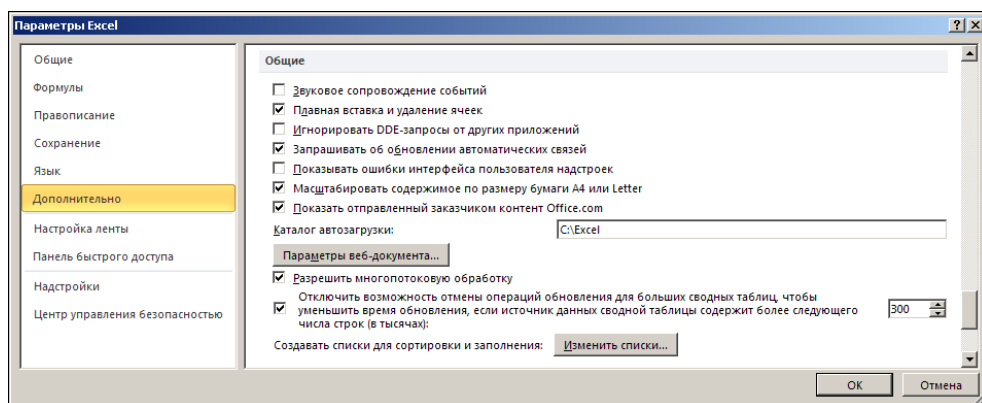
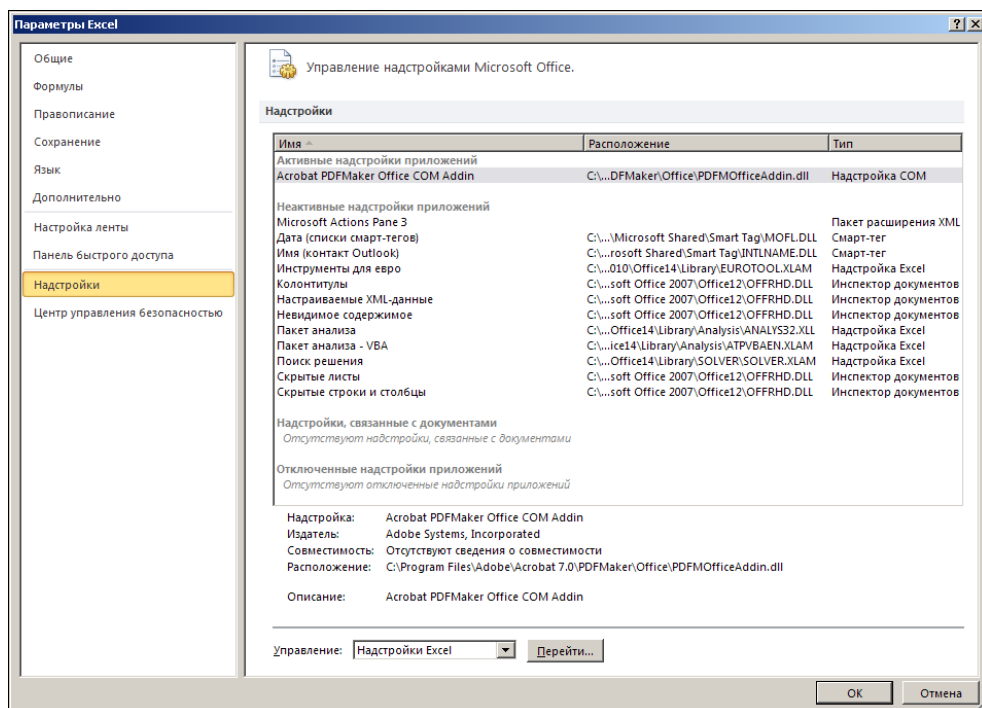


Рис. 5.58. Определение каталога с автоматически открываемыми файлами

Пример 5.6. Подключение надстроек

Ранее отмечалось, что некоторые возможности Excel становятся доступными только после подключения специальных надстроек. Для подключения надстроек открываем окно настроек приложения **Параметры Excel** в разделе **Настройки** (рис. 5.59).

Рис. 5.59. Окно настроек **Параметры Excel** открыто в разделе надстроек **Настройки**

Окно в этом случае содержит списки активных и неактивных надстроек, а также раскрывающийся список **Управление** с кнопкой перехода **Перейти**. В списке выбираем тип надстройки (в данном случае надстройки Excel) и затем щелкаем на кнопке **Перейти**. В результате открывается диалоговое окно выбора подключаемых надстроек, показанное на рис. 5.60.

В окне **Надстройки** устанавливают флажки у подключаемых надстроек (для отключения флажки отменяют) и щелкают кнопку **ОК**. Выбранные надстройки подключаются и их пиктограммы добавляются в ленту приложения. На рис. 5.61 показаны пиктограммы для надстроек **Анализ данных** и **Поиск решения**.

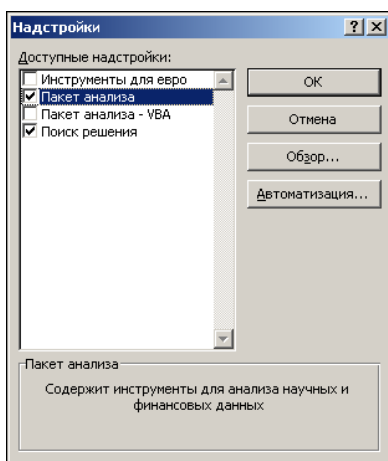


Рис. 5.60. Выбор подключаемых надстроек

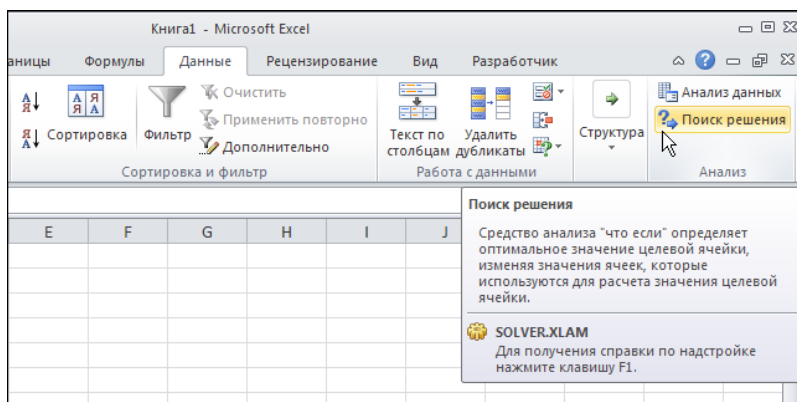


Рис. 5.61. Пиктограмма надстройки на вкладке ленты

Кроме стандартных надстроек, пользователь может подключать надстройки внешние или созданные самостоятельно. В этом случае для определения файла надстройки в окне подключения надстроек щелкают кнопку **Обзор** и выбирают нужный файл.

Пример 5.7. Управление окнами

В Excel, как и во многих других приложениях, можно одновременно работать сразу с несколькими окнами. Если окон много, эффективное управление ими становится важной задачей. В Excel есть ряд утилит, позволяющих успешно справляться с данной задачей. В первую очередь речь идет об управлении рабочими окнами.

Для упорядочивания нескольких открытых рабочих окон используем пиктограмму **Упорядочить все** в группе **Окно** вкладки **Вид** (рис. 5.62).

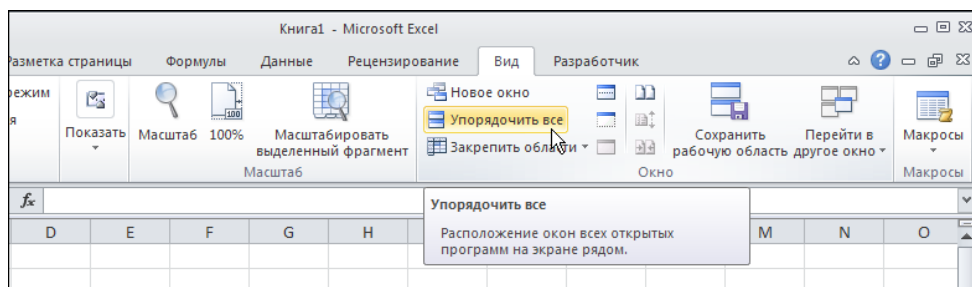


Рис. 5.62. Щелчок на пиктограмме **Упорядочить все**

В результате откроется диалоговое окно **Расположение окон**, в котором имеется переключатель на четыре позиции и опция для работы только с окнами активной книги (рис. 5.63).

При установленном в положение **рядом** переключателе окна равномерно размещены по рабочей области приложения (рис. 5.64).

Если установить переключатель в положение **сверху вниз**, окна будут располагаться одно под другим (рис. 5.65).

Чтобы окна располагались одно за другим, переключатель устанавливают в положение **слева направо** (рис. 5.66).

Каскадом окна будут располагаться, если переключатель установлен в положение **каскадом** (рис. 5.67).

Переключаться между разными рабочими окнами можно с помощью пиктограммы меню **Перейти в другое окно** в группе **Окно** вкладки **Вид**: в раскрывающемся списке выбирают окно, которое следует сделать активным (рис. 5.68).

Скрыть окно можно с помощью пиктограммы **Скрыть окно** группы **Окно** вкладки **Вид** (рис. 5.69).

Чтобы отобразить скрытое окно, прибегаем к помощи пиктограммы **Отобразить окно** (рис. 5.70).

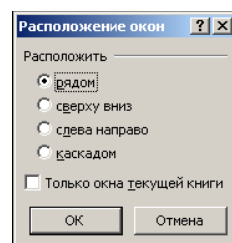


Рис. 5.63. Окно выбора способа упорядочивания окон

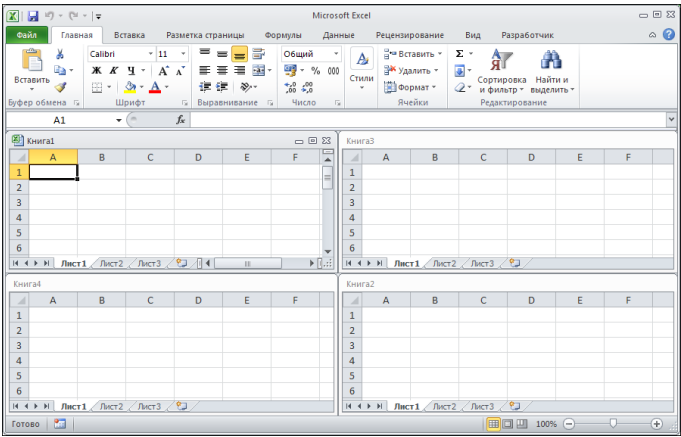


Рис. 5.64. Окна расположены равномерно

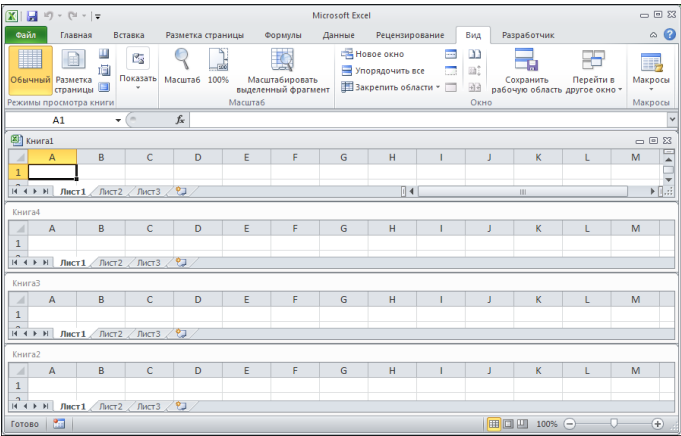


Рис. 5.65. Окна расположены одно под другим

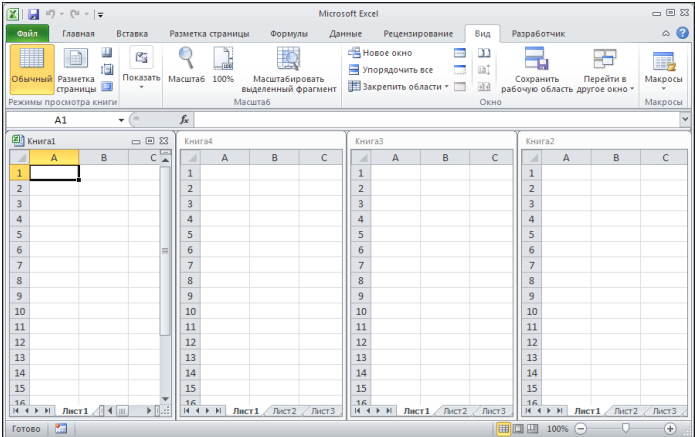


Рис. 5.66. Окна расположены одно возле другого

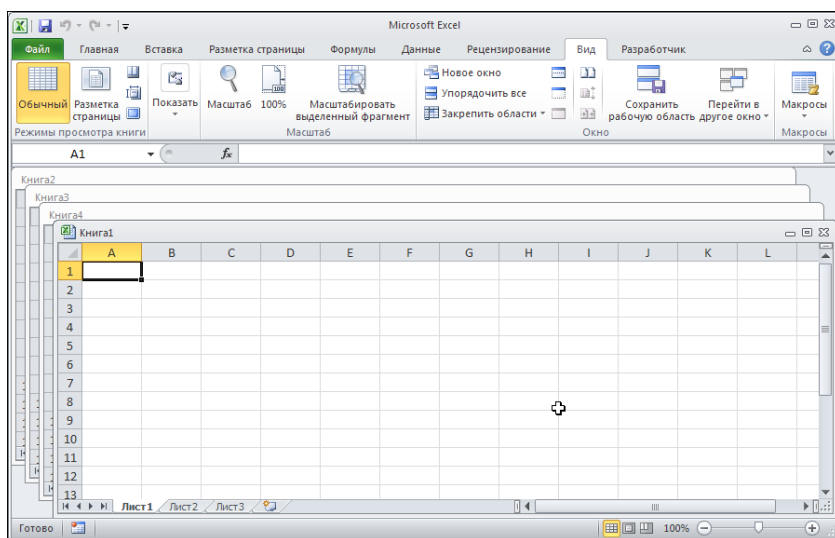


Рис. 5.67. Окна расположены каскадом

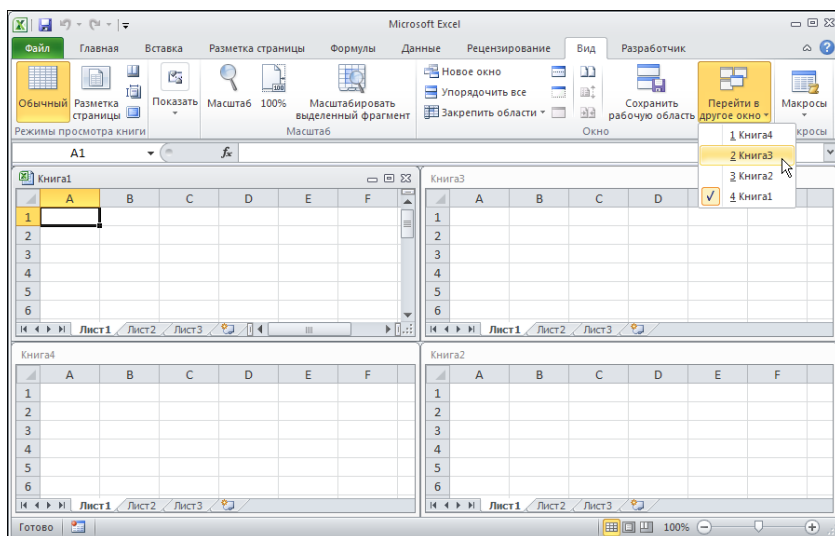


Рис. 5.68. Переход из одного активного окна в другое

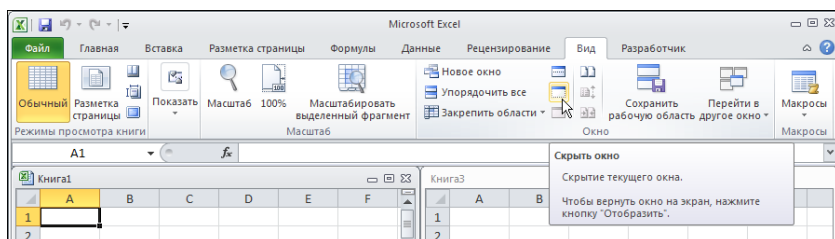


Рис. 5.69. Щелчок на пиктограмме Скрыть окно приводит к скрытию окна

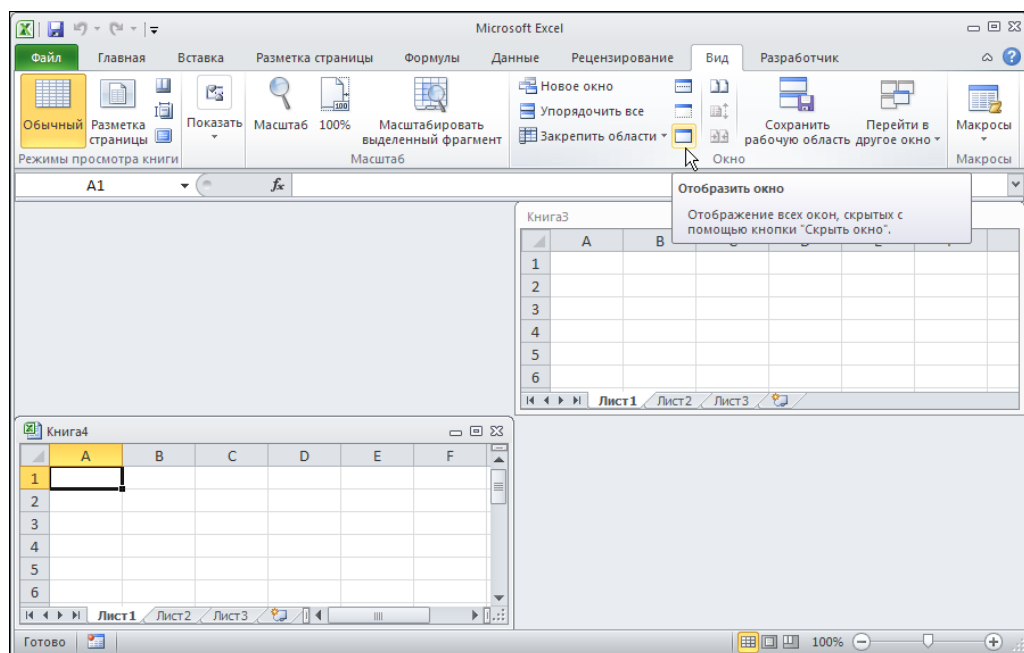


Рис. 5.70. Пиктограмму **Отобразить окно** используют для отображения скрытых окон

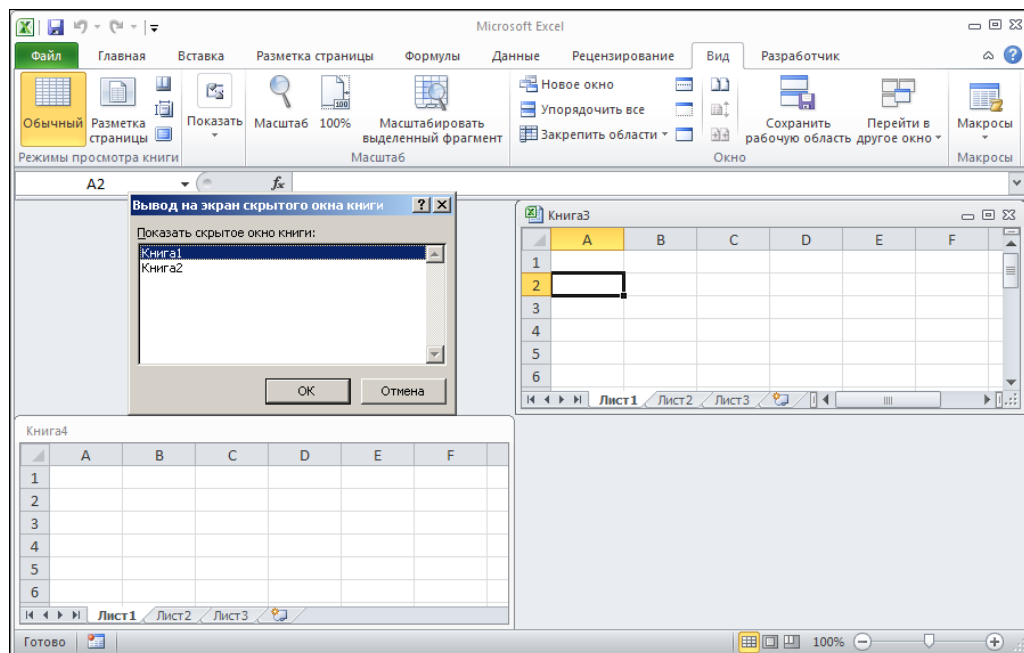


Рис. 5.71. Выбор скрытого окна для отображения

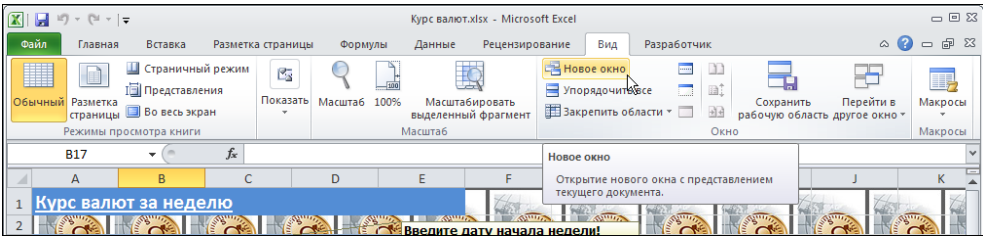


Рис. 5.72. Добавление нового окна рабочего документа

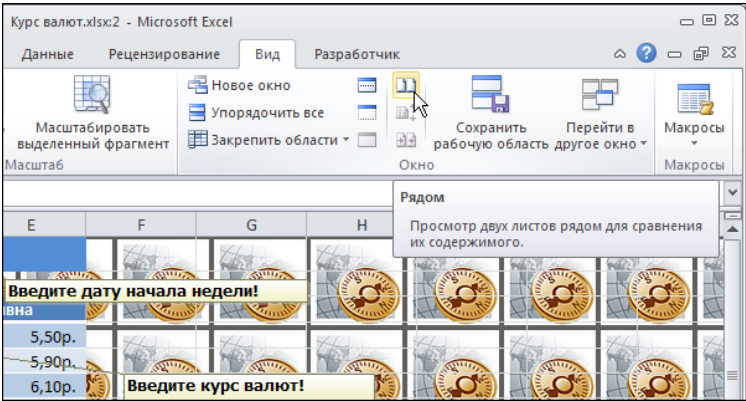


Рис. 5.73. Переход в режим синхронного просмотра рабочих окон

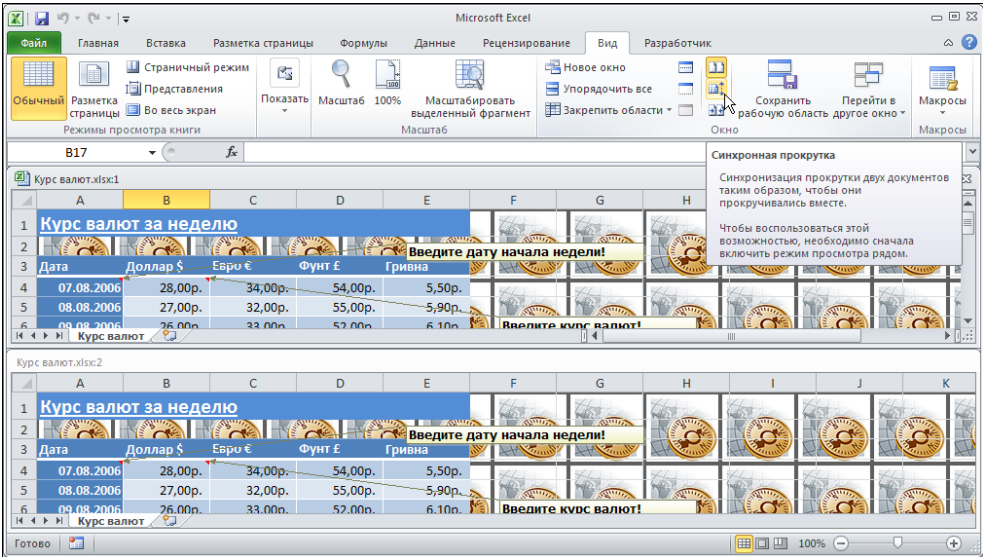


Рис. 5.74. Переход в режим синхронной прокрутки сравниваемых рабочих окон

Открывается список скрытых окон, в котором следует выбрать нужное (рис. 5.71).

Иногда полезно создать копию окна рабочего документа. Делается это посредством пиктограммы **Новое окно** (рис. 5.72).

После этого можно перейти в режим синхронного просмотра окон (рис. 5.73).

В группе **Окно** вкладки **Вид** ленты есть специальная пиктограмма, которая позволяет переходить в режим синхронной прокрутки сравниваемых окон (рис. 5.74).

В этом режиме прокрутка одного из окон автоматически приводит к прокрутке (в таком же темпе) и второго окна. Режим удобно использовать для сравнения документов или синхронной проверки разных частей одного документа.

Пример 5.8. Рабочее пространство

При работе с несколькими документами можно вносить изменения не только в каждый документ в отдельности, но и запоминать взаимное расположение рабочих окон. На рис. 5.75 в окне приложения открыты два рабочих документа.

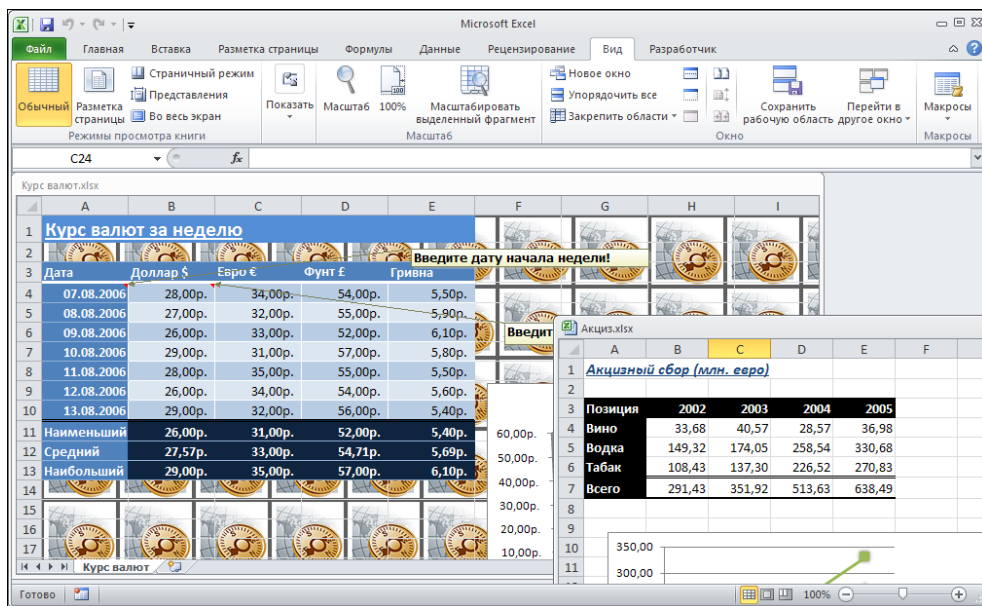


Рис. 5.75. Сохранение рабочего пространства

Если воспользоваться пиктограммой **Сохранить рабочую область** в группе **Окно** вкладки **Вид**, то оба документа, с учетом их взаимного расположения в окне приложения, будут сохранены в едином файле (файл с расширением *xlw*). В данном случае создаем файл рабочего пространства *my_sprase.xlw*. Впоследствии открыв этот файл, откроем оба указанных документа. Процесс выбора файла рабочего пространства для его открытия проиллюстрирован на рис. 5.76.

Хотя это и достаточно интересная утилита Excel, на практике она оказывается не очень полезной.

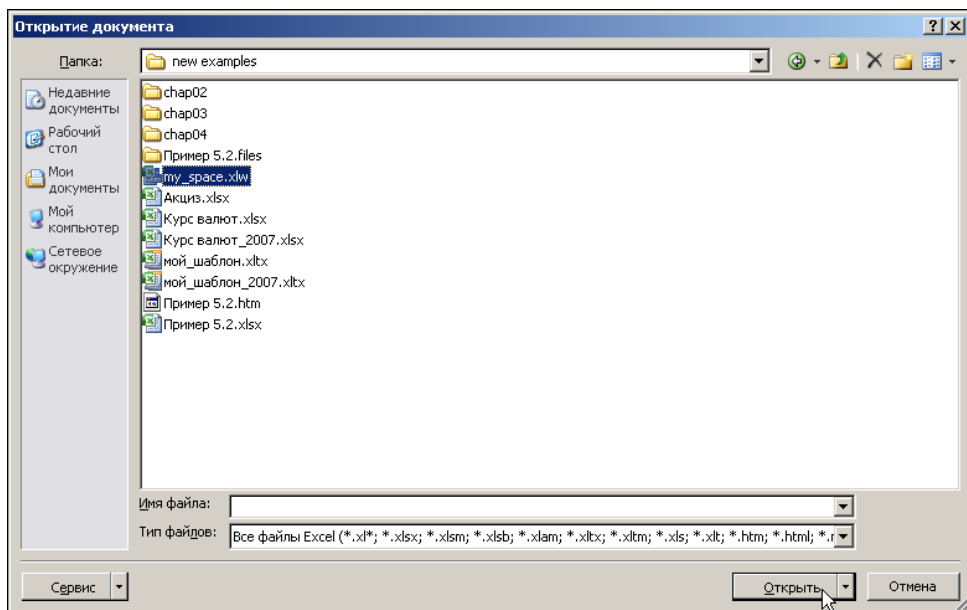
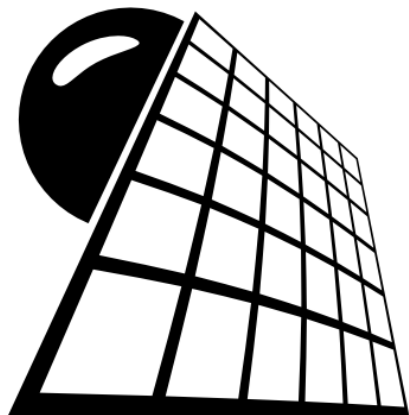


Рис. 5.76. Файл рабочего пространства



ЧАСТЬ II

Ресурсы



Глава 6

Настройки

Функциональность приложения Excel во многом зависит от выполненных (или невыполненных) настроек. Кроме того, существует ряд специальных режимов, работа в которых имеет свои существенные особенности. В этой главе речь пойдет о тех настройках и режимах, которые наиболее важны с практической точки зрения.

Пример 6.1. Переход в режим *строка-столбец*

Помимо общепринятого способа выполнения ссылок на ячейки и диапазоны ячеек таблицы *буква-номер* (этот режим используется по умолчанию), существует еще один режим выполнения ссылок. В этом режиме строка и столбец ячейки при выполнении ссылки указываются через номер. Такой режим называется *строка-столбец*, или формат **R1C1**. Последнее обусловлено формальным видом ссылок в этом режиме: номер строки ячейки указывается после литеры **R**, а номер столбца — после литеры **C**. Например, ссылка на ячейку **D2** в формате *строка-столбец* будет иметь вид **R2C4**. Такой способ индексации ячеек удобнее для восприятия, поскольку сразу понятно, что нужная ячейка находится на пересечении 2-й строки и 4-го столбца.

Для перехода в режим *строка-столбец* необходимо выбрать команду **Файл | Параметры** и в открывшемся диалоговом окне **Параметры Excel** в разделе **Формулы** установить флажок опции **Стиль ссылок R1C1** (рис. 6.1).

При переходе в режим *строка-столбец* в уже созданных документах все ссылки из старого формата *буква-цифра* автоматически конвертируются в новый формат *строка-столбец*. На рис. 6.2 показан фрагмент простого документа с абсолютными ссылками, выполненными в формате *буква-цифра*.

Документ содержит число в ячейке **A4**, которое служит аргументом для нескольких функций. В табл. 6.1 перечислены формулы, использованные при вычислении документа.

После перехода в режим отображения ссылок в формате *строка-столбец* численные значения в ячейках таблицы не меняются, зато формально меняются ссылки в формулах (рис. 6.3).

Таблица 6.1. Формулы в формате ссылки буква-цифра

Ячейка	Значение или формула	Комментарий
A4	2	Аргумент функций
B4	=A\$A^2	Квадрат числа
C4	=SIN(\$A\$4)	Синус
D4	=COS(\$A\$4)	Косинус
E4	=TAN(\$A\$4)	Тангенс

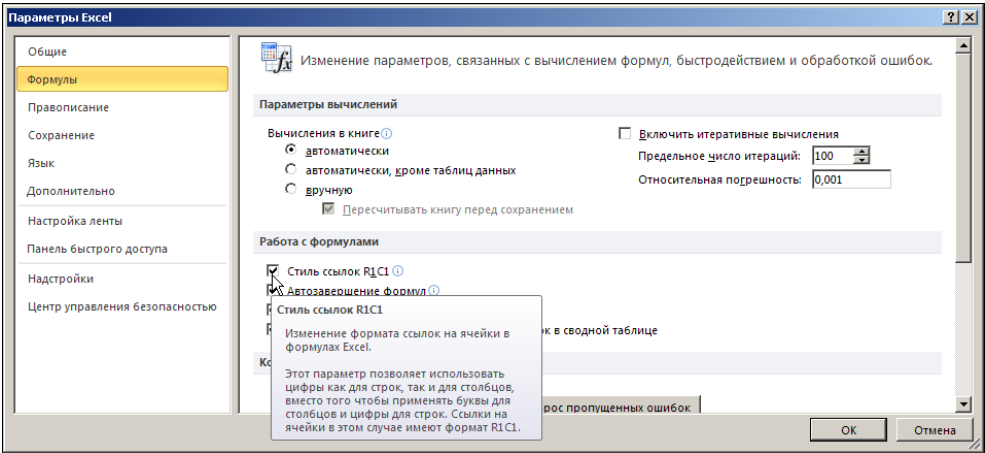


Рис. 6.1. Переход в режим строка-столбец

	E4				
	A	B	C	D	E
1	Пример 6.1. Переход в режим строка-столбец				
2					
3	Число	Квадрат	Синус	Косинус	Тангенс
4	2	4	0.909297	-0.41615	-2.18504
5					

Рис. 6.2. Документ с абсолютными ссылками в формате буква-цифра

	R4C5				
	1	2	3	4	5
1	Пример 6.1. Переход в режим строка-столбец				
2					
3	Число	Квадрат	Синус	Косинус	Тангенс
4	2	4	0.909297	-0.41615	-2.18504
5					

Рис. 6.3. Документ со ссылками в формате строка-столбец

Ссылки меняются как в формулах, так и в поле отображения названий ячеек. Формулы документа, но уже в формате *строка-столбец*, представлены в табл. 6.2.

Обращаем внимание на тот важный факт, что в исходном документе все ссылки были абсолютными. В этом смысле, например, ссылка **R4C1** также является абсолютной. Это существенное обстоятельство. Как преобразуются относительные ссылки, показано в *примере 6.2*.

Таблица 6.2. Формулы в формате ссылок строка-столбец

Ячейка	Значение или формула	Комментарий
R4C1	2	Аргумент функций
R4C2	=R4C1^2	Квадрат числа
R4C3	=SIN(R4C1)	Синус
R4C4	=COS(R4C1)	Косинус
R4C5	=TAN(R4C1)	Тангенс

Пример 6.2. Относительные ссылки в формате строка-столбец

Относительные ссылки в формате *строка-столбец* выполняются следующим образом: после символов **R** и (или) **C** в квадратных скобках указывают целое число, определяющее, на какое количество строк или столбцов соответственно отстоит от активной ячейки (той, где размещена ссылка) та ячейка, на которую выполняется ссылка. Положительные числа обозначают отступ вниз и вправо, а отрицательными числами обозначают отступ вверх и влево. Если адресуемая ячейка (та, на которую выполняется ссылка) находится в той же строке или столбце, что и ячейка со ссылкой, квадратные скобки с нулем не указывают. Например, ссылка из ячейки **A1** на ячейку **D2** в формате **R1C1** выглядит как **R[1]C[3]** (рис. 6.4).

Ссылка из ячейки **D2** на ячейку **A1** имеет вид **R[-1]C[-3]** (рис. 6.5).

Как и в случае абсолютных ссылок, при переходе в режим **R1C1** относительные ссылки преобразуются автоматически. На рис. 6.6 показан фрагмент документа с относительными ссылками в формате *буква-число*.

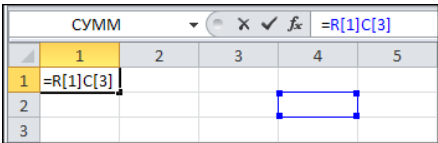


Рис. 6.4. Относительная ссылка из ячейки **A1** на ячейку **D2** в формате **R1C1**

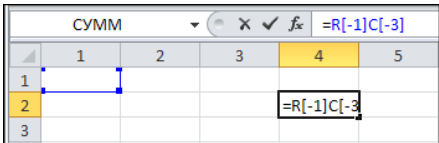


Рис. 6.5. Относительная ссылка из ячейки **D2** на ячейку **A1** в формате **R1C1**

	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 6.2. Относительные ссылки в формате строка-столбец						
2							
3	Число	Квадрат					
4	1	5					
5	2	8					
6	3	11					
7	4	14					
8							

Рис. 6.6. Документ с относительными ссылками в формате *буква-число*

	R4C2		fx =3*RC[-1]+2				
	1	2	3	4	5	6	7
1	Пример 6.2. Относительные ссылки в формате строка-столбец						
2							
3	Число	Квадрат					
4		1	5				
5		2	8				
6		3	11				
7		4	14				
8							

Рис. 6.7. Документ с относительными ссылками в формате R1C1

В ячейки **A4:A7** введены численные значения, которые используются в качестве аргументов в линейной функциональной зависимости. Ячейки **B4:B7** заполняются копированием формулы $=3*A4+2$ из ячейки **B4**. Тот же документ, но в формате ссылок **R1C1**, показан на рис. 6.7.

Интересная особенность ссылок в формате **R1C1** состоит в том, что при копировании формул с относительными ссылками последние формально не меняют своего вида. Так, формула в ячейке **B4** (в формате *строка-столбец* адрес этой ячейки **R4C2**) имеет вид $=3*RC[-1]+2$ (см. рис. 6.7). В остальных ячейках диапазона **B4:B7** формулы такие же. На рис. 6.8 выделена ячейка **B6** (адрес ячейки **R6C2**).

В то же время в формате *буква-число* все ссылки в ячейках **B4:B7** разные (рис. 6.9).

Ссылка вида **RC[-1]** является примером ситуации, когда обе ячейки (содержащая ссылку и та, на которую выполняется ссылка) находятся в одной строке, поэтому после литеры **R** индекс не указывается.

	R6C2		fx =3*RC[-1]+2				
	1	2	3	4	5	6	7
1	Пример 6.2. Относительные ссылки в формате строка-столбец						
2							
3	Число	Квадрат					
4		1	5				
5		2	8				
6		3	11				
7		4	14				
8							

Рис. 6.8. Форма относительных ссылок при копировании не меняется

	B6		fx =3*A6+2				
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 6.2. Относительные ссылки в формате строка-столбец						
2							
3	Число	Квадрат					
4		1	5				
5		2	8				
6		3	11				
7		4	14				
8							

Рис. 6.9. В формате *буква-число* форма ссылок при копировании меняется

Пример 6.3. Смешанные ссылки в формате строка-столбец

Несложно работать в формате **R1C1** со смешанными ссылками. На рис. 6.10 показан фрагмент документа, в котором по разным значениям аргумента вычисляется полиномиальное выражение.

	B4					
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 6.3. Смешанные ссылки в формате строка-столбец					
2						
3	Аргумент	Функция	Функция	Функция	Функция	Функция
4	-1	6				
5	0		2			
6	1			0		
7	2				0	
8	3					2
9						

Рис. 6.10. Документ со смешанными ссылками в формате буква-число

	E7					
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 6.3. Смешанные ссылки в формате строка-столбец					
2						
3	Аргумент	Функция	Функция	Функция	Функция	Функция
4	-1	6				
5	0		2			
6	1			0		
7	2				0	
8	3					2
9						

Рис. 6.11. Изменение смешанных ссылок при копировании

Данные о значении функции вводятся в "диагональные" ячейки **B4**, **C5**, **D6**, **E7** и **F8**. В ячейку **B4** вводится формула $=\$A4^2-3*\$A4+2$, после чего она копируется во все указанные ячейки. Формула содержит смешанные ссылки, и при копировании они соответствующим образом меняются (рис. 6.11).

При переходе в режим *строка-столбец* формула $=\$A4^2-3*\$A4+2$ трансформируется в $=RC1^2-3*RC1+2$ (рис. 6.12).

Сразу обратим внимание читателя на особенность ссылки **RC1**: после литеры **R** индекс не указан, и это однозначный признак относительной ссылки, поскольку в абсолютных ссылках индекс может быть только положительным.

Как уже отмечалось, при копировании ссылок в формате **R1C1** их форма не меняется. В этом еще раз можно убедиться, глядя на рис. 6.13.

Исключительно легко в формате **R1C1** выполняются ссылки на диапазоны ячеек.

	R4C2		fx		=RC1^2-3*RC1+2	
	1	2	3	4	5	6
1	Пример 6.3. Смешанные ссылки в формате строка-столбец					
2						
3	Аргумент	Функция	Функция	Функция	Функция	Функция
4	-1	6				
5	0		2			
6	1			0		
7	2				0	
8	3					2
9						

Рис. 6.12. Смешанная ссылка в формате *строка-столбец*

	R7C5		fx		=RC1^2-3*RC1+2	
	1	2	3	4	5	6
1	Пример 6.3. Смешанные ссылки в формате строка-столбец					
2						
3	Аргумент	Функция	Функция	Функция	Функция	Функция
4	-1	6				
5	0		2			
6	1			0		
7	2				0	
8	3					2
9						

Рис. 6.13. Смешанная ссылка в формате **R1C1** при копировании не меняется

Пример 6.4. Ссылки на диапазоны ячеек в формате *строка-столбец*

В формате *строка-столбец* ссылка на диапазон ячеек выполняется так же, как и в формате *буква-число*: указывается адрес левой верхней ячейки диапазона и — после двоеточия — адрес правой нижней ячейки диапазона.

Документ на рис. 6.14 содержит набор целочисленных значений от **0** до **10** включительно в ячейках **A4:A14**, которые служат аргументами для вычисления полиномиального выражения (диапазон ячеек **B4:B14**) и косинуса (диапазон ячеек **C4:C14**).

Значения в ячейках **B4:B14** вычисляются по формуле **=(RC[-1]:R[10]C[-1]-R6C1)*(RC[-1]:R[10]C[-1]-R11C1)*(RC[-1]:R[10]C[-1]-R13C1)**, которая в обычном формате соответствует формуле **=(A4:A14-\$A\$6)*(A4:A14-\$A\$11)*(A4:A14-\$A\$13)** и определяет полином вида $(x-2)(x-7)(x-9)$, где x играет роль аргумента. Формула вводится как *формула массива*: выделяется диапазон ячеек **B4:B14**, в поле формул вводится указанная формула, после чего нажимаем комбинацию клавиш **<Ctrl>+<Shift>+<Enter>**. Напомним, что для быстрого перехода между режимами ввода абсолютных и относительных ссылок можно использовать клавишу **<F4>**.

Примерно таким же образом заполняется диапазон ячеек **C4:C14**. Диапазон ячеек выделяется, после чего туда вводится формула **=COS(RC[-2]:R14C1)** (или **=COS(A4:\$A\$14)** в обычном формате); ввод подтверждается комбинацией клавиш **<Ctrl>+<Shift>+<Enter>** (рис. 6.15).

R4C2		fx		{=(RC[-1]:R[10]C[-1]-R6C1)*(RC[-1]:R[10]C[-1]-R11C1)*(RC[-1]:R[10]C[-1]-R13C1)}				
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Пример 6.4. Ссылки на диапазоны в формате строка-столбец							
2								
3	Аргумент	Полином	Косинус					
4	0	-126	1					
5	1	-48	0.540302306					
6	2	0	-0.416146837					
7	3	24	-0.989992497					
8	4	30	-0.653643621					
9	5	24	0.283662185					
10	6	12	0.960170287					
11	7	0	0.753902254					
12	8	-6	-0.145500034					
13	9	0	-0.911130262					
14	10	24	-0.839071529					
15								

Рис. 6.14. Относительные и абсолютные ссылки на диапазоны в формате R1C1

R4C3		fx		{=COS(RC[-2]:R14C1)}	
	1	2	3	4	5
1	Пример 6.4. Ссылки на диапазоны в формате строка-столбец				
2					
3	Аргумент	Полином	Косинус		
4	0	-126	1		
5	1	-48	0.540302306		
6	2	0	-0.416146837		
7	3	24	-0.989992497		
8	4	30	-0.653643621		
9	5	24	0.283662185		
10	6	12	0.960170287		
11	7	0	0.753902254		
12	8	-6	-0.145500034		
13	9	0	-0.911130262		
14	10	24	-0.839071529		
15					

Рис. 6.15. Одна граница диапазона указана через относительную, а другая — через абсолютную ссылку

Фигурные скобки вокруг формул массива добавляются системой автоматически. Вручную этого делать не следует — эффект будет совсем не тот. Что касается самих формул массива, то в них использованы ссылки на диапазоны ячеек. Формула вычисляется для каждого из значений такого диапазона. Набор полученных по формуле значений присваивается ячейкам диапазона, в которые введена формула. Формулы массива еще обсуждаются далее в книге.

Пример 6.5. Шрифт по умолчанию

Шрифт, используемый по умолчанию в рабочих документах Excel, хотя и является во многом фактором декоративным, но в то же время существенно влияет на общее восприятие документа. Крайне неудобно при создании документа самостоятельно

менять шрифт. Разумнее изменить настройки приложения. Для этого в окне **Параметры Excel** в разделе **Общие** устанавливаем тип шрифта в раскрывающемся списке **Шрифт** и его размер в списке **Размер** (рис. 6.16).

Установленный шрифт будет применяться ко всем вновь созданным документам.

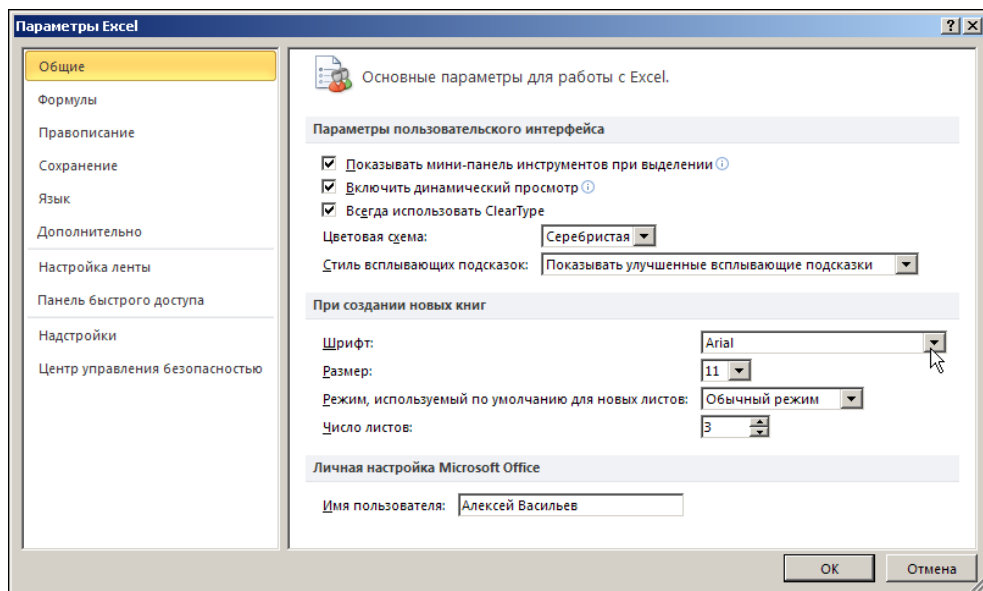


Рис. 6.16. Выбор типа и размера шрифта

Пример 6.6. Вычисление значений

Ряд настроек приложения существенно влияет на способ пересчета рабочих листов. Дело в том, что по умолчанию при внесении изменений в ячейки документа он автоматически пересчитывается. За этот режим отвечает переключатель **Вычисления в книге** в разделе **Формулы** диалогового окна **Параметры Excel** (рис. 6.17).

Переключатель имеет три позиции и позволяет пересчитывать документы в автоматическом режиме, в автоматическом режиме за исключением таблиц данных и в режиме вычислений по команде пользователя. Рядом с переключателем размещена опция **Включить итеративные вычисления**. Наличие этого флажка позволяет использовать в рабочих документах циклические ссылки, которые вычисляются итерационными методами. Там же задаются параметры итерационных процедур: максимальное число итераций и предел для изменения итерационного значения. Подробнее циклические ссылки обсуждаются в последующих главах.

В этом же разделе **Формулы** диалогового окна **Параметры Excel** есть ряд опций, непосредственно влияющих на работу с формулами (рис. 6.18).

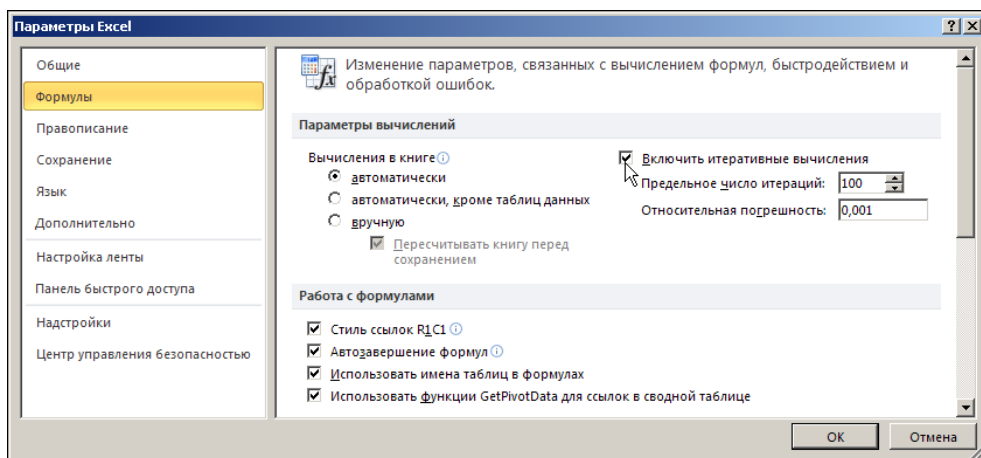


Рис. 6.17. Режим автоматического пересчета рабочих листов и использования циклических ссылок

Наличие флажка **Автозавершение формул** означает переход в режим, при котором при вводе формул появляются подсказки по возможным вариантам завершения ввода. Часто это бывает удобно, но не всегда.

При работе с таблицами данных ссылки на ячейки можно делать не только через их непосредственные адреса, но и на основе заголовков таблицы. Данный режим достаточно удобен, но чтобы он был доступен, необходимо установить флажок **Использовать имена таблиц в формулах** (см. рис. 6.19).

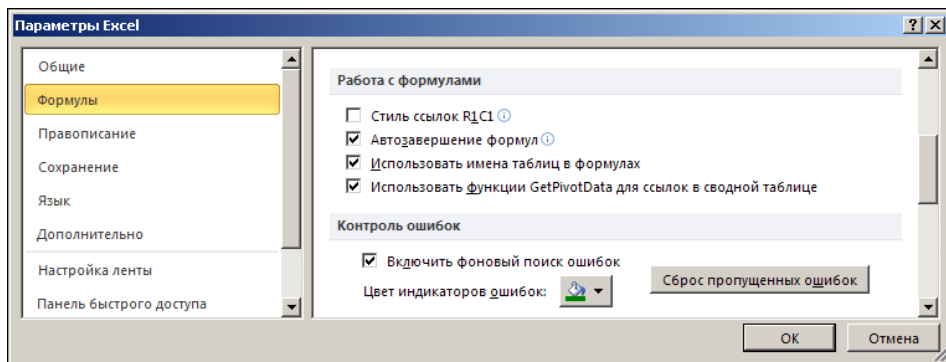


Рис. 6.18. Опции автоматического завершения ввода формул и использования заголовков таблиц в формулах

Пример 6.7. Индикация ошибок

К сожалению, ошибок при работе с документами Excel полностью избежать не удастся. Однако далеко не всегда можно однозначно утверждать, что имеет место ошибка (во всяком случае, при обработке таких ситуаций приложением). Хорошим примером является ситуация, когда в документе есть ссылка на пустую ячейку.

Однозначно разрешить эту проблему без вмешательства пользователя вряд ли удастся. На рис. 6.19 показана часть окна **Параметры Excel**, открытого в разделе **Формулы**, содержащая группу опций для настройки способа индикации ошибок.

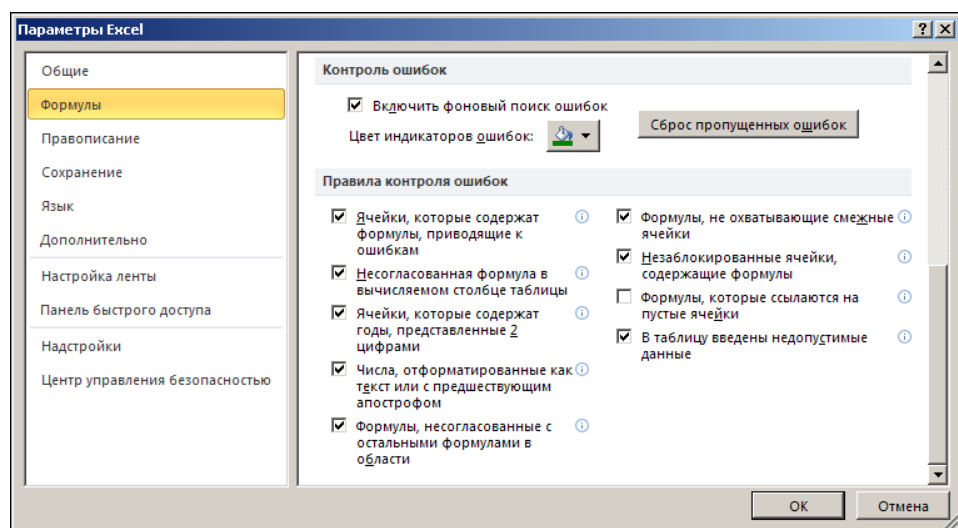


Рис. 6.19. Настройки индикации ошибок

Если установлен флажок опции **Формулы, которые ссылаются на пустые ячейки**, ситуация со ссылкой на пустую ячейку будет интерпретироваться как ошибка. Интересны также опции **Числа, отформатированные как текст...** и **Формулы, несогласованные с остальными формулами в области**. С их помощью как ошибочные выделяются соответственно ячейки с числовыми значениями, форматированными как текст, и ячейки, содержащие формулы, качественно отличные от формул в соседних ячейках.

Пример 6.8. Отображение формул в ячейках

Представляет интерес режим, когда в ячейках, значение которых вычисляется по формулам, отображается не вычисленное значение, а базовая формула. Для перехода в режим устанавливаем флажок **Показывать формулы, а не их значения** в разделе **Дополнительно** диалогового окна **Параметры Excel** (рис. 6.20).

Режим обычно используется при отладке документов, поскольку в созерцании формул в документе вместо конкретных значений особого удовольствия нет.

Обратим внимание также на опцию **Показывать нули в ячейках, которые содержат нулевые значения**. Если этот флажок не установлен, ячейки с нулевыми значениями будут отображаться как пустые, т. е. без значений.

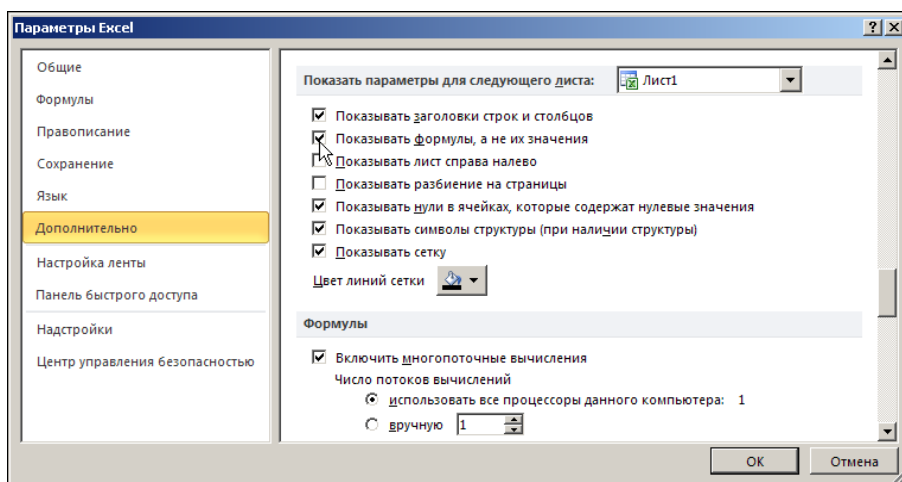


Рис. 6.20. Переход в режим отображения в ячейках формул вместо значений

Пример 6.9. Режим ввода и редактирования данных

По умолчанию нажатие клавиши <Enter> приводит к завершению процедуры ввода и переходу к нижней ячейке таблицы. Однако направление такого перехода можно изменить. Для этого используют раскрывающийся список **Направление** в разделе **Дополнительно** диалогового окна **Параметры Excel** (рис. 6.21).

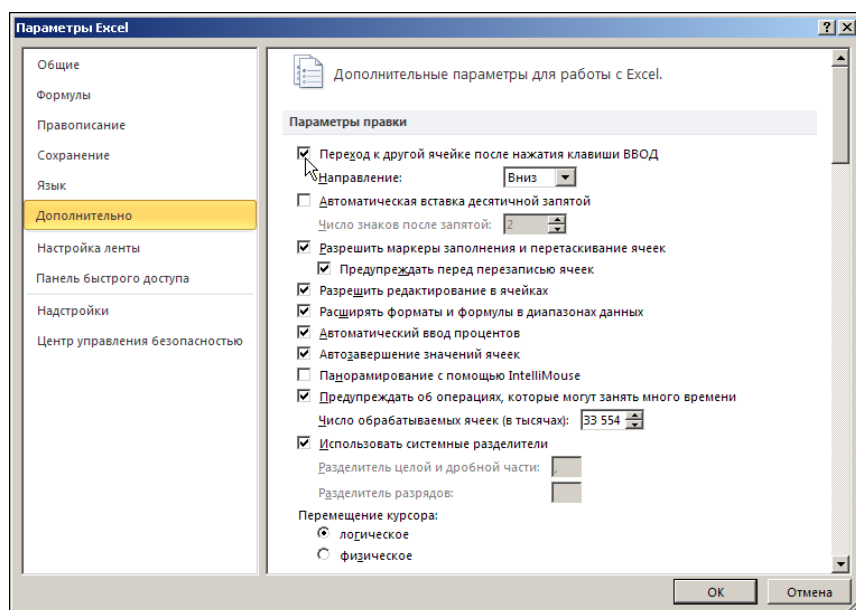


Рис. 6.21. Настройки ввода и редактирования данных

Чтобы в левом нижнем углу рамки выделения ячеек и диапазонов отображался маркер автоматического заполнения, необходимо, чтобы был установлен флажок опции **Разрешить маркеры заполнения и перетаскивания ячеек**. Эта опция также обеспечивает доступность режима перетаскивания ячеек в таблице с помощью мыши.

Если установлен флажок опции **Разрешить редактирование в ячейках**, двойным щелчком мыши можно будет редактировать данные прямо в ячейке рабочего документа.

Стоит также обратить внимание на опцию **Использовать системные разделители**. При установленном флажке в качестве разделителей (десятичная точка и пробел для выделения разрядов числа) используются predeterminedенные настройками операционной системы символы. После отмены флажка опции у пользователя появляется возможность задать разделители самостоятельно.

Пример 6.10. Точность отображения и вычисления данных

Отображаемые в ячейках числовые значения округляются. Причем отображаемое значение далеко не всегда совпадает с реальным значением, даже с учетом того, что реальное значение также является приближенным (если только это не исходное введенное пользователем точное значение). Однако в вычислениях используются реальные значения ячеек. Поэтому точность отображаемого значения редко является вопросом принципиальным (хотя это и важный момент в работе с приложением). В Excel есть режим, при котором точность вычислений устанавливается равной точности отображения значений. За режим отвечает опция **Задать точность как на экране** раздела **Дополнительно** окна **Параметры Excel** (рис. 6.22).

Использовать данный режим следует крайне аккуратно и осторожно, поскольку обычно точность отображения существенно ниже точности вычислений. Ненужное огрубление результатов, особенно на промежуточных стадиях вычислений, редко бывает полезным.

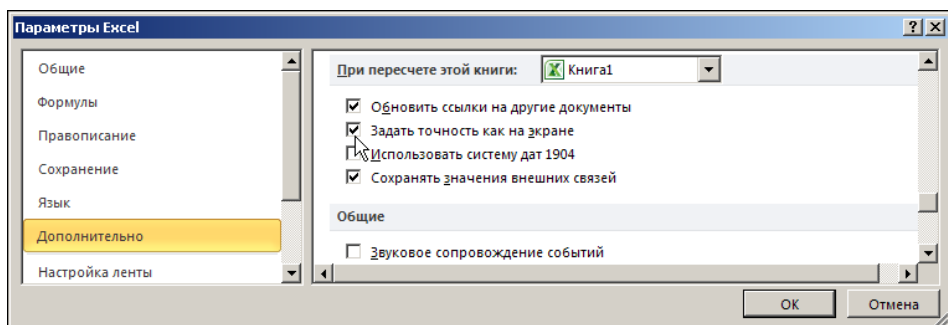


Рис. 6.22. Переход в режим точности вычислений, совпадающей с точностью отображения значений



Глава 7

Гиперссылки

В рабочих документах Excel содержатся не только числовые данные, но и всевозможные объекты, такие как диаграммы, формулы и просто текст. При этом в документе могут содержаться ссылки или информация о данных, размещенных в других документах на компьютере или в Интернете. Механизм быстрого перехода к этим данным реализуется через концепцию гиперссылок. В рабочем документе фрагмент текста или графический объект форматируется как гиперссылка, в результате чего после щелчка кнопкой мыши на этом объекте открывается файл с данными, на которые указывает гиперссылка, или страница в Интернете.

Пример 7.1. Вставка в документ гиперссылки

В первую очередь рассмотрим процедуру создания гиперссылки на ячейку в рабочем документе. Другими словами, размещаем в рабочем документе текст с гиперссылкой, щелчок на которой приводит к переходу к одной из ячеек в этом же рабочем документе (для определенности пускай это будет ячейка **B5** в третьем рабочем листе книги **Лист3**). Исходный документ показан на рис. 7.1.

A3		Гиперссылка на ячейку B5 в третьем листе книги							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Пример 7.1. Вставка в документ гиперссылки								
2									
3	Гиперссылка на ячейку B5 в третьем листе книги								
4									

Рис. 7.1. Документ перед созданием гиперссылки

В ячейку **A3** введен текст **Гиперссылка на ячейку B5 в третьем листе книги**, который пометим как гиперссылку. Для этого выделим ячейку, щелкнем правой кнопкой мыши и в раскрывшемся контекстном меню выберем команду **Гиперссылка** (рис. 7.2).

После этого открывается диалоговое окно **Вставка гиперссылки**, в котором выполняются все основные настройки гиперссылки (рис. 7.3).

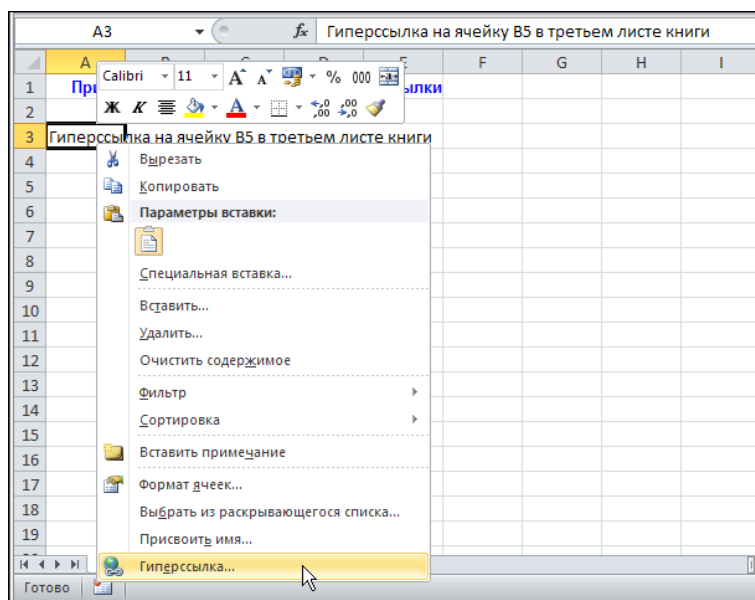


Рис. 7.2. Выбор команды создания гиперссылки в контекстном меню

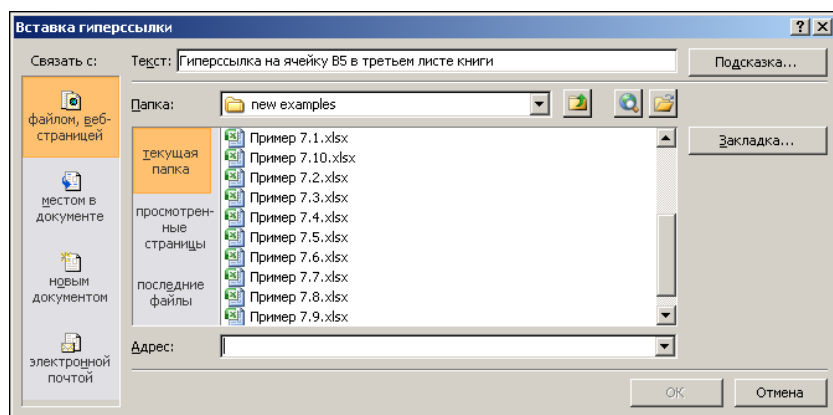


Рис. 7.3. Окно настройки параметров гиперссылки

Вид окна существенно зависит от того, какой элемент выбран в разделе **Связать с**. Для вставки ссылки на место в том же документе, что и гиперссылка, следует выбрать пиктограмму **местом в документе**. В результате окно будет иметь вид, как на рис. 7.4.

Окно содержит поле **Введите адрес ячейки** и список **Или выберите место в документе**. В поле указывается адрес ячейки, а в списке выбирают лист рабочей книги, в котором эта ячейка находится. В данном случае в списке выбираем **Лист3**, а в поле указываем ячейку **B5**. После подтверждения сделанных настроек гиперссылка создана. В рабочем документе она выделяется цветом и подчеркивается.

При наведении курсора мыши на гиперссылку он меняет вид (ладонь с указательным пальцем). На рис. 7.5 показан документ с гиперссылкой.

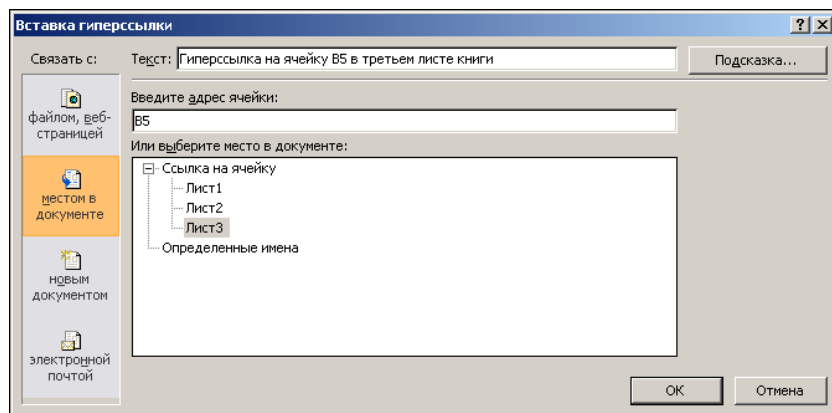


Рис. 7.4. Выбор адреса ссылки в документе

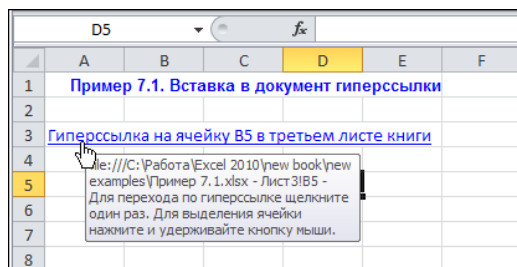


Рис. 7.5. Документ с гиперссылкой

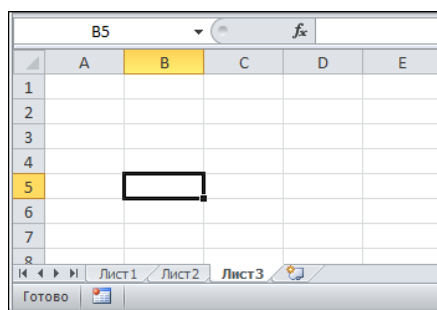


Рис. 7.6. Выполнен переход по гиперссылке

После щелчка на гиперссылке в соответствии со сделанными настройками осуществляется переход к ячейке **B5** листа **Лист3** (рис. 7.6).

Чтобы просто выделить ячейку (не совершая переход по гиперссылке), на ячейке с гиперссылкой выполняют щелчок и удерживают нажатой кнопку мыши. В следующем примере показано, как к гиперссылке добавляется комментарий.

Пример 7.2. Добавление комментария к гиперссылке

При наведении курсора мыши на гиперссылку не только курсор меняет вид, но еще отображается комментарий (см. рис. 7.5). В принципе он содержит полезную информацию (место, на которое указывает гиперссылка), однако существует возможность текст комментария изменять по собственному усмотрению.

Щелчком правой кнопкой мыши на ячейке с гиперссылкой. В контекстном меню выберем команду редактирования **Изменить гиперссылку** (рис. 7.7).

Окно редактирования гиперссылки имеет вид, как на рис. 7.8.

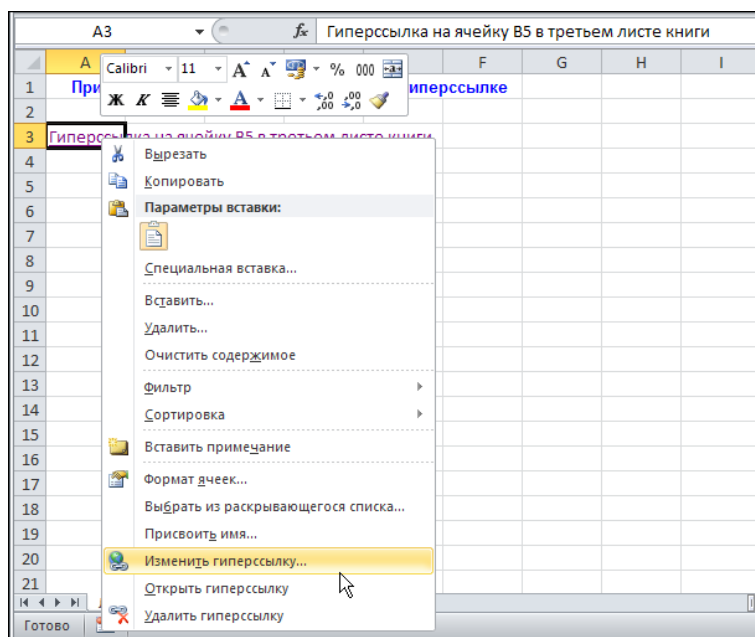


Рис. 7.7. Выбор в контекстном меню команды редактирования гиперссылки

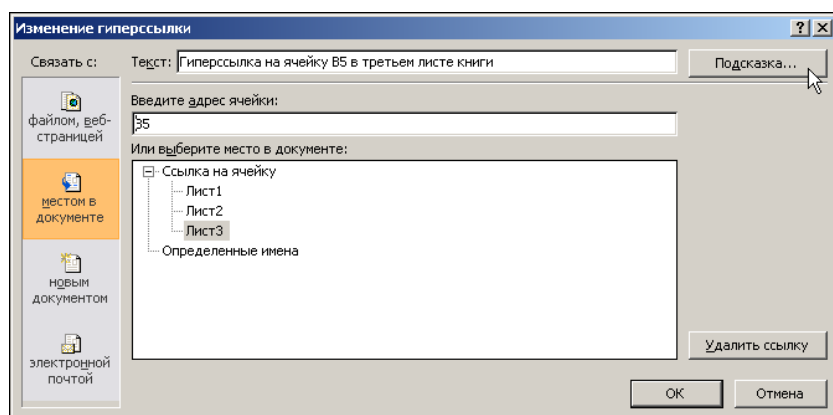


Рис. 7.8. Переход к окну ввода текста комментария для гиперссылки

Для ввода или редактирования текстового комментария к гиперссылке необходимо выполнить щелчок на кнопке **Подсказка** (см. рис. 7.8). Открывается очередное окно с полем ввода комментария к гиперссылке (рис. 7.9).

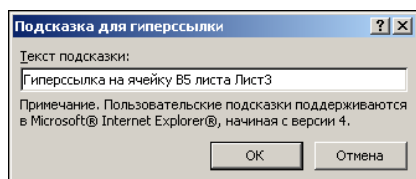


Рис. 7.9. Ввод текста комментария для гиперссылки

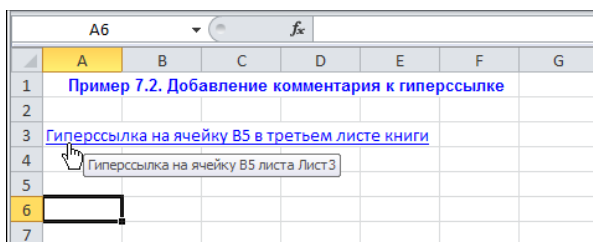


Рис. 7.10. Гиперссылка с комментарием пользователя

В поле **Подсказка для гиперссылки** введено значение **Гиперссылка на ячейку B5 листа Лист3**. Подтверждаем корректность ввода данных, после чего созданный комментарий отображается при наведении курсора мыши на гиперссылку (рис. 7.10).

В следующем примере рассматривается процедура создания гиперссылки на диапазон ячеек.

Пример 7.3. Гиперссылка на диапазон ячеек

Практически так же, как гиперссылка на ячейку, выполняется гиперссылка на диапазон ячеек. На рис. 7.11 выделена ячейка с текстом.

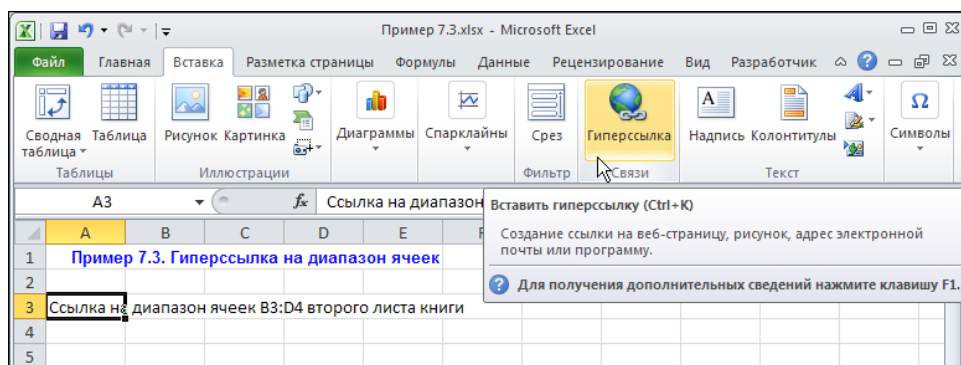


Рис. 7.11. Документ с выделенной ячейкой для вставки гиперссылки

Курсор мыши наведен на пиктограмму **Гиперссылка** в разделе **Связи** вкладки **Вставка**. После щелчка на пиктограмме открывается уже знакомое окно **Вставка гиперссылки**, в левой части которого следует щелкнуть на пиктограмме **местом в документе**. Отличие от первого примера состоит в том, что в поле **Введите адрес ячейки** вместо ссылки на ячейку вводится ссылка на диапазон ячеек **B3:D4** (рис. 7.12).

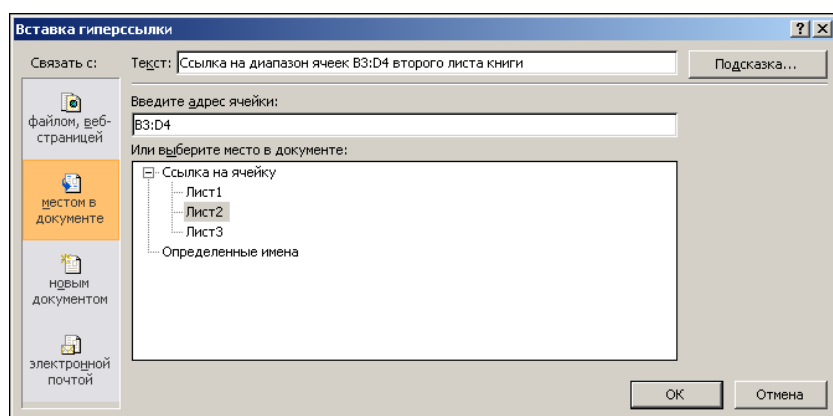


Рис. 7.12. Выполнение ссылки на диапазон ячеек

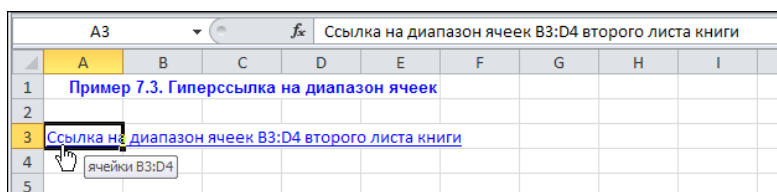


Рис. 7.13. В документе создана гиперссылка на диапазон ячеек

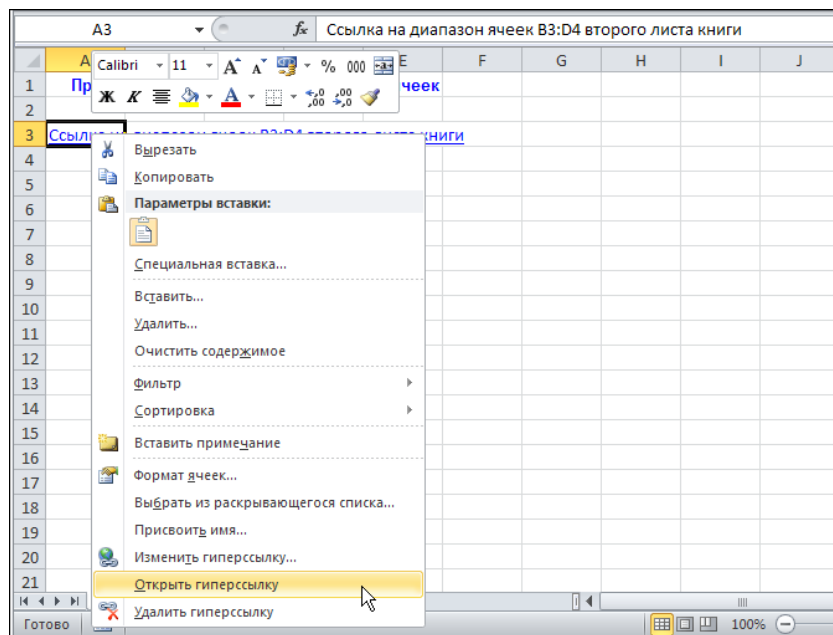


Рис. 7.14. Переход по гиперссылке через команду контекстного меню

При этом в нижней области должен быть выбран правильный лист. Можно также вести текст комментария (кнопка **Подсказка**). Документ после создания гиперссылки показан на рис. 7.13.

Переход по гиперссылке, помимо непосредственно щелчка на ней, можно осуществить с помощью команды контекстного меню **Открыть гиперссылку** (рис. 7.14).

Документ после перехода по гиперссылке показан на рис. 7.15.

При этом в листе выделен тот диапазон ячеек, на который создавалась гиперссылка.

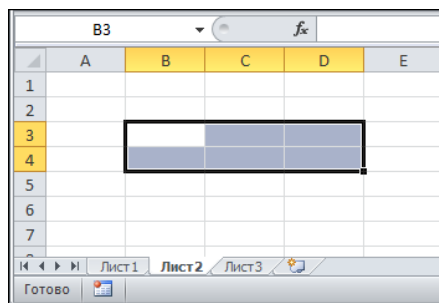


Рис. 7.15. Выполнен переход по гиперссылке

Пример 7.4. Ссылка через имя

В поле выбора листа рабочего документа в окне **Вставка гиперссылки** есть, помимо списка рабочих листов документа, позиция **Определенные имена** (см. рис. 7.12). Если в документе есть именованные ячейки и диапазоны, ссылку на эти ячейки можно делать по их имени. Рассмотрим документ, содержащий именованную ячейку **MyCell** с адресом **C3** и диапазон **MyRange** с адресом **B2:E4**. И ячейка, и диапазон размещены во втором рабочем листе книги. На рис. 7.16 выделена именованная ячейка **C3**.

Имя ячейки **MyCell** отображается в поле названий слева от строки формул. Аналогичная ситуация будет иметь место, если выделить диапазон **B2:E4** (рис. 7.17).

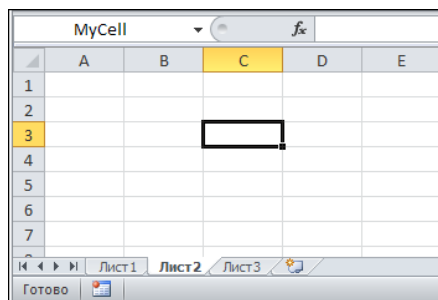


Рис. 7.16. Именованная ячейка

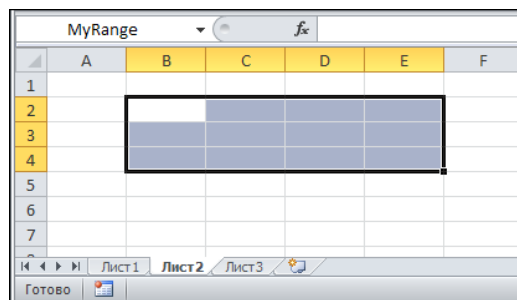


Рис. 7.17. Именованный диапазон ячеек

Более того, если в рабочем документе создавать гиперссылку на ячейку или диапазон ячеек в документе, имена доступных ячеек автоматически отображаются наравне с рабочими листами (рис. 7.18).

Для выполнения гиперссылки следует выбрать имя ячейки или диапазона ячеек. Во всем остальном процедура создания гиперссылки на именованные ячейки и диапазоны существенных особенностей не имеет.

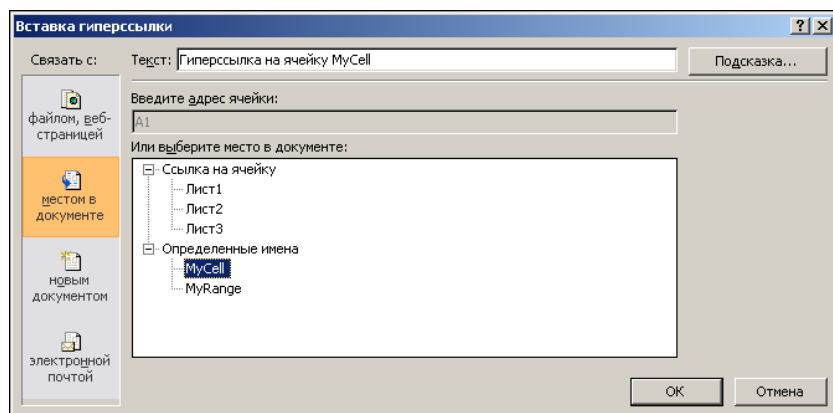


Рис. 7.18. Окно вставки ссылки содержит список имен ячеек и диапазонов

Пример 7.5. Гиперссылка на внешний документ

Более актуальным с практической точки зрения является создание гиперссылки на внешний документ. В данном случае это будет документ в одном из каталогов пользователя.

При выполнении гиперссылки на внешний документ в левой части окна **Вставка гиперссылки** выбираем пиктограмму **файлом, веб-страницей**. В центральной части окна выбираем место хранения файла в системе и его название. На рис. 7.19 ссылка выполняется на внешний файл электронной таблицы.

После подтверждения выбора ссылка создана. Для проверки щелкнем на вновь созданной гиперссылке (рис. 7.20).

В результате открывается именно та электронная таблица, на которую выполнялась ссылка (рис. 7.21).

Точно так же выполняются гиперссылки на файлы иных типов. На рис. 7.22 показано, как выполняется ссылка на текстовый документ.

Документ с новой добавленной ссылкой показан на рис. 7.23.

Как и в предыдущем случае, щелчок на гиперссылке приводит к тому, что открывается соответствующий документ (рис. 7.24).

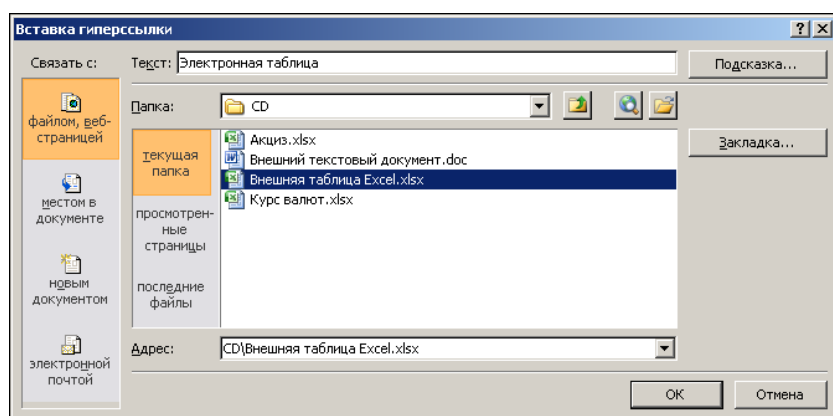


Рис. 7.19. Выбор файла электронной таблицы для выполнения на него ссылки

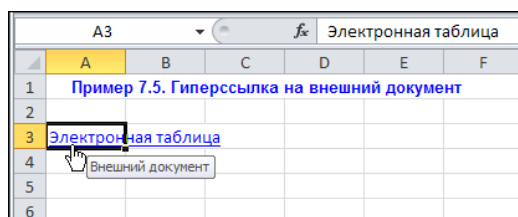


Рис. 7.20. Щелчок на гиперссылке на электронную таблицу

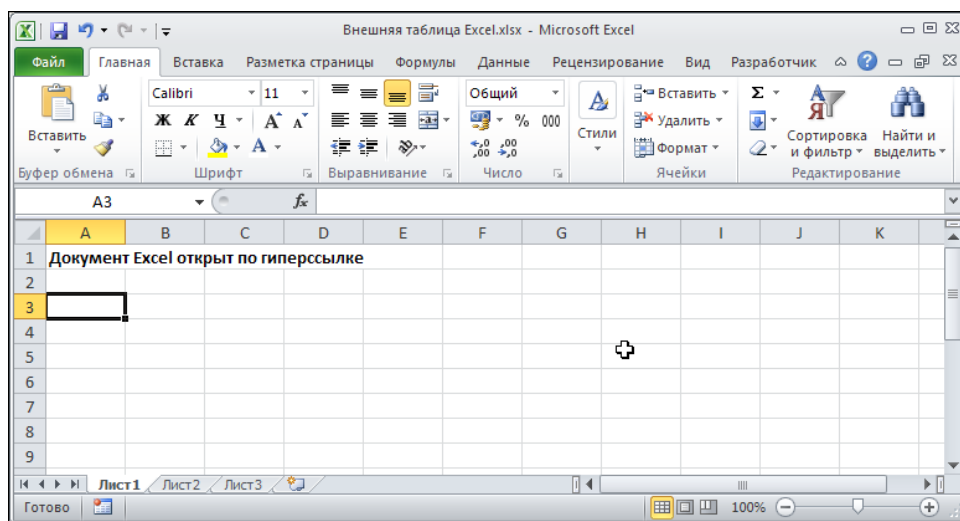


Рис. 7.21. Электронная таблица открыта после щелчка на гиперссылке

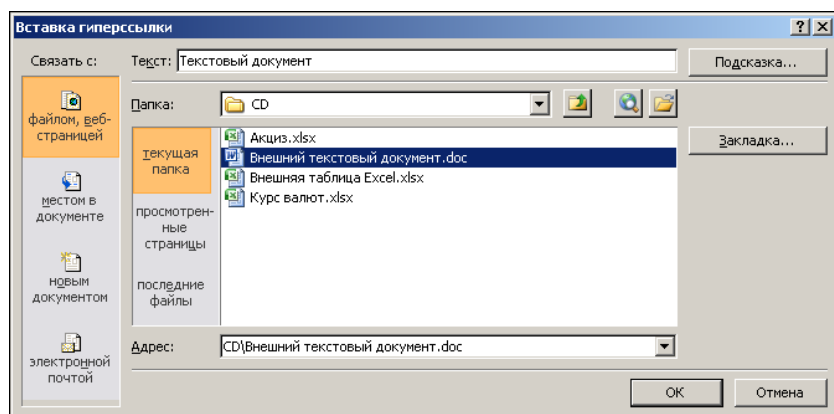


Рис. 7.22. Выбор файла текстового документа для выполнения на него ссылки

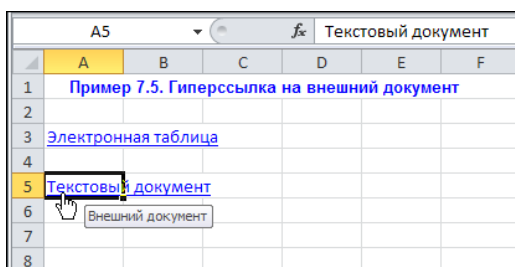


Рис. 7.23. Щелчок по гиперссылке на текстовый документ

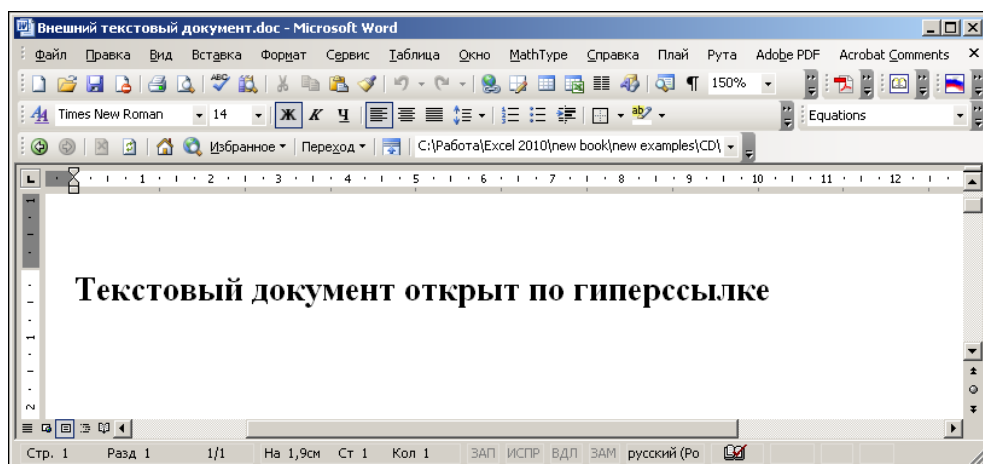


Рис. 7.24. Текстовый документ открыт после щелчка на гиперссылке

Разница только в том, что теперь для открытия документа загружается и приложение (текстовый редактор), с помощью которого открывается документ.

Пример 7.6. Гиперссылка на новый документ

При создании гиперссылки на новый документ в окне **Вставка гиперссылки** выбирают пиктограмму **новым документом**, после чего окно радикально меняет свой вид (рис. 7.25).

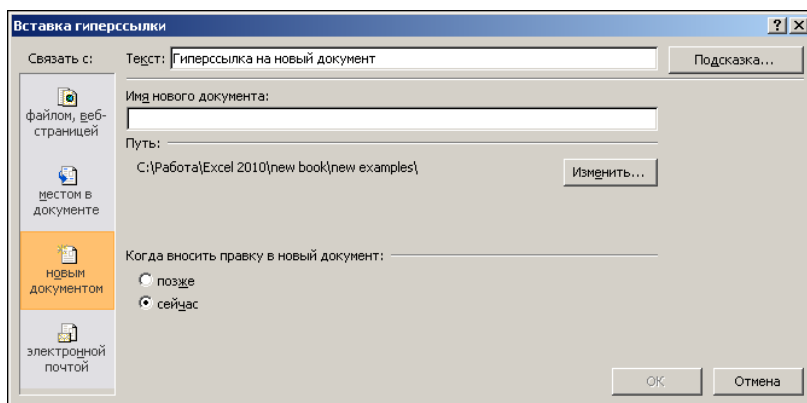


Рис. 7.25. Создание гиперссылки на новый документ

Помимо уже знакомого поля с текстом, отображаемым в виде гиперссылки, в окне содержится поле **Имя нового документа**. В этом окне указывается имя создаваемого файла, причем вместе с расширением. Место, где будет храниться этот файл, указано сразу под данным полем. Для изменения каталога, в который записывается файл, следует щелкнуть кнопку **Изменить** и выбрать нужный каталог.

В зависимости от положения переключателя **Когда вносить правку в новый документ** в нижней части окна, новый документ может быть сразу же открыт для внесения в него изменений (положение переключателя **сейчас**). Разумеется, можно сразу и не редактировать создаваемый документ (положение переключателя **позже**).

Фактически, создание гиперссылки на новый документ подразумевает, что гиперссылка выполняется одновременно с созданием этого нового документа.

Пример 7.7. Гиперссылка на страницу в Интернете

Гиперссылка на веб-страницу в Интернете создается так же, как и гиперссылка на внешний документ, с той лишь разницей, что вместо имени файла указывают адрес документа в Интернете. На рис. 7.26 создается гиперссылка на веб-страницу с адресом **www.vasilev.kiev.ua**.

Адрес вводится в поле **Адрес** диалогового окна **Вставка гиперссылки**. В этом окне в левой его части в разделе **Связать с**, как и при создании ссылки на локальный файл, должна быть выбрана пиктограмма **файлом, веб-страницей**. Документ с созданной гиперссылкой показан на рис. 7.27.

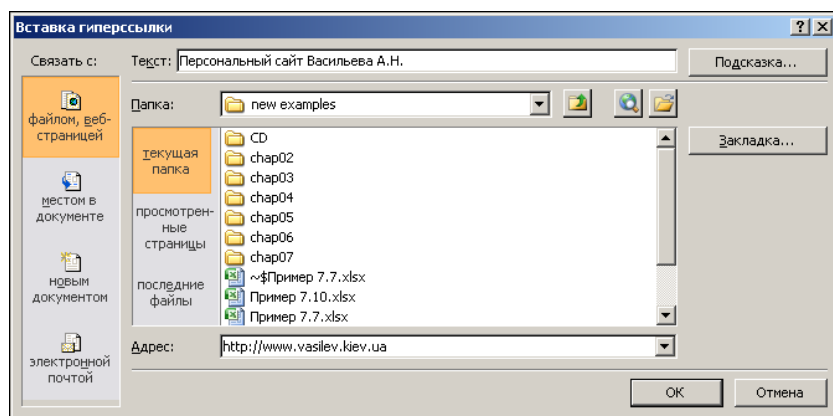


Рис. 7.26. Создание гиперссылки на веб-страницу

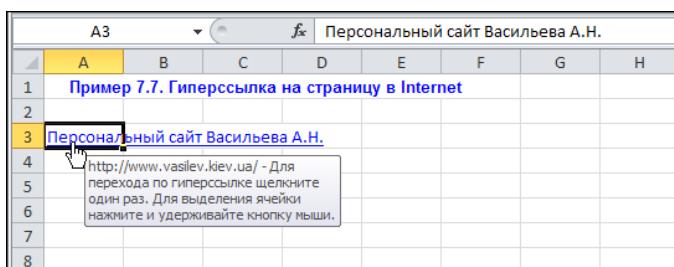
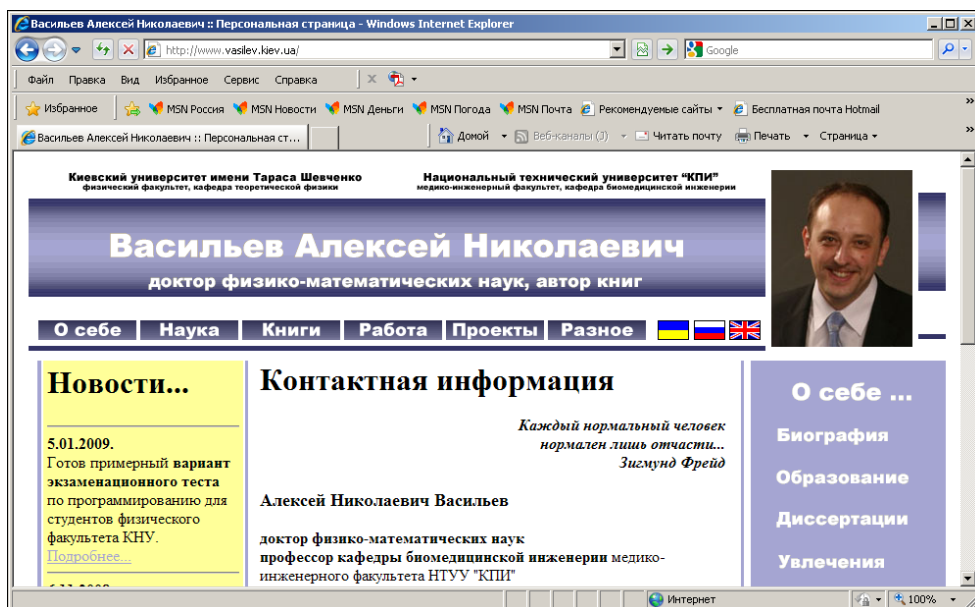


Рис. 7.27. Документ с гиперссылкой на веб-страницу

Рис. 7.28. Страница с адресом www.vasilev.kiev.ua открыта по гиперссылке

В результате перехода по гиперссылке открывается страница с адресом **www.vasilev.kiev.ua** (рис. 7.28).

Таким же образом создаются ссылки на удаленные документы в Интернете. С этой целью в окне **Вставка гиперссылки** даже есть специальная кнопка (центральная из трех кнопок справа от поля **Папка**). Она предназначена для выхода в Интернет с целью поиска нужных ресурсов.

Пример 7.8. Гиперссылка для отправки почты

Существует возможность создавать гиперссылки для отправки электронных сообщений. С практической точки зрения это достаточно удобно. Щелчок на гиперссылке приводит к запуску почтовой службы с рядом уже выполненных настроек (адрес и тема сообщения).

С целью создания гиперссылки для отправки почты в диалоговом окне **Вставка гиперссылки** в разделе **Связать с** выбираем пиктограмму **электронной почтой**. Окно будет иметь вид, как на рис. 7.29.

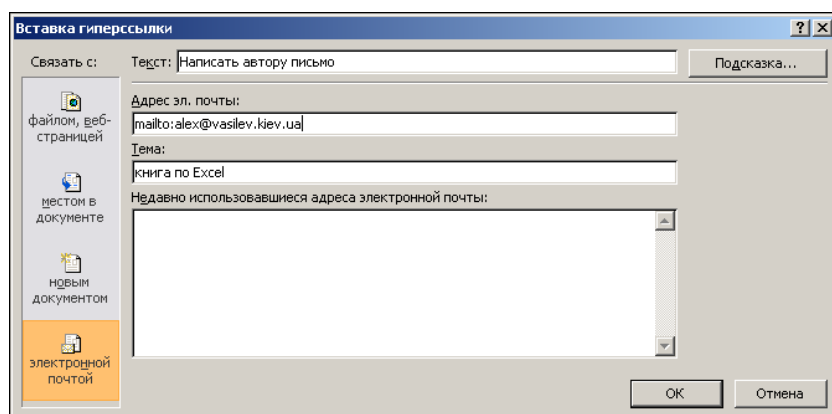


Рис. 7.29. Создание гиперссылки для отправки почты

В поле **Адрес эл. почты** вводится адрес, по которому отправляется сообщение (в данном случае это **alex@vasilev.kiev.ua**). Тема сообщения указывается в поле **Тема** (введено **книга по Excel**). В списке **Недавно использовавшиеся адреса электронной почты** отображаются те адреса, что использовались последними (в окне на рис. 7.29 этот список пуст). Документ с гиперссылкой для отправки электронной почты показан на рис. 7.30.

Переход по гиперссылке приводит к запуску почтовой службы, причем адрес и тема сообщения уже внесены в соответствующие поля (рис. 7.31).

Осталось ввести текст сообщения и отправить письмо.

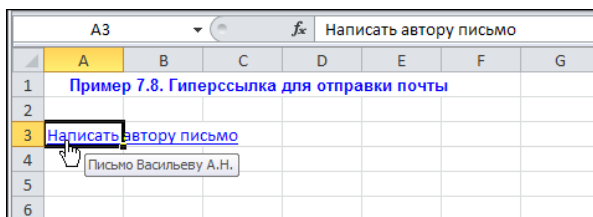


Рис. 7.30. Документ с гиперссылкой для отправки почты

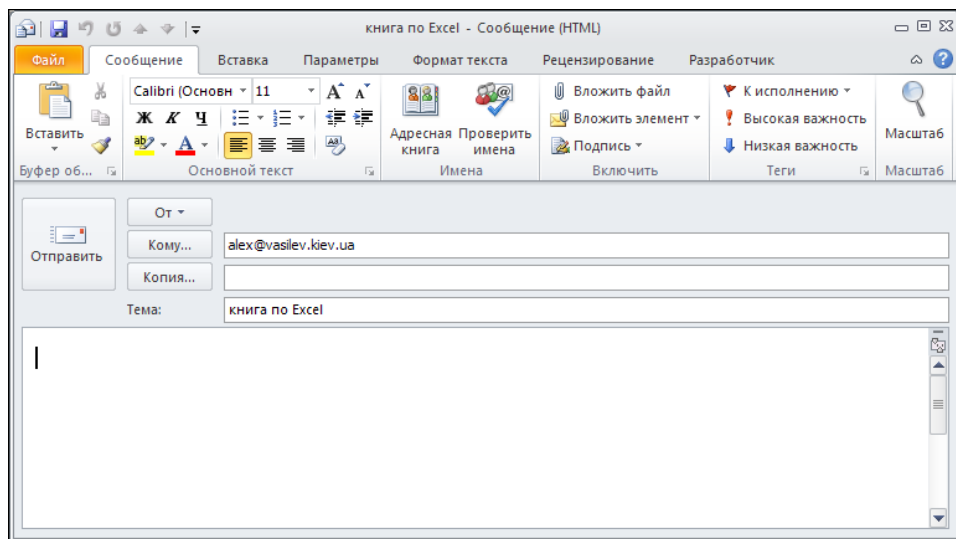


Рис. 7.31. Почтовая служба запущена в результате перехода по гиперссылке

Пример 7.9. Гиперссылка на основе изображения

Для создания гиперссылки совсем не обязательно использовать текст. Вполне может сгодиться, например, изображение, вставленное в рабочий документ Excel. Чтобы на основе изображения создать гиперссылку, оно выделяется, и из контекстного меню или пиктограммы **Гиперссылка** ленты **Вставка** открывается диалоговое окно **Вставка гиперссылки**, в котором выполняются все необходимые настройки (рис. 7.32).

В данном случае гиперссылка создается на ячейку **A3** того же рабочего листа, в котором размещено изображение. Для перехода по гиперссылке достаточно щелкнуть на изображении (рис. 7.33).

В результате, как и следовало ожидать, активной становится ячейка **A3** (рис. 7.34).

Понятно, что гиперссылки создаются не только на основе изображений. Практически любой объект в рабочем документе может послужить этой цели.

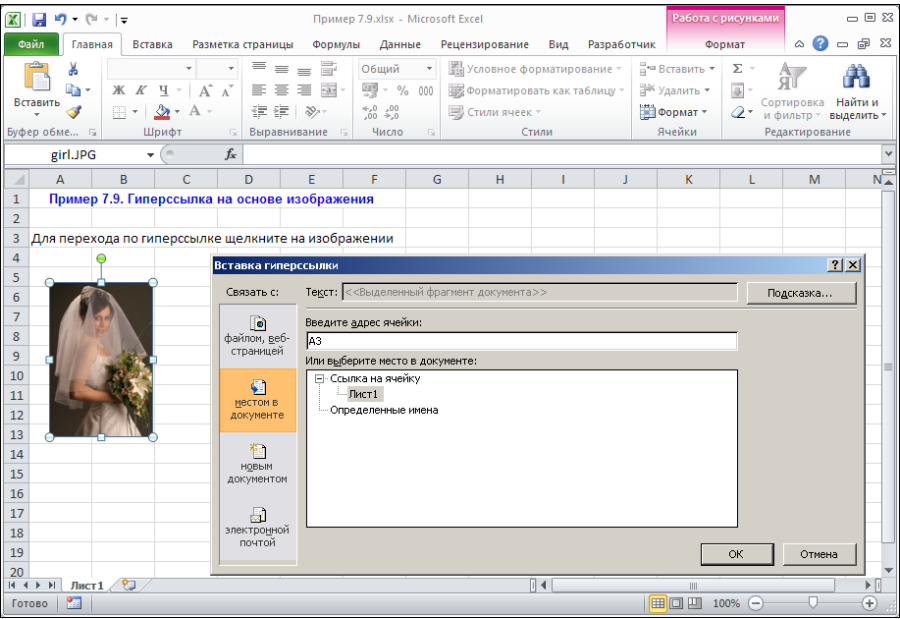


Рис. 7.32. Создание гиперссылки на основе изображения

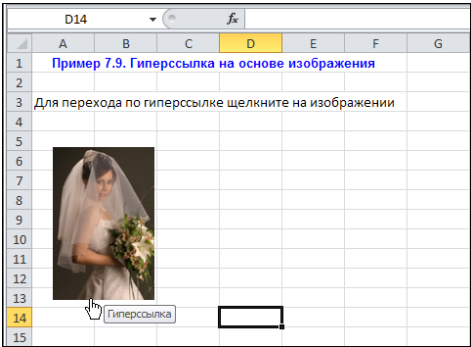


Рис. 7.33. Гиперссылка создана на основе изображения

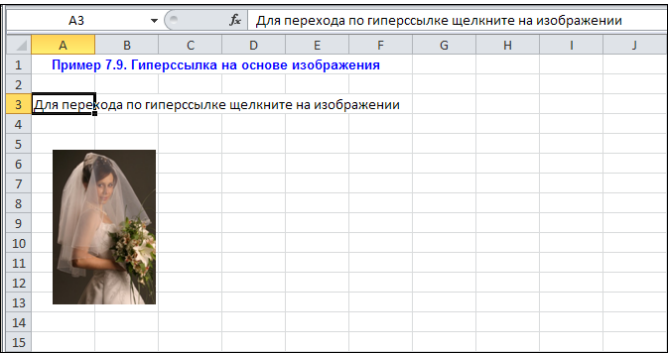


Рис. 7.34. Результат перехода по гиперссылке

Пример 7.10. Использование функций для создания гиперссылок

Гиперссылки можно создавать и с помощью встроенной функции `ГИПЕРССЫЛКА()`. У этой функции два аргумента: первым указывается адрес документа, на который выполняется гиперссылка, а вторым аргументом функции указывается значение, отображаемое в ячейке, куда вводится соответствующая формула. Вторым аргументом можно указать ссылку на ячейку рабочего документа. Значение этой ячейки будет служить в качестве текста гиперссылки.

Рассмотрим документ, содержащий три гиперссылки. Первой открывается текстовый документ, еще две гиперссылки предназначены для отображения электронных таблиц с данными о ценах на железнодорожные и авиабилеты. Все ссылки создаются с помощью функции `ГИПЕРССЫЛКА()`.

Первая гиперссылка создается с помощью формулы `=ГИПЕРССЫЛКА("C:\Excel 2010\CD\Справка.doc";"Открыть справку")`, которая вводится в ячейку **B4** (рис. 7.35).

	B4	fx	<code>=ГИПЕРССЫЛКА("C:\Excel 2010\CD\Справка.doc";"Открыть справку")</code>				
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 7.10. Использование функций для создания гиперссылок						
2							
3	Вид транспорта	Поезд	Самолет				
4	Справка	Открыть справку					
5	Цена на железнодорожные билеты	Поезд					
6	Цена на авиабилеты	Самолет					
7							

Рис. 7.35. Гиперссылка Открыть справку

Ссылка выполнена на файл `Справка.doc`, который находится в каталоге `C:\Excel 2010\CD`. В ячейке **B4** отображается текст **Открыть справку**.

Гиперссылка в ячейке **B5** создается с помощью формулы `=ГИПЕРССЫЛКА("[C:\Excel 2010\CD\Стоимость билетов на поезд.xlsx]B6";B3)` (рис. 7.36).

	B5	fx	<code>=ГИПЕРССЫЛКА("[C:\Excel 2010\CD\Стоимость билетов на поезд.xlsx]B6";B3)</code>					
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 7.10. Использование функций для создания гиперссылок							
2								
3	Вид транспорта	Поезд	Самолет					
4	Справка	Открыть справку						
5	Цена на железнодорожные билеты	Поезд						
6	Цена на авиабилеты	Самолет						
7								

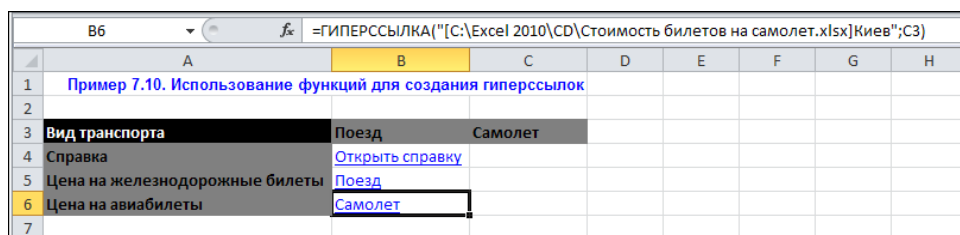
Рис. 7.36. Гиперссылка Поезд

Ссылка выполнена не просто на документ `Стоимость билетов на поезд.xlsx`, расположенный в каталоге `C:\Excel 2010\CD`, но даже на конкретную ячейку **B6**. В ячей-

ке **B5**, куда вводилась формула для гиперссылки, отображается значение ячейки **B3** (второй аргумент при вызове функции `ГИПЕРССЫЛКА()`).

Принципиальное отличие формулы `=ГИПЕРССЫЛКА("[C:\Excel 2010\CD\Стоимость билетов на самолет.xlsx]Киев";C3)`, вводимой в ячейку **B6**, от формулы в ячейке **B5** состоит в том, что ссылка в данном случае выполнена на именованную ячейку **Киев** в документе *Стоимость билетов на самолет.xlsx*. Ячейка **B6** с введенной в нее формулой показана на рис. 7.37.

Щелчок на первой гиперссылке **Открыть справку** приводит к загрузке текстового файла, представленного на рис. 7.38.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 7.10. Использование функций для создания гиперссылки							
2								
3	Вид транспорта	Поезд	Самолет					
4	Справка	Открыть справку						
5	Цена на железнодорожные билеты	Поезд						
6	Цена на авиабилеты	Самолет						
7								

Рис. 7.37. Гиперссылка **Самолет**

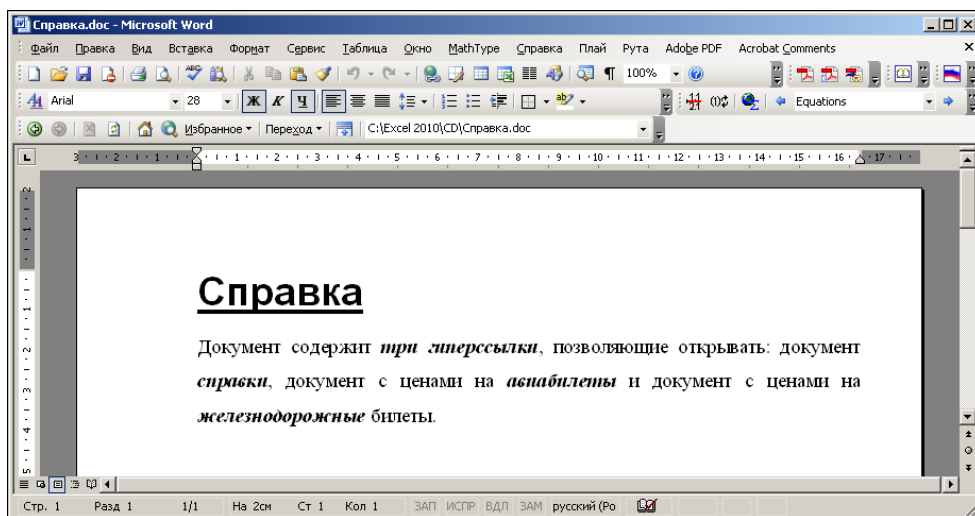
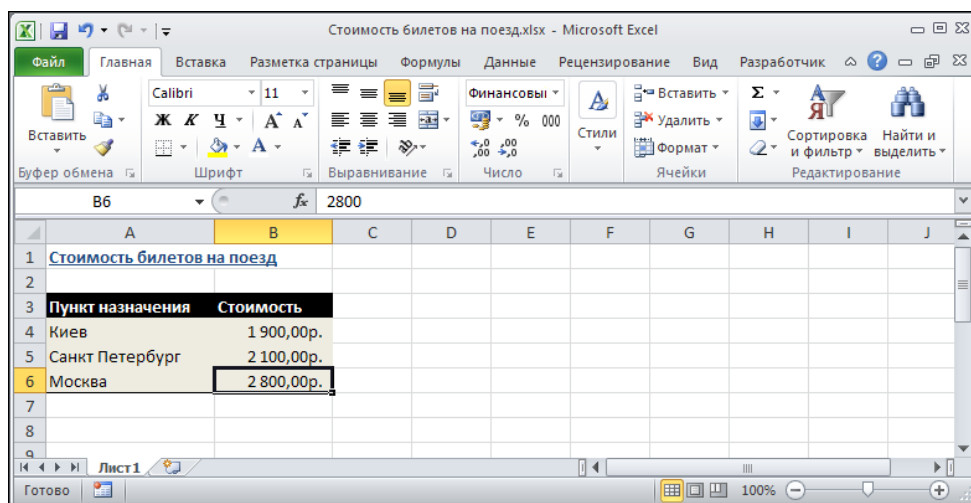


Рис. 7.38. По гиперссылке **Открыть справку** открыт текстовый документ

Гораздо интереснее обстоят дела с двумя другими гиперссылками. Если щелкнуть на гиперссылке **Поезд**, откроется документ, содержащий небольшую таблицу с данными о стоимости билетов на поезд по трем направлениям (рис. 7.39).

Причем в открытом документе активной является ячейка **B6** (именно эта ячейка была указана в формуле при создании гиперссылки). При щелчке на гиперссылке **Самолет** открывается другой документ: таблица с ценами на авиабилеты (рис. 7.40).

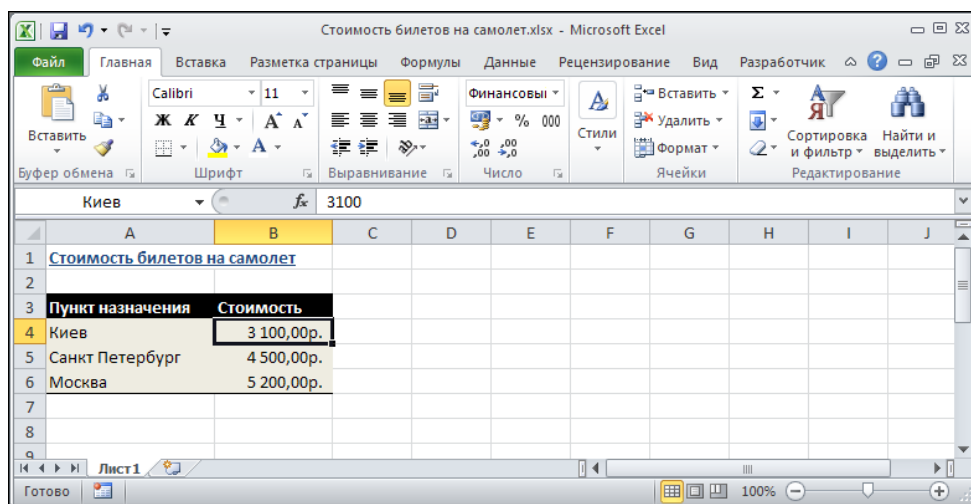


Стоймость билетов на поезд.xlsx - Microsoft Excel

В6 2800

Пункт назначения	Стоймость
Киев	1 900,00р.
Санкт Петербург	2 100,00р.
Москва	2 800,00р.

Рис. 7.39. По гиперссылке **Поезд** открыта таблица с ценами на железнодорожные билеты



Стоймость билетов на самолет.xlsx - Microsoft Excel

Киев 3100

Пункт назначения	Стоймость
Киев	3 100,00р.
Санкт Петербург	4 500,00р.
Москва	5 200,00р.

Рис. 7.40. По гиперссылке **Самолет** открыта таблица с ценами на авиационные билеты

Активна ячейка **B3**. Хотя адрес этой ячейки в ссылке не указывался, но там была ссылка на имя ячейки. В том, что ячейка **B3** имеет имя **Киев**, легко убедиться по строке названий, размещенной слева от строки формул в окне документа (см. рис. 7.40).

Глава 8



Примечания и вставки

Данные в ячейках электронных таблиц часто говорят, что называется, сами за себя, но если их дополнить примечаниями, воспринимаются они намного лучше. Существуют два основных режима отображения примечаний (если не считать режима, при котором примечания вообще не отображаются). Примечания к ячейкам могут отображаться постоянно или отображаться только при наведении на соответствующую ячейку курсора мыши. Как осуществляется переключение режимов, будет показано позже, а сейчас остановимся на том, как примечания создаются.

Пример 8.1. Создание примечания

Создадим примечание к одной из пустых ячеек рабочего документа (к непустым ячейкам примечания создаются точно так же). Комментарий будем создавать к ячейке **A3**. Эту ячейку выделяем и в контекстном меню выбираем команду **Вставить примечание** (рис. 8.1).

Появится область примечания, в которую вводится необходимый текст. По умолчанию там отображается имя пользователя (рис. 8.2).

Текст в окне комментария можно редактировать. На рис. 8.3 в окно комментария введен текст **Пустая ячейка**.

Кроме этого изменяем также размеры окна комментария (чтобы оно не занимало слишком много места). Делается это стандартным способом: курсор мыши следует навести на одну из меток границ окна комментария и перетащить соответствующую границу (или границы) в нужное место (рис. 8.4).

Если щелкнуть кнопкой мыши в рабочей области, лента для работы с комментарием исчезнет, а документ приобретет практически обычный вид. Только ячейка, для которой создавалось примечание, содержит теперь в правом верхнем углу небольшую метку, свидетельствующую о том, что у кнопки есть примечание. Чтобы увидеть это примечание, следует навести курсор мыши на ячейку (рис. 8.5).

Причем саму ячейку можно не выделять — главное, чтобы курсор был над ячейкой.

Если в ячейку ввести значение или изменить существующее, примечание никуда не исчезнет и не изменится. Ситуация проиллюстрирована на рис. 8.6.

Хотя ячейка больше не является пустой, в примечании утверждается обратное.

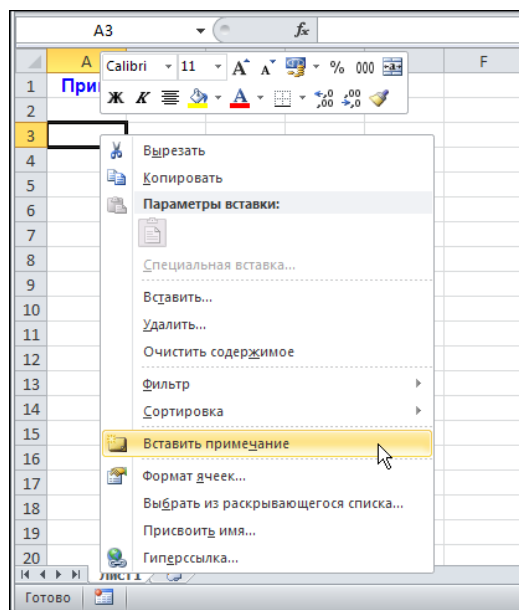


Рис. 8.1. Выбор в контекстном меню команды создания примечания

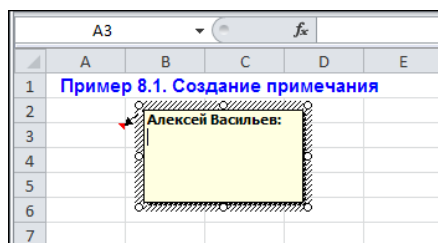


Рис. 8.2. Поле ввода примечания

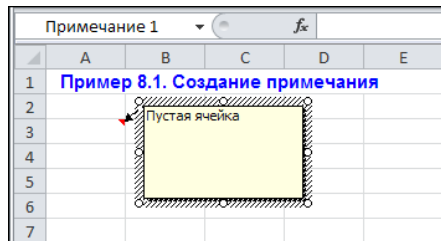


Рис. 8.3. Ввод текста комментария

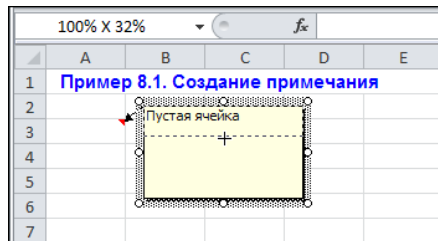


Рис. 8.4. Изменение размеров окна комментария

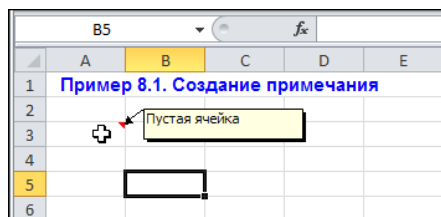


Рис. 8.5. При наведении курсора на ячейку отображается комментарий

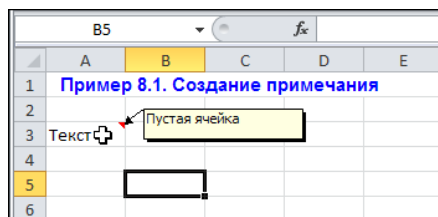


Рис. 8.6. После изменения значения ячейки комментарий не изменяется

Пример 8.2. Режим постоянного отображения примечаний

Как отмечалось, можно перейти в режим, при котором примечания отображаются постоянно, вне зависимости от того, наведен на ячейку курсор мыши или нет. Для перехода в режим ячейка с примечанием выделяется и в контекстном меню выбирается команда **Скрыть примечание** (в зависимости от контекста команда может называться **Показать или скрыть примечание**), как на рис. 8.7.

Это можно делать и с помощью пиктограммы **Показать или скрыть примечание** группы **Примечания** вкладки **Рецензирование** (рис. 8.8).

Однако как бы ни осуществлялся переход в этот режим, после его применения примечание к выбранной ячейке будет отображаться постоянно (рис. 8.9).

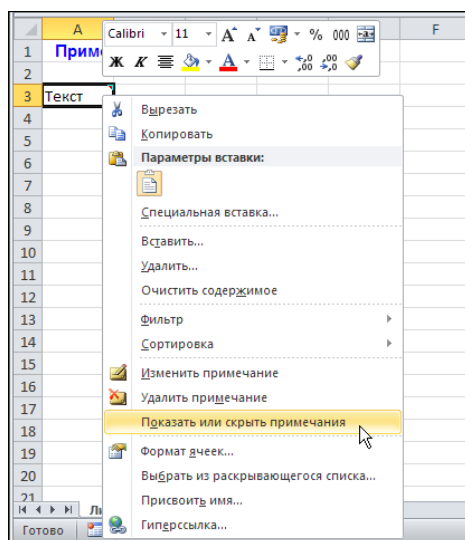


Рис. 8.7. Выбор команды перехода в режим постоянного отображения комментариев в контекстном меню

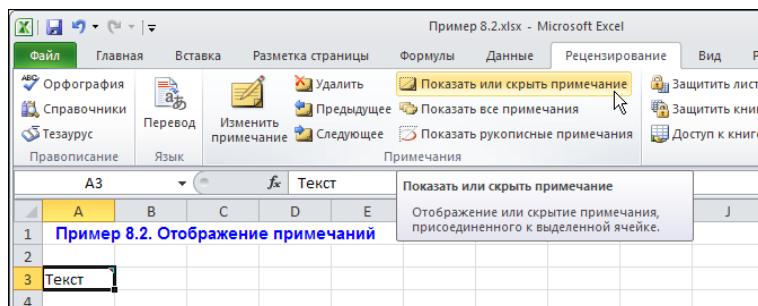


Рис. 8.8. Переход в режим постоянного отображения примечаний с помощью пиктограммы **Показать или скрыть примечание**

Этот режим не всегда удобен, поскольку отображаемое примечание закрывает соседние ячейки. Если они содержат данные, эти данные будут скрыты от пользователя (рис. 8.10).

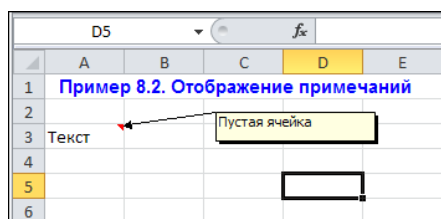


Рис. 8.9. Примечание к ячейке отображается постоянно

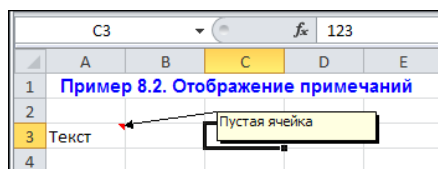


Рис. 8.10. Примечание закрывает ячейку с данными

Следует также иметь в виду, что описанным способом осуществляется переход в режим постоянного отображения одного примечания (все прочие примечания, если таковые имеются в документе, отображаются только при наведении курсора мыши на соответствующую ячейку). Это проиллюстрировано на рис. 8.11.

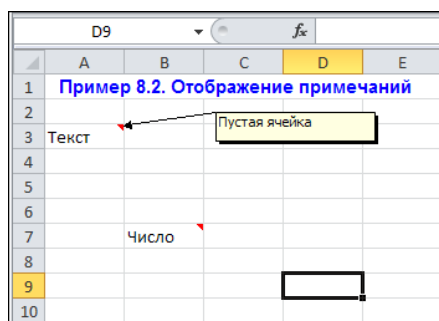


Рис. 8.11. Режим постоянного отображения применен только к одной ячейке

Чтобы в документе постоянно отображались все примечания, следует воспользоваться пиктограммой **Показать все примечания** раздела **Примечания** вкладки **Рецензирование** (рис. 8.12).

В результате в документе будут отображаться все примечания (рис. 8.13).

Чтобы выйти из данного режима, следует еще раз щелкнуть все на той же пиктограмме **Показать все примечания** (см. рис. 8.12). Документ после выхода из режима постоянного отображения всех примечаний показан на рис. 8.14.

На режим отображения комментариев также влияют общие настройки приложения. Об этом речь пойдет в *примере 8.3*.

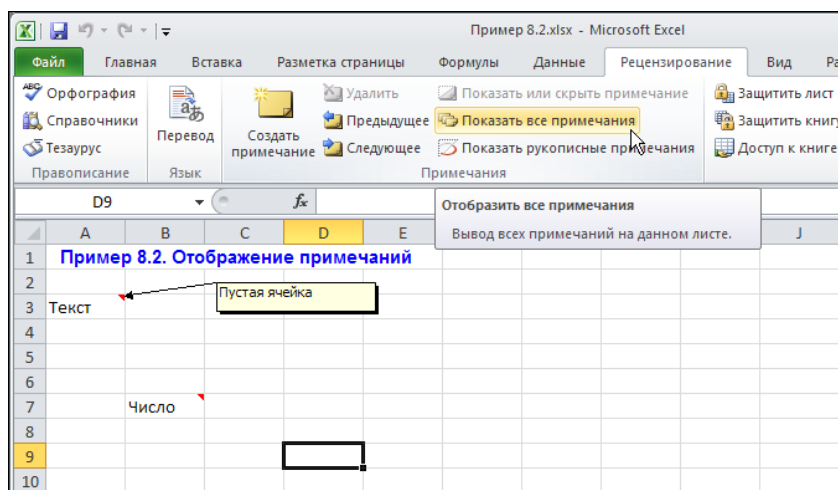


Рис. 8.12. Переход в режим отображения всех примечаний в документе

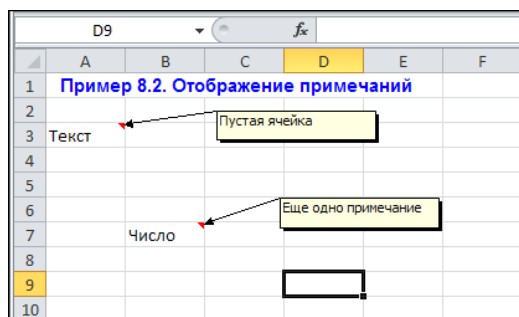


Рис. 8.13. Режим постоянного отображения всех примечаний в документе

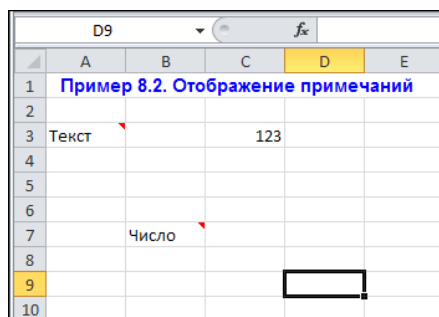


Рис. 8.14. Отмена режима постоянного отображения всех примечаний

Пример 8.3. Настройки приложения по отображению примечаний

По умолчанию при добавлении примечания в ячейку она в рабочем документе помечается в левом верхнем углу специальной меткой. Если открыть диалоговое окно настроек приложения **Параметры Excel** в разделе **Дополнительно**, там имеется группа элементов управления **Экран**, среди которых — переключатель **Для ячеек с примечаниями показывать** на три положения (рис. 8.15).

Установив переключатель в нужное положение, можно перейти в следующие режимы: отмена отображения индикаторов и комментариев, отображение только индикаторов (комментарии отображаются при наведении курсора), постоянное отображение индикаторов и комментариев.

Пример 8.4. Настройка вида примечания

Настройка вида примечания осуществляется в специальном диалоговом окне, которое можно открыть, если выделить примечание и в контекстном списке выбрать команду **Формат примечания** (рис. 8.16).

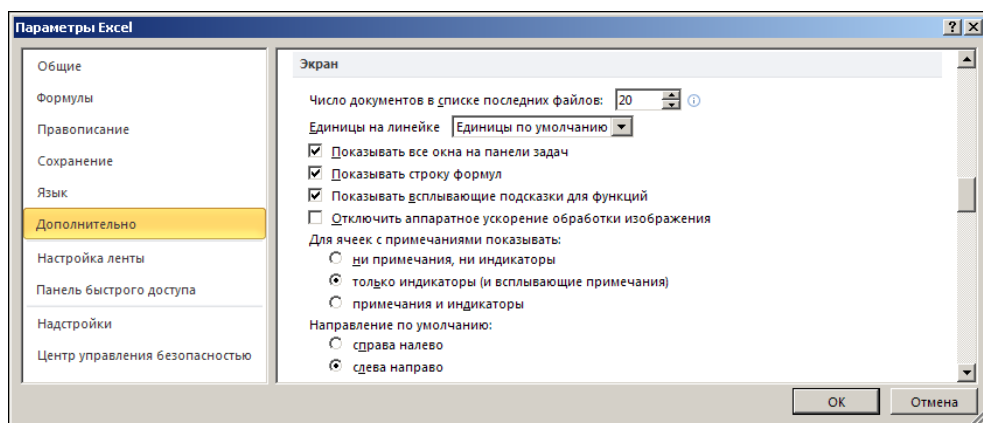


Рис. 8.15. Диалоговое окно **Параметры Excel** открыто в разделе **Дополнительно** для изменения настроек режима отображения примечаний

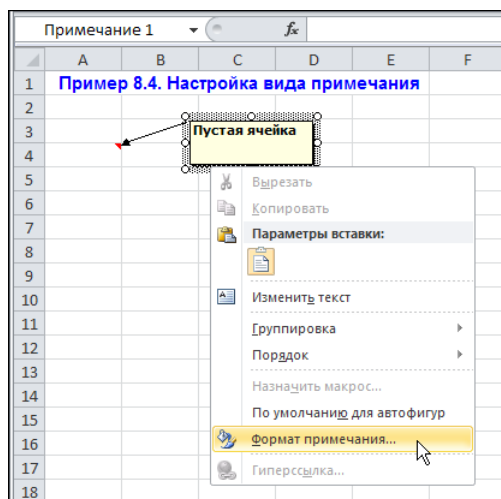


Рис. 8.16. В контекстном меню примечания выбираем команду **Формат примечания**

В результате откроется одноименное диалоговое окно, содержащее несколько вкладок. Окно **Формат примечания**, открытое на вкладке **Шрифт**, представлено на рис. 8.17.

Вкладка **Шрифт** используется в основном для выбора типа и параметров шрифта, применяемого для отображения комментариев. Вкладка достаточно стереотипна

для офисных приложений Microsoft, поэтому детально останавливаться на ней не будем.

На вкладке **Выравнивание** (рис. 8.18) устанавливаются способ выравнивания текста примечания (группа из двух раскрывающихся списков **Выравнивание**), пространственная ориентация текста (раздел **Ориентация**), а также его направление (если поддерживается системой). Установив флажок опции **Автоматический размер**, можно задать размеры рамки примечания в соответствии с областью, занимаемой текстом примечания.

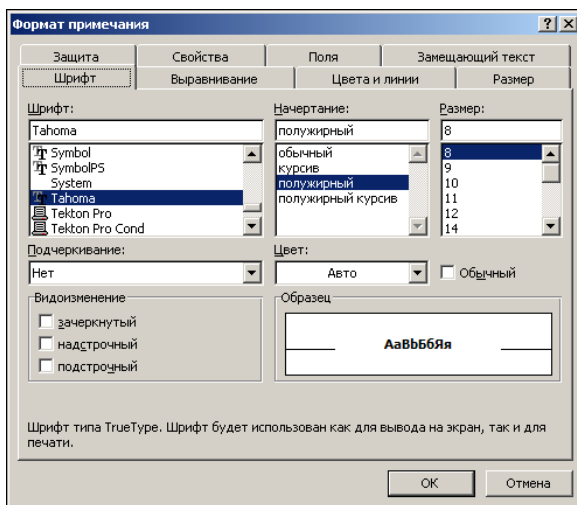


Рис. 8.17. Диалоговое окно настроек параметров примечания **Формат примечания** открыто на вкладке **Шрифт**

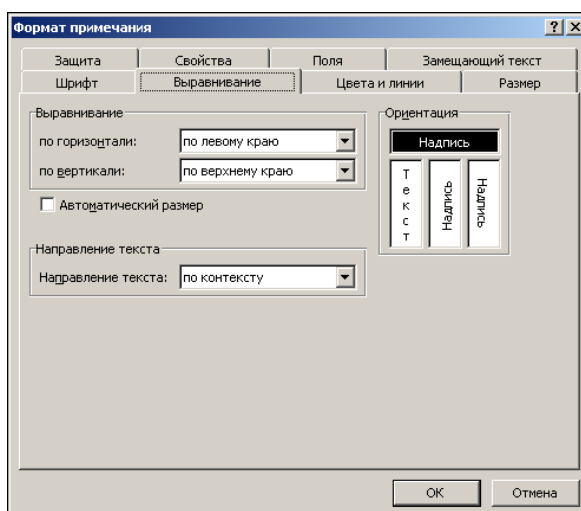


Рис. 8.18. Диалоговое окно настроек параметров примечания **Формат примечания** открыто на вкладке **Выравнивание**

На вкладке **Цвета и линии** устанавливается цвет линий и заливки, а также параметры (стиль и толщина) линий (рис. 8.19).

Полезной является утилита выбора степени прозрачности области комментария (ползунок **прозрачность** с полем справа). Установив максимальную прозрачность, можем добиться эффекта, когда комментарий практически не закрывает данные в тех ячейках, над которыми он размещен.

Геометрические параметры области примечания изменяются на вкладке **Размер** (рис. 8.20).

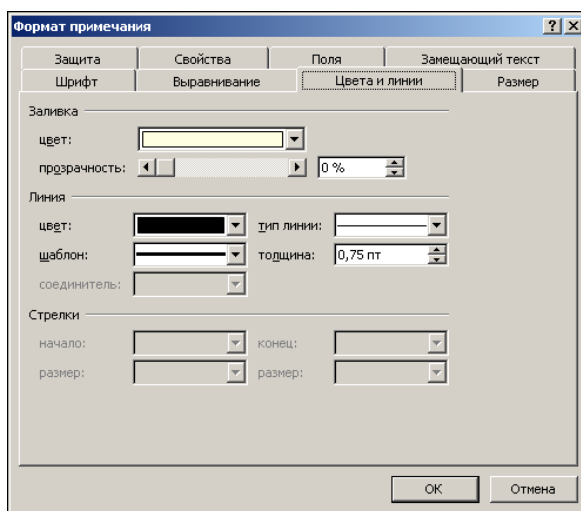


Рис. 8.19. Диалоговое окно настроек параметров примечания **Формат примечания** открыто на вкладке **Цвета и линии**

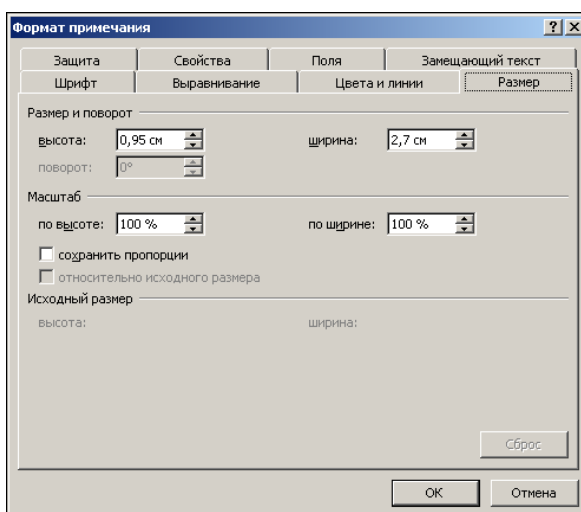


Рис. 8.20. Диалоговое окно настроек параметров примечания **Формат примечания** открыто на вкладке **Размер**

Вкладка **Поля** предназначена для определения области внутренних границ, т. е. отступов от рамок области примечания при отображении там текста (рис. 8.21). Она содержит опцию **автоматические** для использования автоматического режима и четыре поля для явного указания параметров отступа от границ рамки области примечания.

Обратим внимание читателя также на вкладку **Свойства** (рис. 8.22).

Вкладка содержит переключатель на три положения, с помощью которого задают способ размещения примечания в документе.

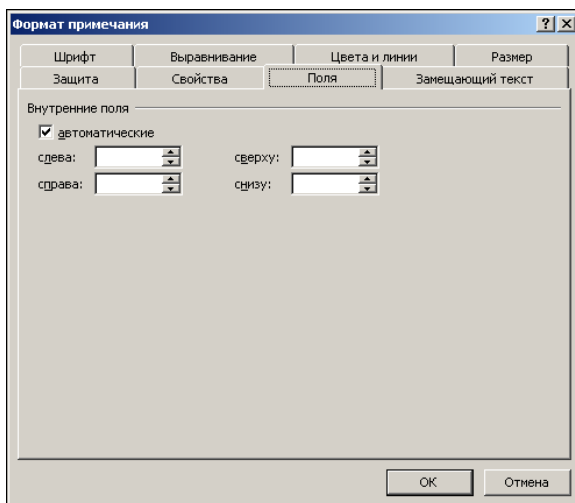


Рис. 8.21. Диалоговое окно настроек параметров примечания **Формат примечания** открыто на вкладке **Поля**

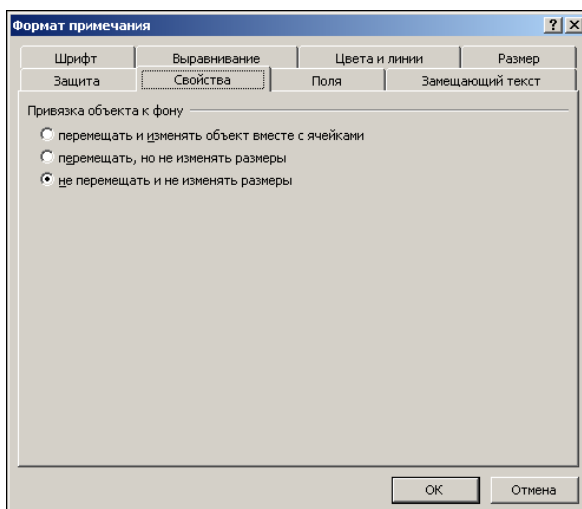


Рис. 8.22. Диалоговое окно настроек параметров примечания **Формат примечания** открыто на вкладке **Свойства**

Возможны следующие режимы:

- ☐ перемещение и изменение размеров примечания вместе с рабочей ячейкой;
- ☐ перемещение вместе с ячейкой без изменения размеров;
- ☐ режим, при котором примечание с ячейкой не перемещается и размеры его не изменяются (при изменении размеров ячейки).

Пример 8.5. Графические формы

На вкладке **Вставка** ленты имеется пиктограмма **Фигуры** в группе **Иллюстрации**, с помощью которой в документ вставляются всевозможные графические формы (рис. 8.23).

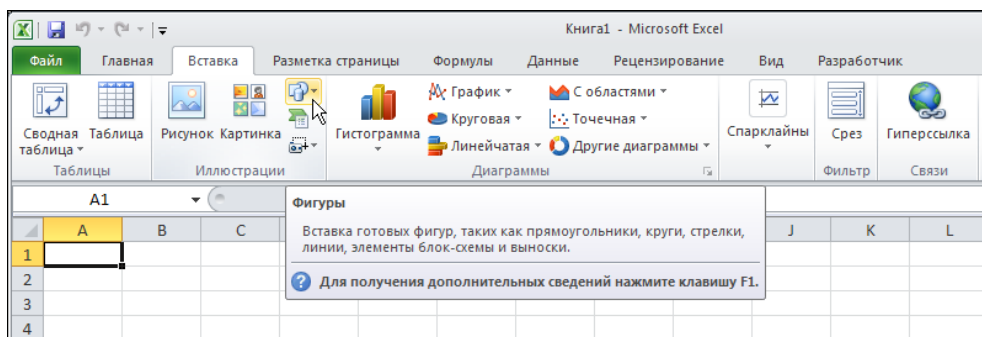


Рис. 8.23. Пиктограмма вставки графической формы в документ

С помощью пиктограммы открывается список с элементами-изображениями, в котором выбирается тип графической формы, которая вставляется в рабочий документ. Окно-список выбора типа формы показано на рис. 8.24.

Формы разбиты по разделам, и там представлены всевозможные стрелки, линии, ломаные, рамки, звездочки, баннеры, специальные символы и выноски. В качестве примера разместим в области рабочего документа выноску овальной формы. Соответствующий элемент выбирается в списке, после чего автоматически осуществляется переход к рабочей области документа (список выбора формы сворачивается), а курсор мыши принимает вид тонкого крестика.

Подводим курсор мыши в место размещения формы, щелкаем и, удерживая кнопку нажатой, изменяем размеры формы до необходимых (рис. 8.25).

Документ с размещенной в нем графической выноской овальной формы показан на рис. 8.26.

При выделенном графическом объекте в ленту добавляется дополнительная вкладка **Средства рисования | Формат** со множеством пиктограмм для настройки параметров формы (см. рис. 8.26). Среди настраиваемых параметров такие, как цвет и параметры заливки, эффекты отражения и многое другое. Так, чтобы добавить

трехмерные эффекты, щелкаем на пиктограмме **Эффекты для фигур** и выбираем один из множества вариантов (рис. 8.27).

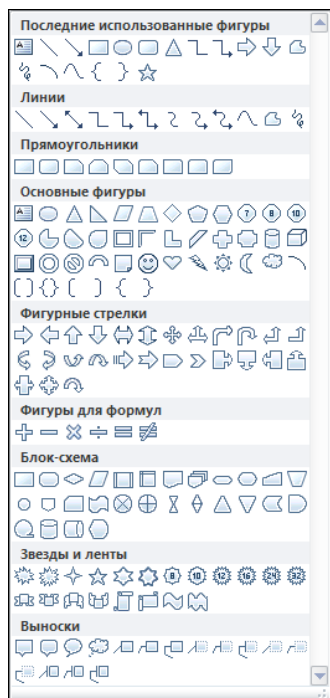


Рис. 8.24. Окно выбора типа вставляемой в документ графической формы

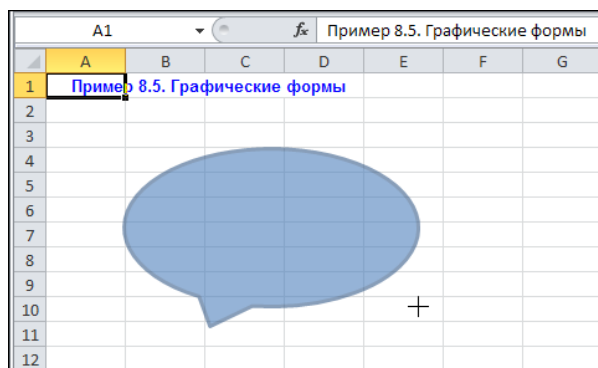


Рис. 8.25. Вставка графической формы в документ

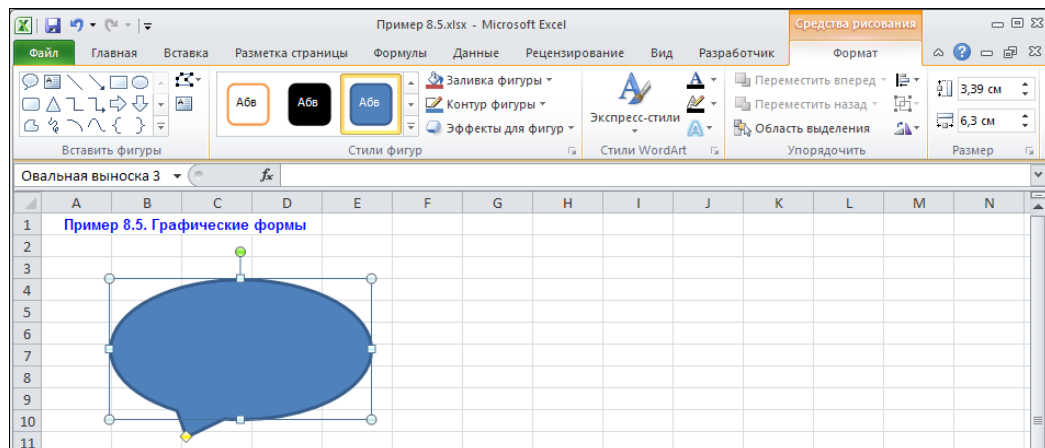


Рис. 8.26. Графическая форма выделена в рабочем документе

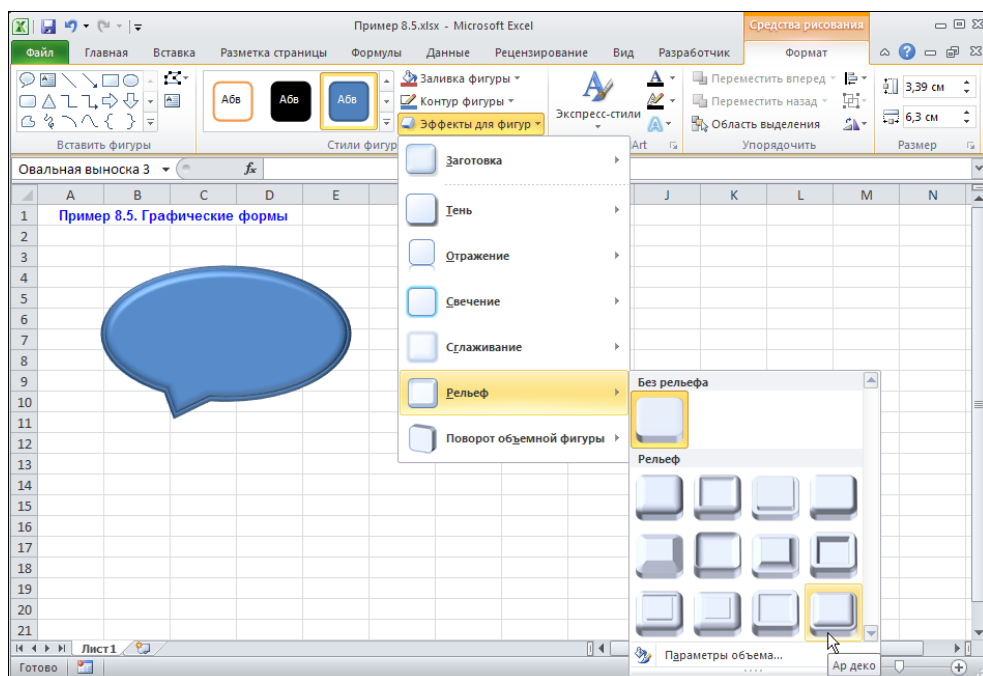


Рис. 8.27. Применение эффекта трехмерного вида графической формы

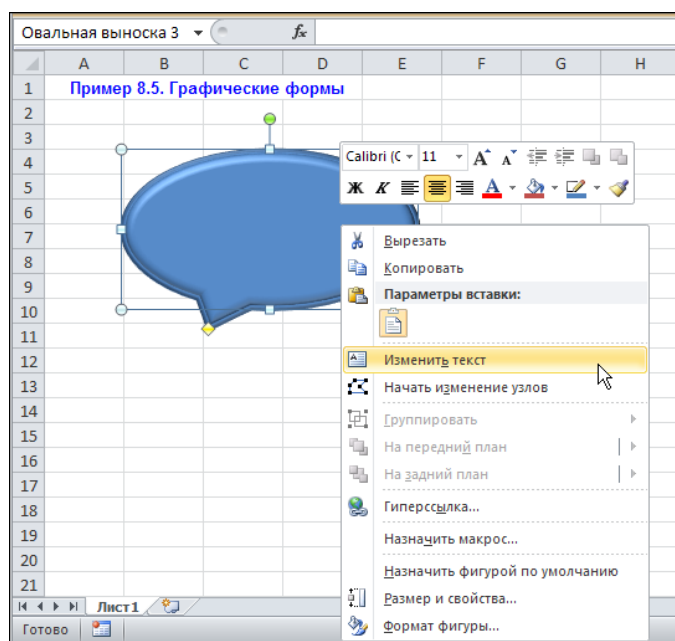


Рис. 8.28. Команда добавления текста в графическую форму

В выноску также можно добавить текст. На рис. 8.28 графическая выноска выделена и в контекстном меню (открывается щелчком правой кнопкой мыши) выбираем команду **Изменить текст**.

Переходим в режим ввода текста (рис. 8.29).

В итоге получаем документ с графической выноской и текстом, представленный на рис. 8.30.

Помимо представленных на вкладке **Средства рисования** утилит, вносить изменения в настройки графической формы можно с помощью специального диалогового окна, которое открывается с помощью команды **Формат фигуры** в контекстном списке (см. рис. 8.28). На рис. 8.31 на фоне рабочего документа с выделенной графической формой показано диалоговое окно **изменение формы**.

В окне можно установить степень прозрачности объекта, цвета и способ заливки, тип и характеристики линий, настроить всевозможные эффекты.

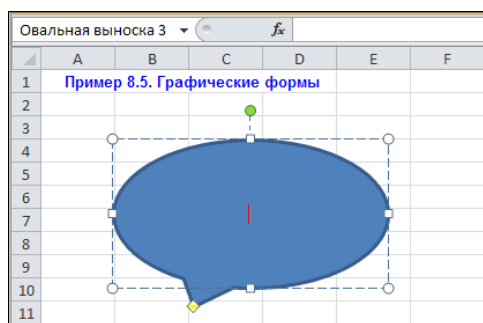


Рис. 8.29. Режим ввода текста в графическую форму

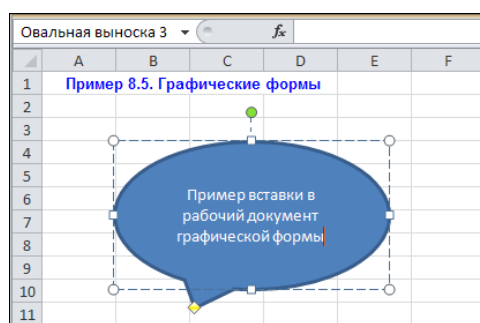


Рис. 8.30. Текст введен в графическую форму

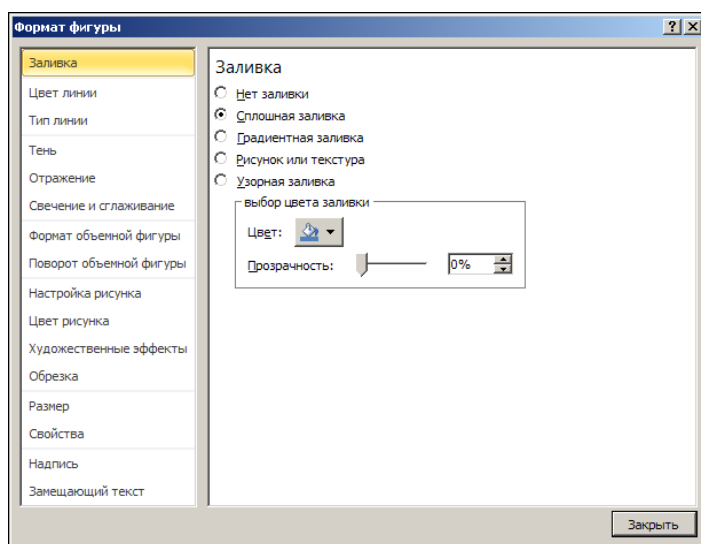


Рис. 8.31. Диалоговое окно настройки формата для графической формы

Пример 8.6. Структурные схемы

Достаточно наглядным элементом рабочих документов являются структурные схемы. Обычно их используют для иллюстрации взаимоотношения структурных элементов систем или выделения структуры документов. В Excel для вставки структурной схемы используется пиктограмма **SmartArt** на вкладке **Вставка** ленты в разделе **Иллюстрации** (рис. 8.32).

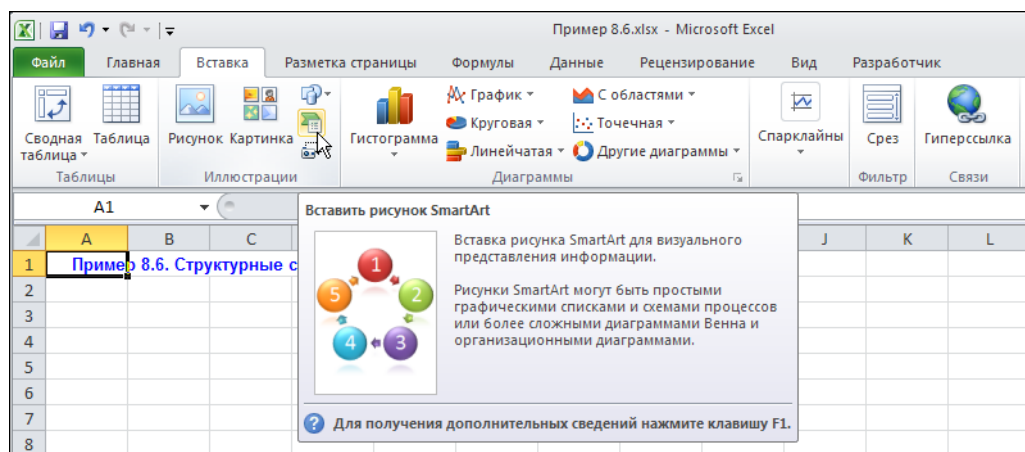


Рис. 8.32. Пиктограмма вставки структурной схемы в документ

Открывается диалоговое окно, в котором представлены разбитые по категориям миниатюрные изображения для всевозможных структурных схем (рис. 8.33).

Вставленная в документ структурная схема показана на рис. 8.34.

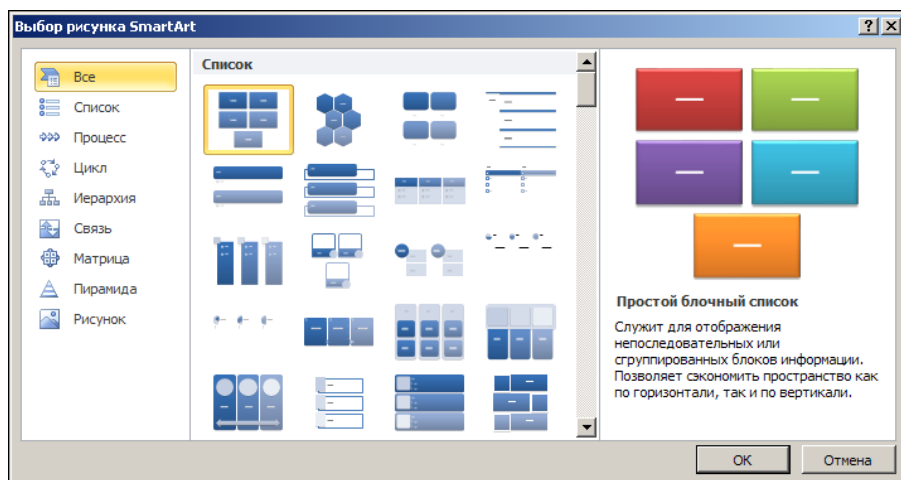


Рис. 8.33. Окно выбора типа структурной схемы

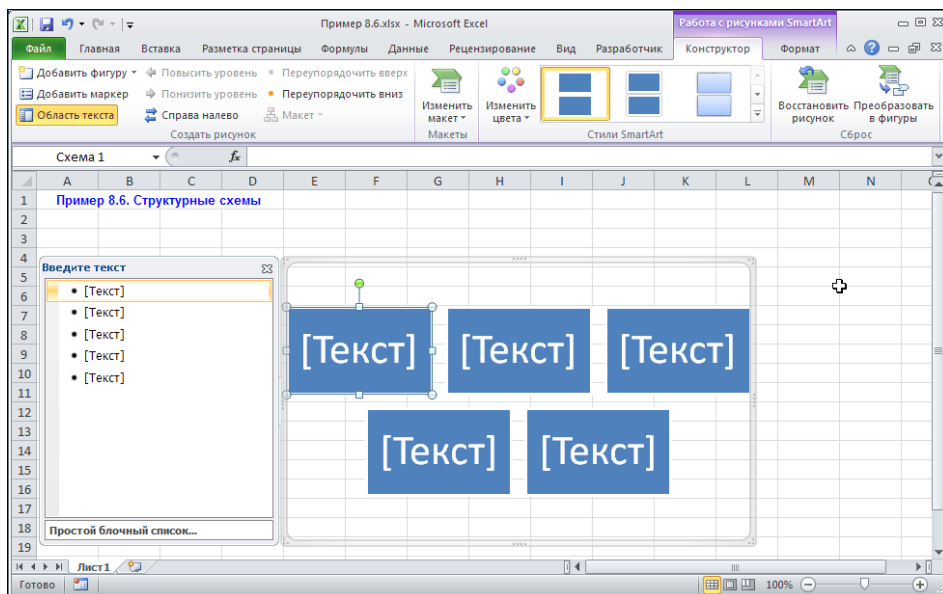


Рис. 8.34. Заполнение полей структурной схемы

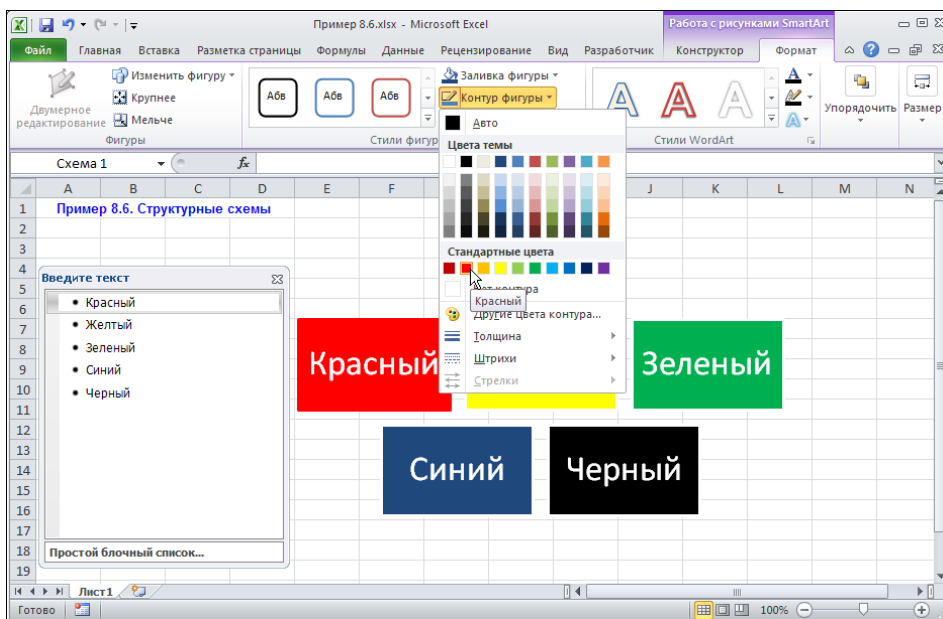


Рис. 8.35. Изменение параметров структурной схемы

Слева от схемы расположено вспомогательное окно с названиями заполняемых полей. Текст полей можно вводить в этом вспомогательном окне или непосредственно в области схемы. В данном случае вводим названия пяти цветов, и эти цвета используем для заливки соответствующих областей (рис. 8.35).

Изменение параметров структурной схемы осуществляется с помощью дополнительной вкладки **Работа с рисунками SmartArt**. Что касается вспомогательного окна, то его можно убрать с помощью системной пиктограммы в правом верхнем углу. Вернуть окно на место позволяет щелчок на корешке слева от области структурной схемы (рис. 8.36).

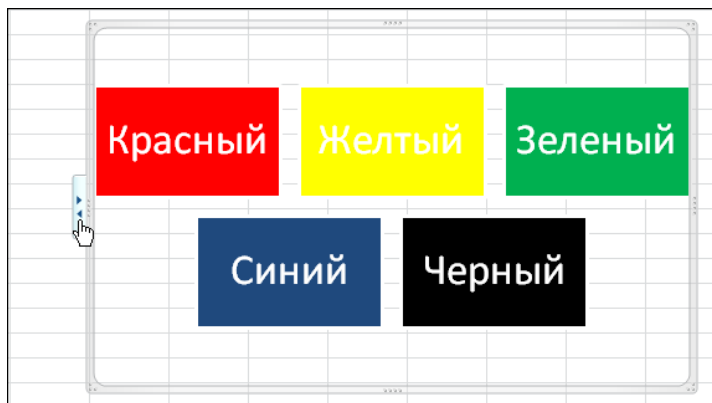


Рис. 8.36. Отображение вспомогательного окна структурной схемы

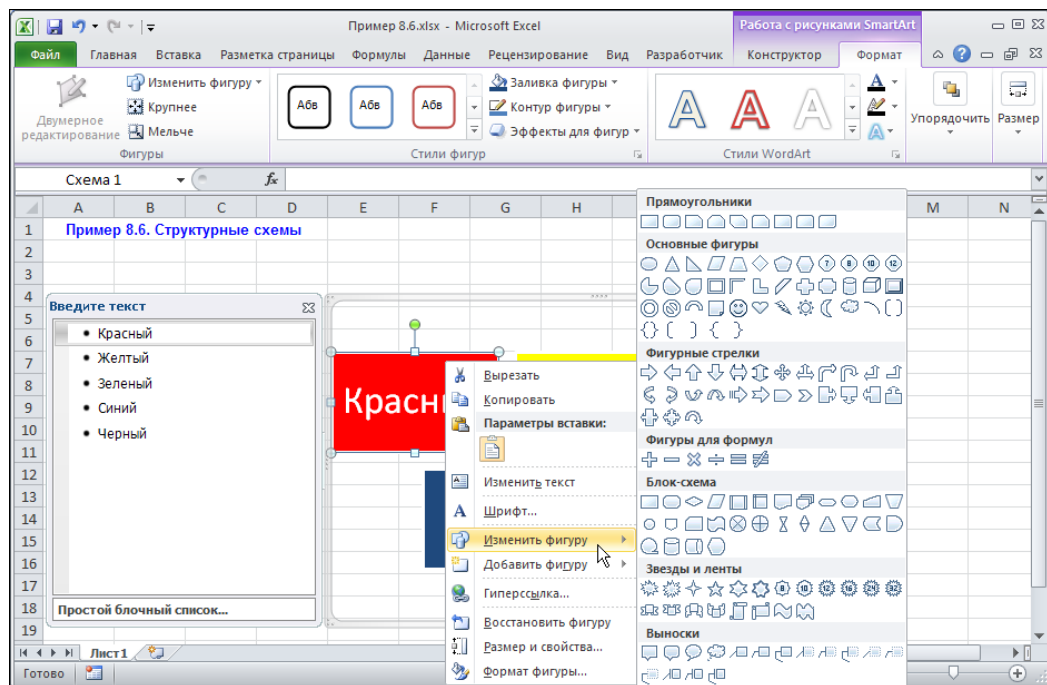


Рис. 8.37. Изменение формы графических элементов структурной схемы

Достаточно эффективным в настройке структурной схемы является и контекстное меню. В частности, можно изменить квадратную (для выбранного типа) форму элементов структурной схемы (рис. 8.37).

С помощью имеющихся встроенных утилит Excel легко создаются структурные схемы любого типа.

Пример 8.7. Текстовые поля

Текстовое поле представляет собой область в рабочем документе, содержащую текст. Для вставки текстового поля используем пиктограмму **Надпись** (рис. 8.38).

Вставленное в рабочий документ текстовое поле показано на рис. 8.39.

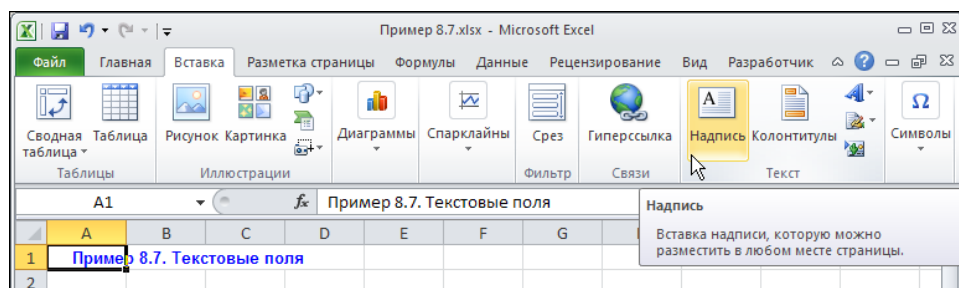


Рис. 8.38. Пиктограмма вставки текстового поля

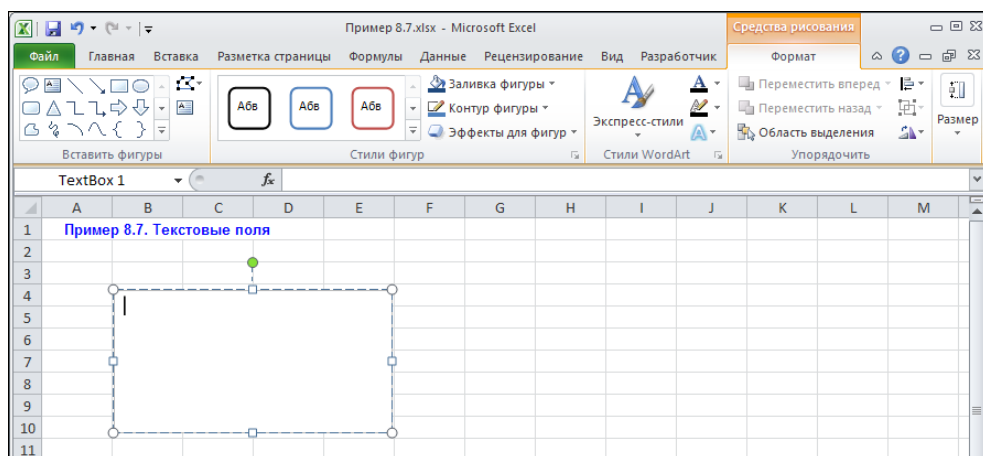


Рис. 8.39. Ввод текста в текстовое поле

Настраиваются параметры поля через вкладку **Средства рисования | Формат** или посредством диалогового окна форматирования текстового поля (рис. 8.40).

Следует понимать, что текстовое поле — элемент декоративный. Если введенный в поле текст будет использоваться в вычислениях, как правило, разумнее вводить его непосредственно в ячейки таблицы.

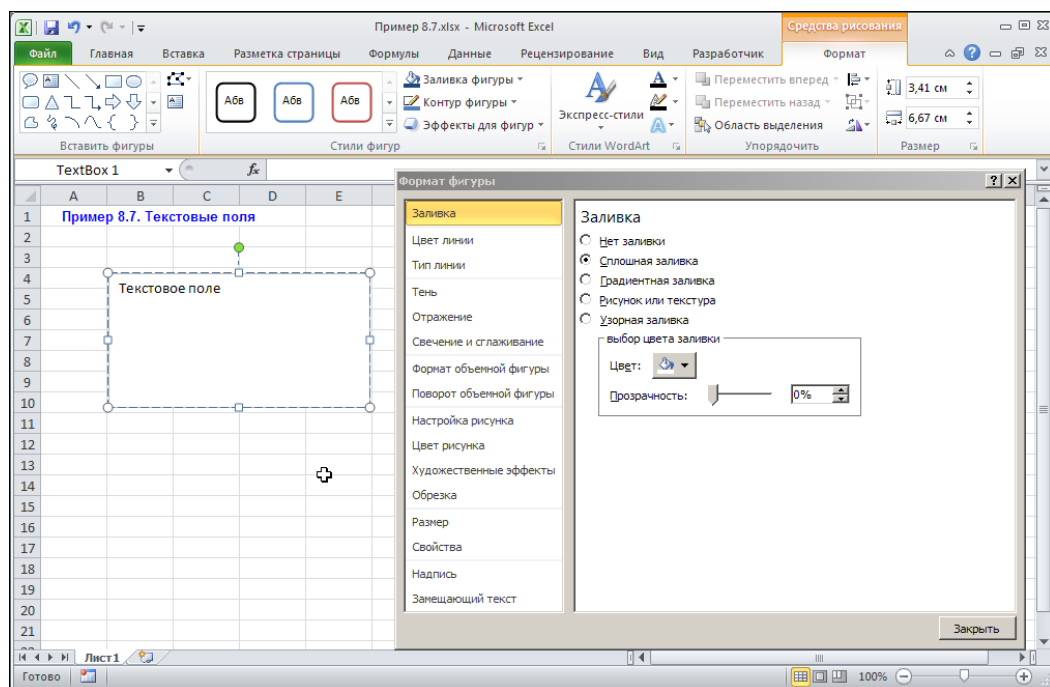


Рис. 8.40. Параметры текстового поля можно изменять с помощью утилит вкладки **Средства рисования** ленты и через элементы диалогового окна **Формат фигуры**

Пример 8.8. Художественный текст

Еще один декоративный элемент, который делает любой документ неповторимым, — художественный текст. Вставка художественного текста осуществляется с помощью пиктограммы-меню **WordArt** (рис. 8.41).

В раскрывающемся списке следует выбрать тип элемента (рис. 8.42). Вставленный в документ художественный текст может выглядеть так, как показано на рис. 8.43.

Художественный текст можно редактировать, менять его параметры, перемещать и даже вращать (рис. 8.44).

Вкладка **Средства рисования | Формат** содержит много полезных утилит для создания различных эффектов, как, например, эффект зеркального отображения (рис. 8.45).

Желающие могут самостоятельно поэкспериментировать с этим элементом и убедиться в том, что возможностям Excel в данной области практически нет пределов.

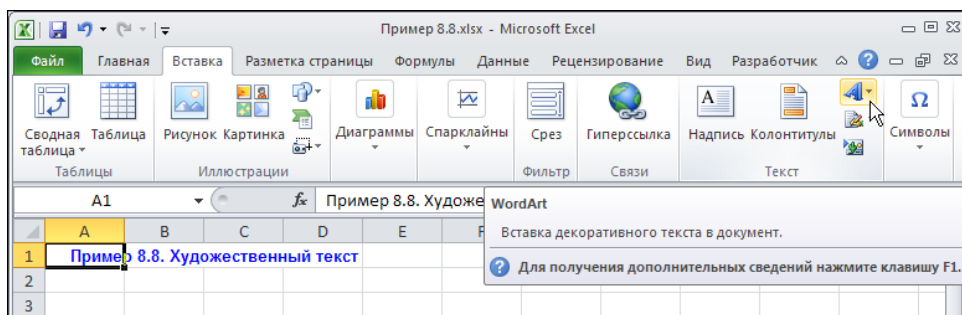


Рис. 8.41. Вставка художественного текста



Рис. 8.42. Выбор элемента для художественного текста

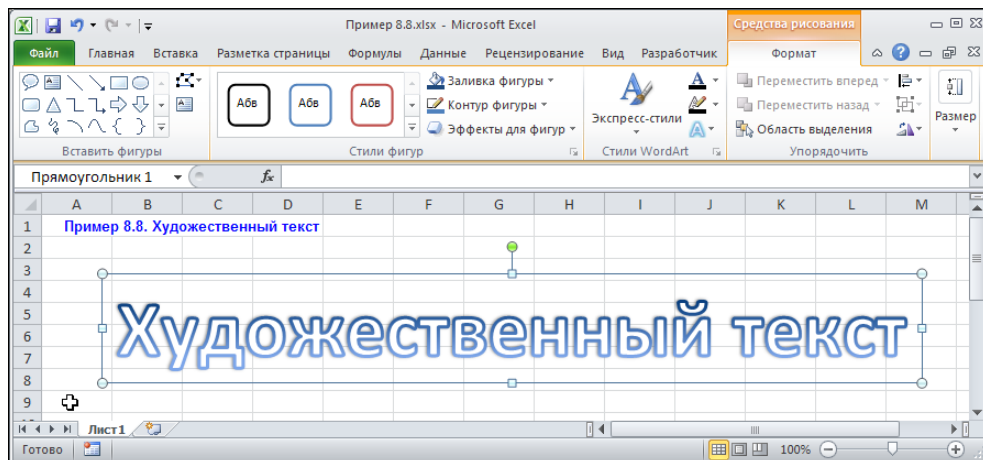


Рис. 8.43. Художественный текст

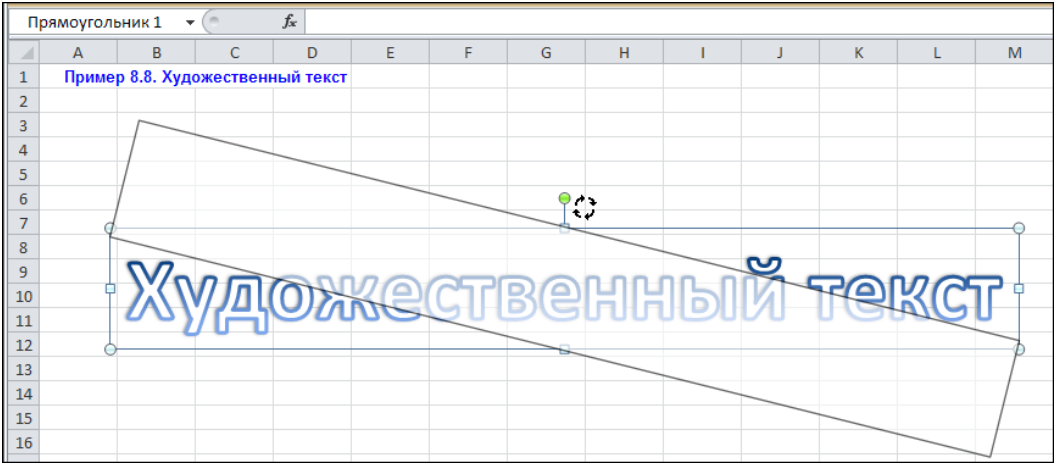


Рис. 8.44. Вращение элемента в рабочем документе

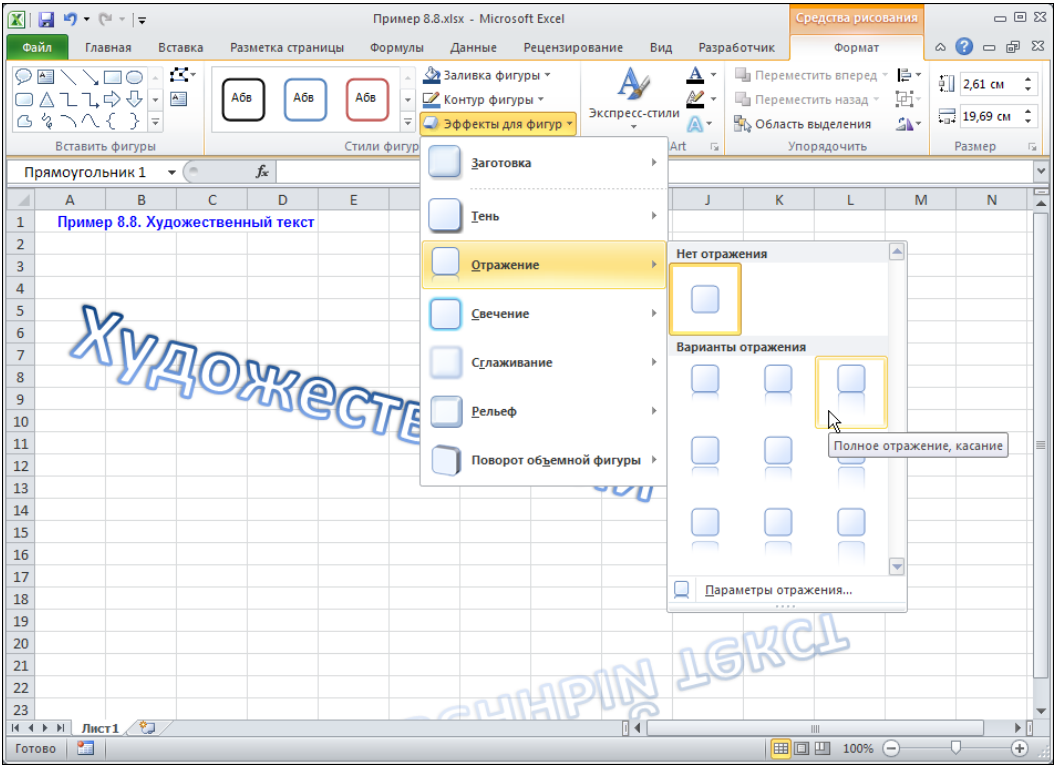


Рис. 8.45. Применение эффекта отражения для художественного текста

Пример 8.9. Спарклайны

В Excel 2010 появился такой интересный элемент, как спарклайн. Это такая маленькая, можно даже сказать миниатюрная диаграмма, которая вставляется в ячейку. Главное назначение спарклайна — в наглядном виде представить общую тенденцию в изменении данных. Далее приведен пример использования спарклайнов в рабочем документе. Исходный рабочий лист содержит массив данных в ячейках **A4:A14**, которые служат аргументом для двух функций: синуса и косинуса. Значения функций в базовых точках отображаются соответственно в ячейках **B4:B14** для синуса и **C4:C14** для косинуса (рис. 8.46).

Чтобы вставить спарклайн в документ, выделяем ячейку **B15** и щелкаем на пиктограмме **Спарклайны** на вкладке **Вставка** ленты. В результате раскрывается список с пиктограммами для выбора типа спарклайна (впоследствии тип спарклайна можно будет изменить). В данном случае выбираем пиктограмму **График** (см. рис. 8.46). В открывшемся диалоговом окне **Создание спарклайнов** в поле **Диапазон данных** необходимо указать диапазон ячеек, на основе значений которых строится спарклайн (рис. 8.47). Ячейка, в которую добавляется спарклайн, указывается в поле **Диапазон расположения**. Как отмечалось, спарклайн добавляем в ячейку **B15**, а в качестве диапазона данных для спарклайна указываем ячейки **B4:B14**.

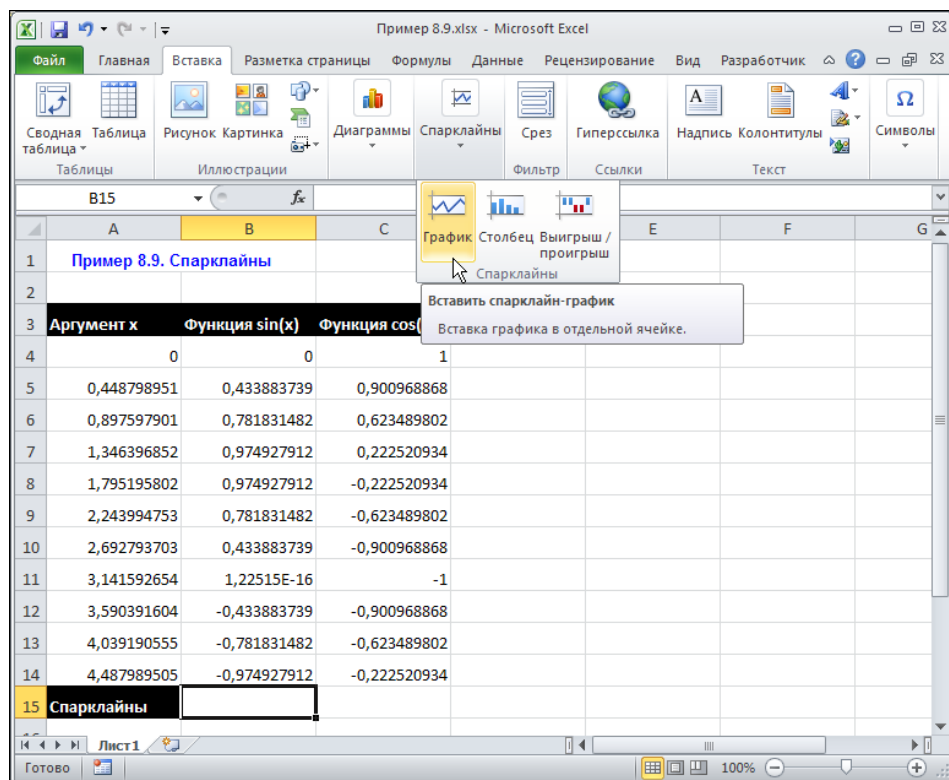


Рис. 8.46. Добавление спарклайна в документ

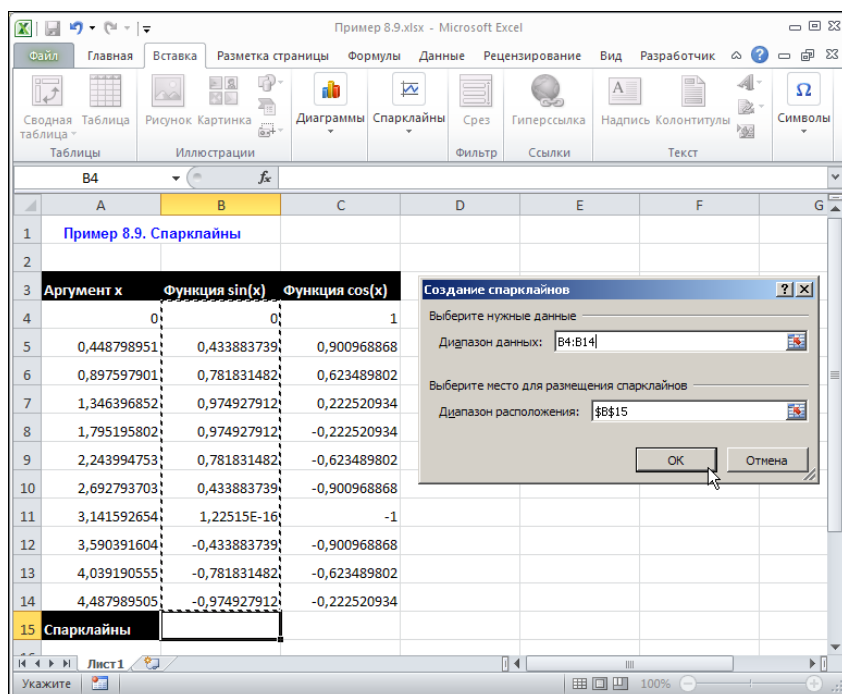


Рис. 8.47. Выбор диапазона данных для sparkлайна

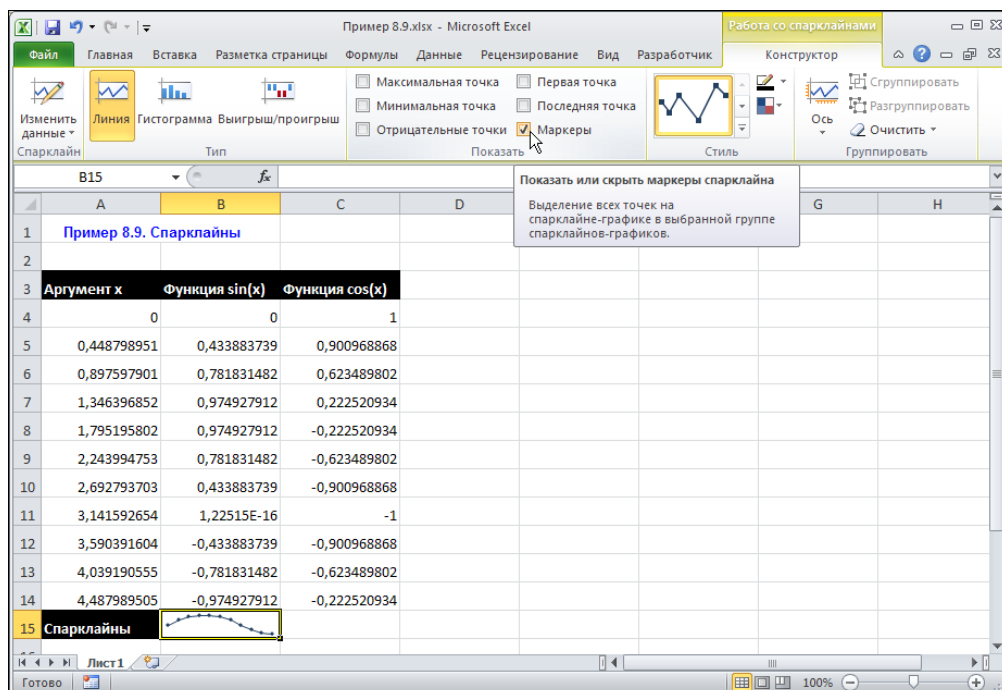


Рис. 8.48. Добавление маркеров базовых точек sparkлайна

Документ с добавленным в него спарклайном представлен на рис. 8.48. Для работы со спарклайнами предназначена контекстная вкладка **Работа со спарклайнами**, которая появляется на ленте при выделенной ячейке со спарклайном. Вкладка содержит вложенную вкладку **Конструктор** с группами пиктограмм, которые позволяют выполнять настройку внешнего вида спарклайна и вносить изменения в базовые настройки (например, изменять диапазон ячеек, для которых строится спарклайн).

В частности, на рис. 8.48 показано, как в группе **Показать** устанавливается флажок **Маркеры**, благодаря чему базовые точки на спарклайне выделяются маркерами.

Если в ячейку **B15** вставлялся спарклайн в виде графика, то в ячейку **C15** вставляется спарклайн в виде гистограммы. Спарклайн строится на основе ячеек диапазона **C4:C14** (рис. 8.49).

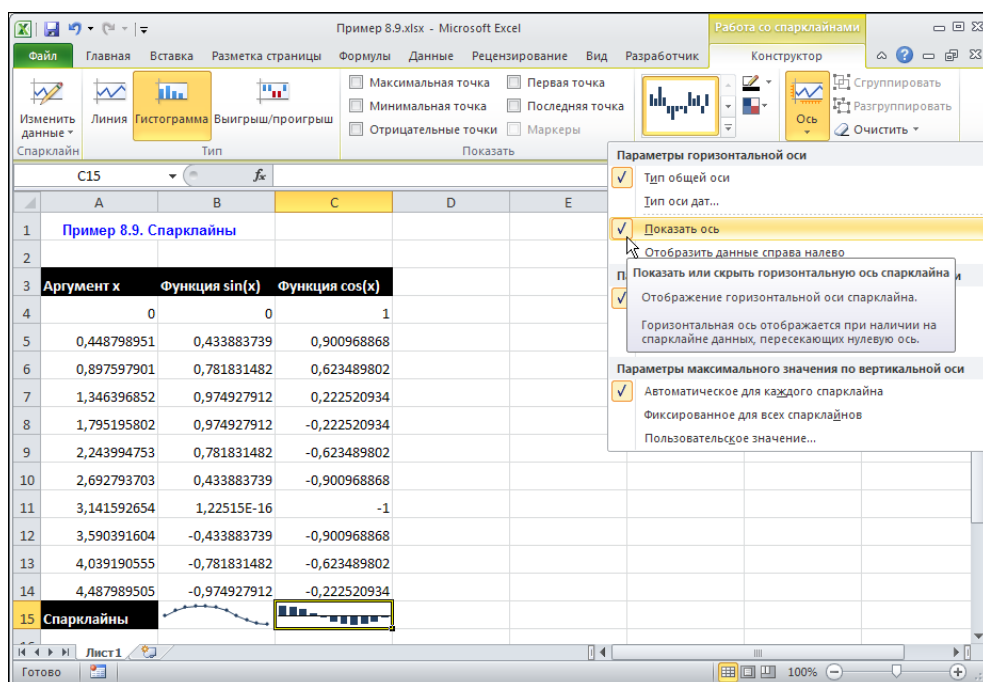


Рис. 8.49. Переход в режим отображения горизонтальной координатной оси для спарклайна

Для большей наглядности для спарклайна отображается горизонтальная координатная ось. С этой целью установлен флажок опции **Показать ось** в раскрывающемся окне пиктограммы **Ось** вкладки **Работа со спарклайнами**. Можно выполнить и другие настройки, например, поменять цвет столбцов спарклайна или вообще изменить его тип. Для каждого из этих действий есть, как правило, пиктограмма на вкладке **Работа со спарклайнами**. Думается, читатель без труда сможет с ними разобраться.

Глава 9



Печать

При работе с приложением Excel процедура вывода документов на печать имеет особую актуальность, поскольку то, как документ отображается на экране компьютера, существенно отличается от вида, который документ будет иметь в распечатанном виде. В этом смысле приложение Excel существенно отличается от большинства текстовых редакторов, для которых соответствие между видимым и материальным более очевидно. Примеры в этой главе позволяют оценить базовые параметры приложения и методы выполнения настройки, влияющие на способ вывода на печать данных, представленных в электронных таблицах.

Пример 9.1. Вывод документа на печать

Вывод документов на печать в Excel, как и в прочих приложениях пакета Microsoft Office, осуществляется достаточно просто. В этом отношении существенно больший интерес представляют настройки приложения, влияющие на вид и способ распечатки документов. Здесь же опишем те основные действия, которые выполняются или могут выполняться пользователем для того, чтобы напечатать содержимое рабочего документа. На рис. 9.1 показан документ, который выводится на печать.

Документ содержит две небольшие таблицы с данными об акцизных сборах и две диаграммы, иллюстрирующие данные в таблицах.

Если подойти к задаче формально, то для вывода данных таблицы на печать достаточно на вкладке **Файл** выбрать команду **Печать** (рис. 9.2). В версии Excel 2010 там же можно посмотреть, как документ будет выглядеть в напечатанном виде.

Обычно перед непосредственным выводом документа приходится выполнять настройки параметров страниц и, иногда, изменять настройки принтера. Для этих целей в окне печати вкладки **Файл** имеются специальные утилиты. Например, нередко на одну страницу данные не помещаются, поэтому при печати документа предлагается распечатать его на нескольких страницах. Хотя в приведенном примере все данные умещаются на одном листе, но достаточно поменять способ ориентации страниц (пиктограмма-список **Альбомная ориентация/Книжная ориентация**), как ситуация изменится (рис. 9.3). В таких случаях, чтобы увидеть следующую страницу, в нижней части окна вывода на печать следует воспользоваться пиктограммами перелистывания страниц (рис. 9.4). На рис. 9.5 показана вторая страница документа в режиме предварительного просмотра с учетом отображения границ полей страницы (пиктограмма **Показать поля** в правом нижнем углу окна вывода документа на печать).

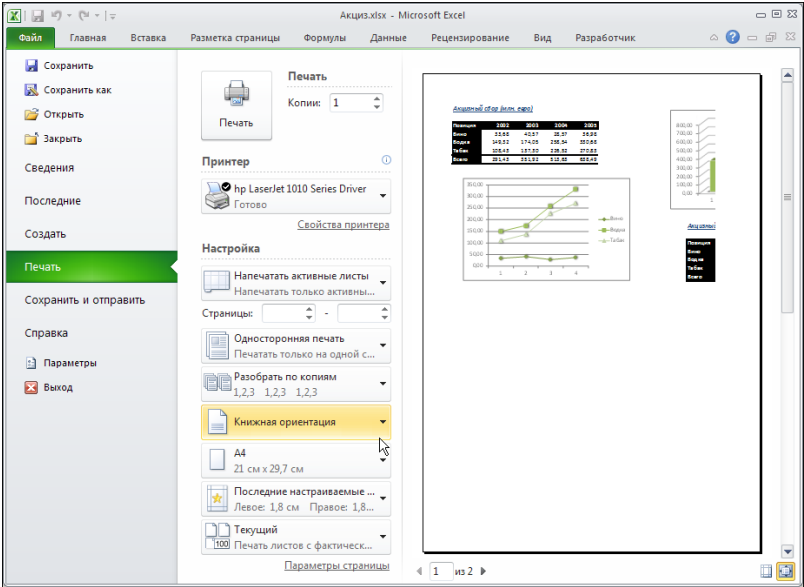


Рис. 9.3. При книжной ориентации страницы данные рабочего документа на одну страницу не помещаются

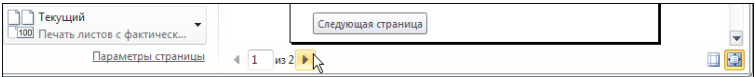


Рис. 9.4. Пиктограммы перелистывания страниц в режиме предварительного просмотра документа перед выводом на печать

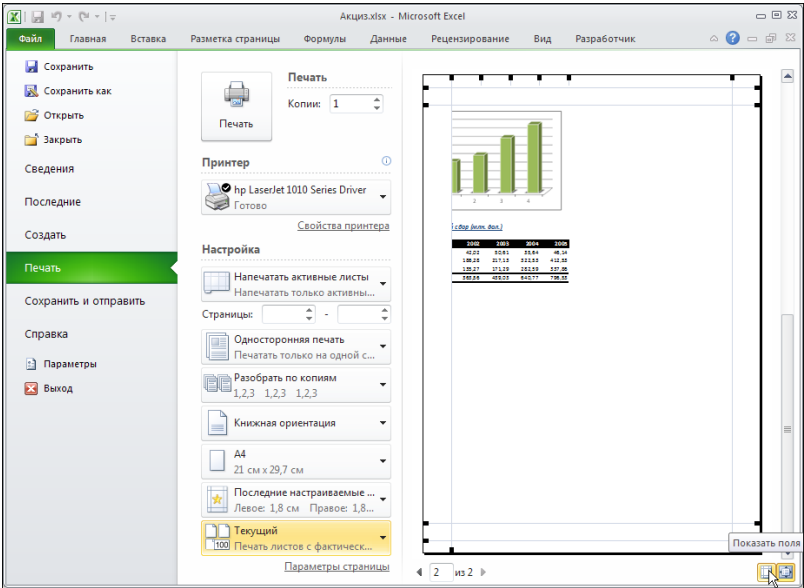


Рис. 9.5. Вторая страница выводимого на печать документа в режиме отображения полей

Проблема, однако, в том, что одна из таблиц и соответствующая ей диаграмма отображаются частью на одной, а частью на другой странице. Такое положение дел крайне редко бывает приемлемым. Из ситуации выходят разными способами. Один из них — отменить режим книжной ориентации страниц. Этого можно добиться с помощью уже упоминавшейся пиктограммы **Альбомная ориентация/Книжная ориентация**. Можно также перемещать фрагменты данных по рабочему листу так, чтобы добиться желаемого их расположения при выводе документа на печать, но это плохой рецепт. Им, как правило, не пользуются. Обычно вместо этого меняют параметры страницы. Некоторые из таких исключительно важных (при печати документов) параметров рассмотрим далее. Для их установки и редактирования следует щелкнуть на ссылке **Параметры страницы** в нижней части окна вывода документа на печать (рис. 9.6).

В результате откроется окно настройки параметров страницы, имеющее несколько вкладок (рис. 9.7).

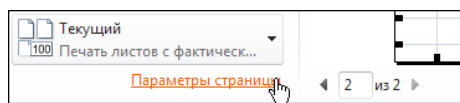


Рис. 9.6. Вызов диалогового окна настроек параметров страницы

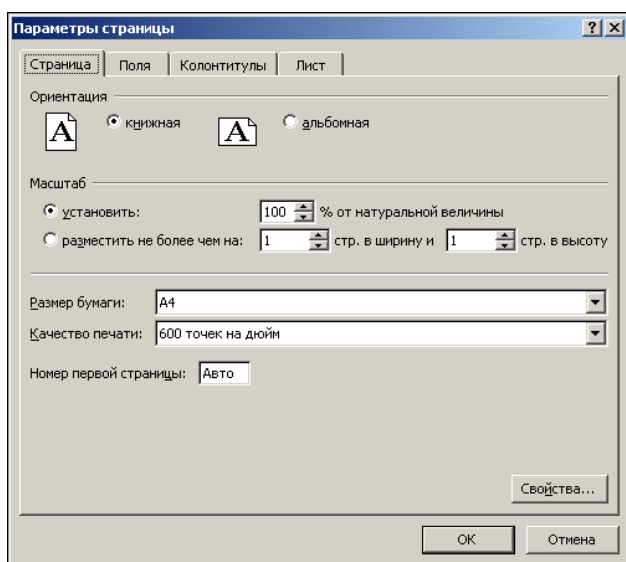


Рис. 9.7. Окно **Параметры страницы** открыто на вкладке **Страница**

На вкладке **Страница** устанавливается способ ориентации страницы (книжная или альбомная). Например, если указать альбомную ориентацию страниц, все данные помещаются на один печатный лист, как и было в самом начале (рис. 9.8).

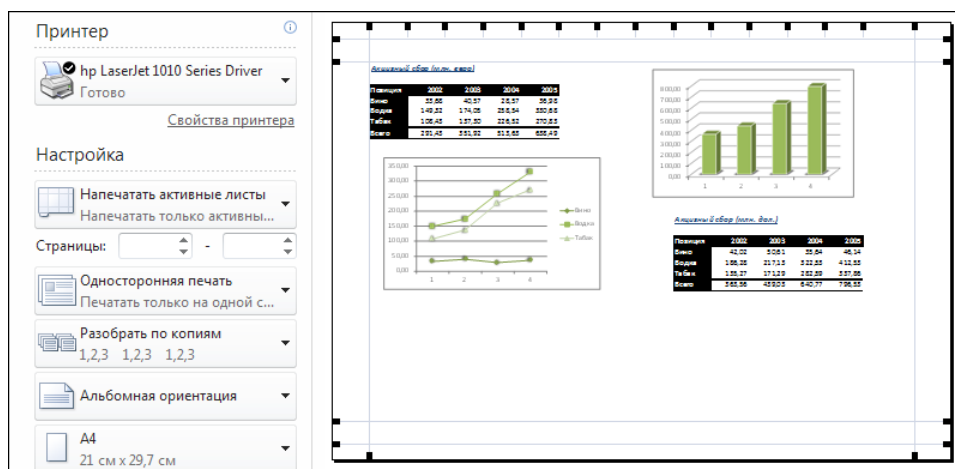


Рис. 9.8. При альбомной ориентации страниц все данные помещаются на один печатный лист

Помимо этого на вкладке **Страница** задается способ масштабирования (раздел **Масштаб** содержит переключатель на два положения: **установить** для определения масштабирования в процентах и **разместить не более чем на** для установления масштаба в отношении к страницам). Также на странице в раскрывающемся списке **Размер бумаги** выбирают один из predetermined размеров страницы, а в списке **Качество печати** устанавливают качество печати (в поле **Номер первой страницы** определяют номер первой страницы документа).

На вкладке **Поля** диалогового окна **Параметры страницы** определяют размеры полей страницы, а также области верхних и нижних колонтитулов (рис. 9.9).

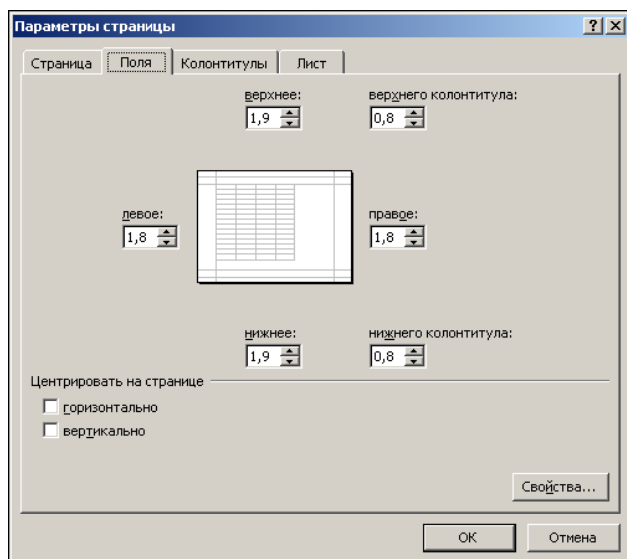


Рис. 9.9. Диалоговое окно **Параметры страницы** открыто на вкладке **Поля**

Можно также перейти в режим выравнивания данных на странице по центру вдоль горизонтали (опция **горизонтально**) и вертикали (опция **вертикально**). Кнопка **Свойства** полезна при настройке параметров принтера.

Пример 9.2. Создание колонтитулов

Наличие колонтитулов улучшает восприятие любого документа. Обычно в колонтитулы выносятся важная информация, которая позволяет быстро сориентировать пользователя по содержанию изучаемого документа.

Создать колонтитулы можно несколькими способами. Один из них — воспользоваться пиктограммой **Колонтитулы** на вкладке **Вставка** ленты. Но наиболее простой способ состоит в том, чтобы перейти в режим предварительной разбивки на страницы и, если необходимо, щелкнуть в области колонтитула. Для верхних колонтитулов это поле находится в верхней части страницы (рис. 9.10).

Для вставки нижнего колонтитула следует обратить внимание на нижнюю часть страницы (рис. 9.11).

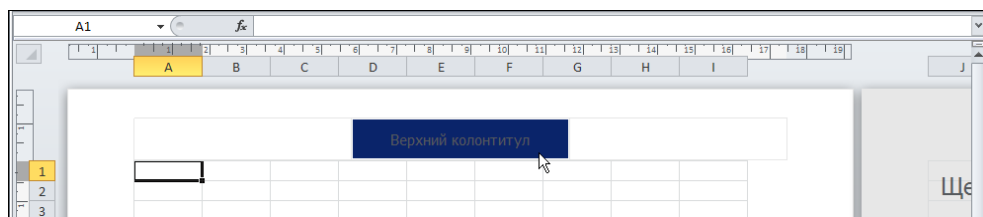


Рис. 9.10. Ввод верхних колонтитулов

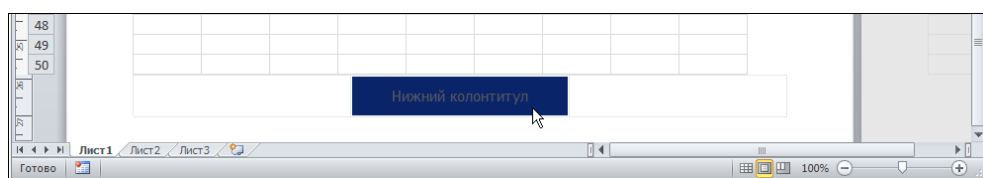


Рис. 9.11. Ввод нижних колонтитулов

Данные вводятся непосредственно в область колонтитула. Причем эта область условно разбита на три части: левую, правую и центральную. На рис. 9.12 данные вводятся в центральную часть верхнего колонтитула.

Чтобы ввести данные в левую часть колонтитула, на ней следует щелкнуть мышью (рис. 9.13).

Таким же образом задается правая часть колонтитула. Причем для форматирования вводимых текстовых данных можно использовать стандартные вкладки ленты, как это показано на рис. 9.14.

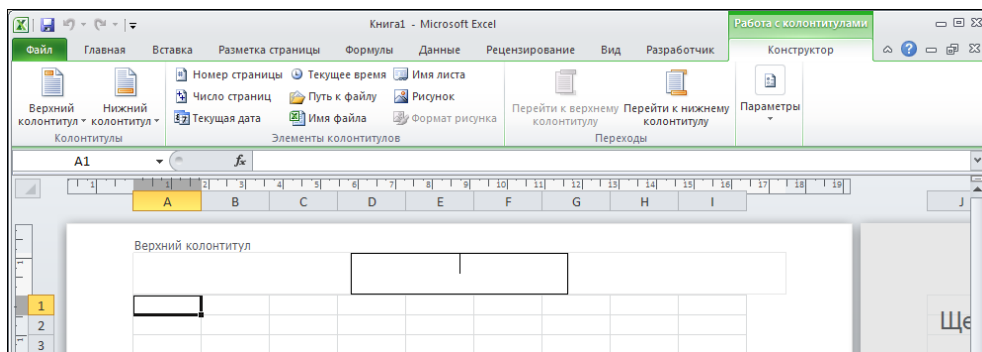


Рис. 9.12. Ввод верхнего центрального колонтитула

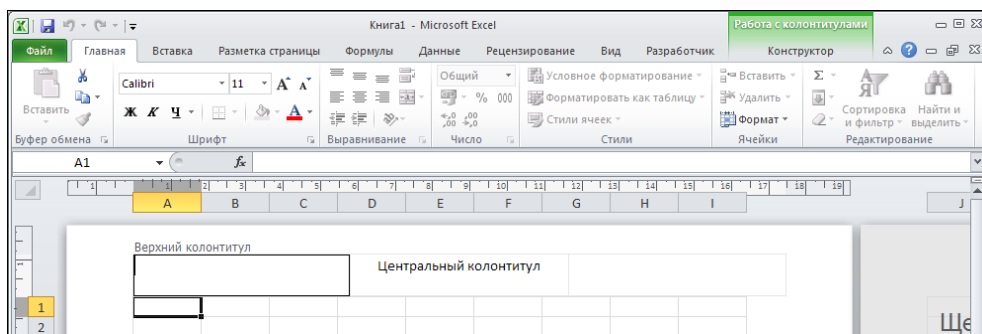


Рис. 9.13. Ввод левого верхнего колонтитула

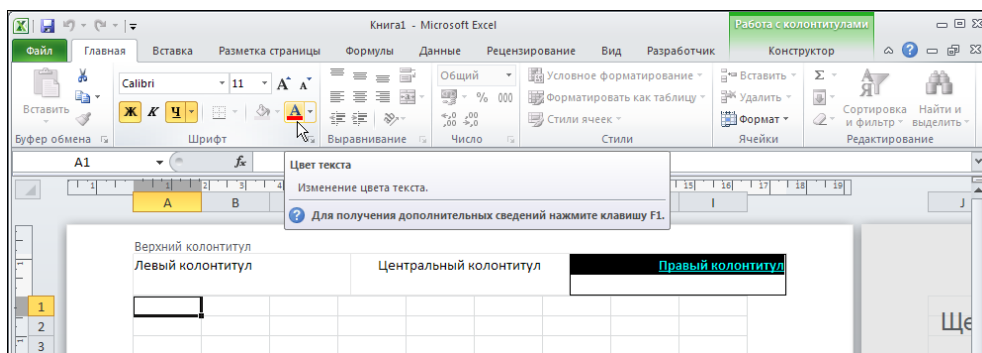


Рис. 9.14. Ввод и форматирование текста правого верхнего колонтитула

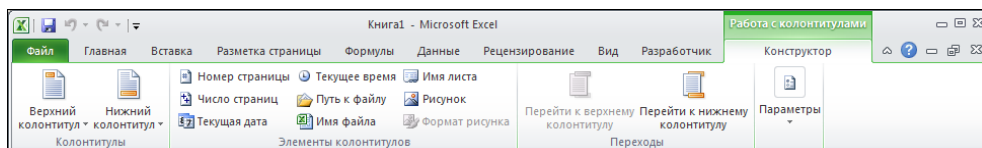


Рис. 9.15. Настройка параметров колонтитулов с помощью вкладки Работа с колонтитулами

Однако для редактирования колонтитулов имеется и специальная вкладка **Работа с колонтитулами | Конструктор**, которая добавляется в ленту при активизации колонтитула (рис. 9.15).

Другой способ ввода колонтитулов подразумевает использование диалогового окна **Параметры страницы**. Настройки выполняются на вкладке **Колонтитулы** окна (рис. 9.16).

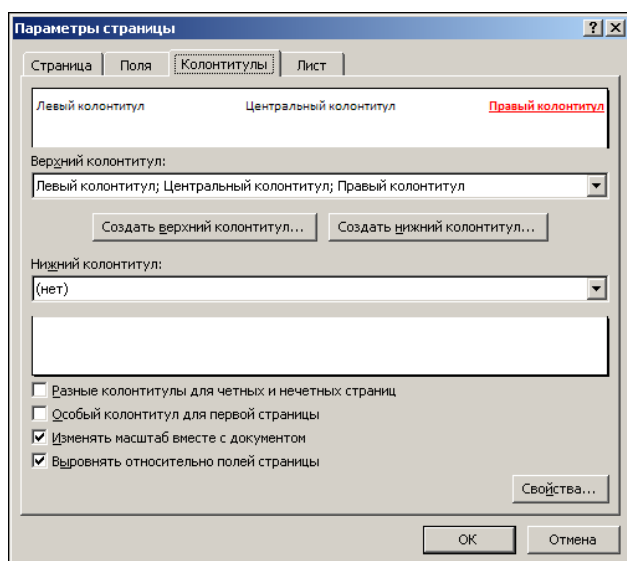


Рис. 9.16. Диалоговое окно **Параметры страницы** открыто на вкладке **Колонтитулы**

Окно содержит два поля — **Верхний колонтитул** и **Нижний колонтитул** — для ввода соответственно верхних и нижних колонтитулов (данные для разных частей колонтитулов отделяются точкой с запятой). Назначение опций таково: флажок **Разные колонтитулы для четных и нечетных страниц** устанавливают, если следует различать колонтитулы четных и нечетных страниц; для определения особых колонтитулов первой страницы устанавливают флажок **Особый колонтитул для первой страницы**; режим масштабирования колонтитулов в соответствии с размерами документа устанавливается опцией **Изменять масштаб вместе с документами**; наконец, выравнивание по границам страницы устанавливается опцией **Выравнивать относительно полей страницы**.

Для дополнительной настройки колонтитулов следует нажать кнопку **Создать верхний колонтитул** (верхние колонтитулы) или **Создать нижний колонтитул** (нижние колонтитулы). Откроется специальное окно настройки (рис. 9.17).

В три поля окна вводятся левая, центральная и правая части колонтитула. Назначение кнопок окна описано в табл. 9.1.

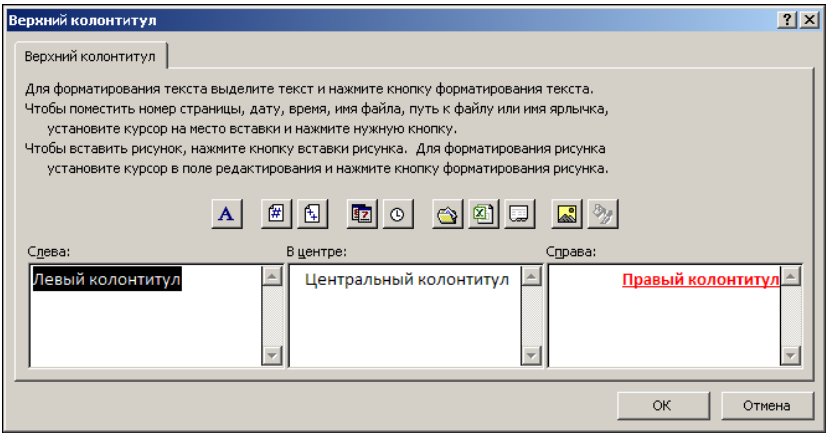


Рис. 9.17. Окно настройки верхних колонтитулов **Верхний колонтитул**

В колонтитулы можно помимо текста вставлять рисунки, дату, время, адрес рабочего документа и пр. Эти же операции легко проделать с помощью вкладки **Работа с колонтитулами**.

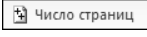
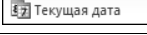
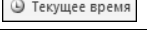
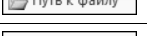
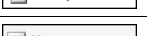
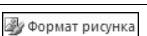
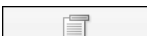
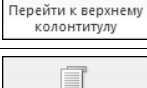
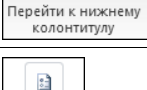
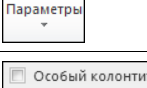
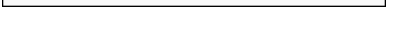
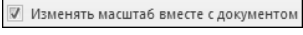
Таблица 9.1. Кнопки окна настройки колонтитулов

Кнопка	Назначение
	Форматирование текста
	Вставка номера страницы
	Вставка сведений об общем количестве страниц
	Вставка даты
	Вставка времени
	Вставка пути к файлу рабочего документа
	Вставка названия файла
	Вставка названия рабочего листа
	Вставка рисунка
	Форматирование вставленного в колонтитул рисунка

Пример 9.3. Пиктограммы вкладки **Работа с колонтитулами**

Ранее упоминалось, что настройки колонтитулов выполняются через элементы управления, размещенные на вкладке **Работа с колонтитулами | Конструктор**. Назначение пиктограмм этой вкладки описано в табл. 9.2.

Таблица 9.2. Пиктограммы вкладки **Работа с колонтитулами** ленты

Пиктограмма	Назначение утилиты
	Автоматическое формирование верхних колонтитулов. Шаблон выбирается из раскрывающегося списка
	Автоматическое формирование нижних колонтитулов. Шаблон выбирается из раскрывающегося списка
	Вставка номера страницы
	Вставка данных о количестве страниц
	Вставка текущей даты
	Вставка времени
	Вставка адреса файла
	Вставка имени файла
	Вставка названия рабочего листа
	Вставка рисунка
	Форматирование рисунка
	Переход к верхнему колонтитулу
	Переход к нижнему колонтитулу
	Пиктограмма-список с опциями настройки параметров колонтитулов (описываются далее)
	Опция раскрывающегося списка Параметры для выделения колонтитулов первой страницы
	Опция раскрывающегося списка Параметры для разделения колонтитулов четных и нечетных страниц
	Опция раскрывающегося списка Параметры для масштабирования колонтитулов
	Опция раскрывающегося списка Параметры для выравнивания колонтитулов по границам страницы

Последние четыре опции, представленные в таблице, являются элементами пиктограммы-меню **Параметры**. В основном же на вкладке **Работа с колонтитулами** представлены утилиты для реализации практически тех же задач, что решаются с помощью диалогового окна **Параметры страницы**.

Пример 9.4. Добавление в колонтитулы специальных полей

Вставку таких элементов, как дата или номер страницы, можно выполнять без привлечения утилит окна **Параметры страницы** или вкладки **Работа с колонтитулами** ленты. Например, чтобы ввести в колонтитул номер страницы, достаточно ввести код **&[Страница]** (рис. 9.18).

В результате в колонтитуле страницы появится ее номер (рис. 9.19).

Отображаются номера только тех страниц, что содержат данные.

Основные коды, используемые в колонтитулах, представлены в табл. 9.3.

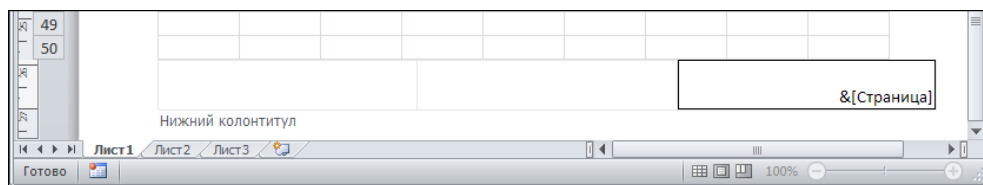


Рис. 9.18. Ввод кода номера страницы

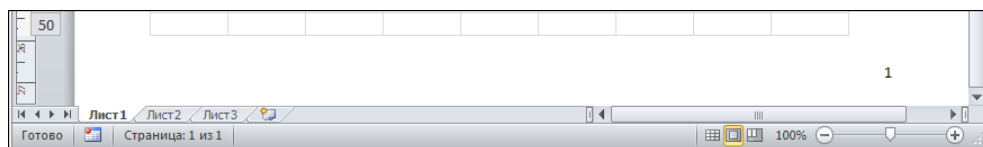


Рис. 9.19. Отображение в колонтитуле номера страницы

Таблица 9.3. Коды для использования в колонтитулах

Код	Описание
& [Страница]	Вставка номера страницы
& [Страниц]	Вставка числа страниц (с данными)
& [Дата]	Вставка текущей даты
& [Время]	Вставка текущего времени
& [Путь] & [Файл]	Вставка адреса файла
& [Файл]	Вставка имени файла
& [Лист]	Вставка имени рабочего листа
& [Рисунок]	Вставка рисунка

При вставке рисунка придется в автоматически открывающемся диалоговом окне выбрать вставляемый в колонтитул рисунок.

Пример 9.5. Разбивка на страницы

Данные в документе, как правило, распределены неравномерно. Распределение данных по страницам при выводе документа на печать удобно осуществлять путем выбора границ разбивки на страницы. Первым шагом является переход в режим с отображением линий разбивки на страницы. Для этого используется первая справа пиктограмма в группе из трех пиктограмм в строке состояния или пиктограмма **Страничный режим** на вкладке **Вид** (рис. 9.20).

В этом режиме документ отображается вместе с линиями, определяющими границы разбивки документа на страницы (рис. 9.21).

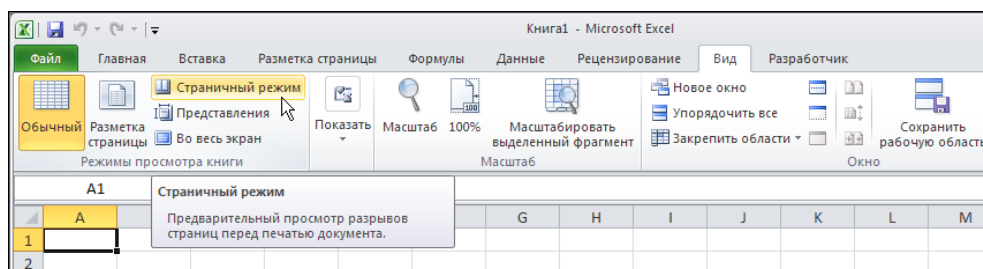


Рис. 9.20. Переход в режим отображения границ разбивки на страницы

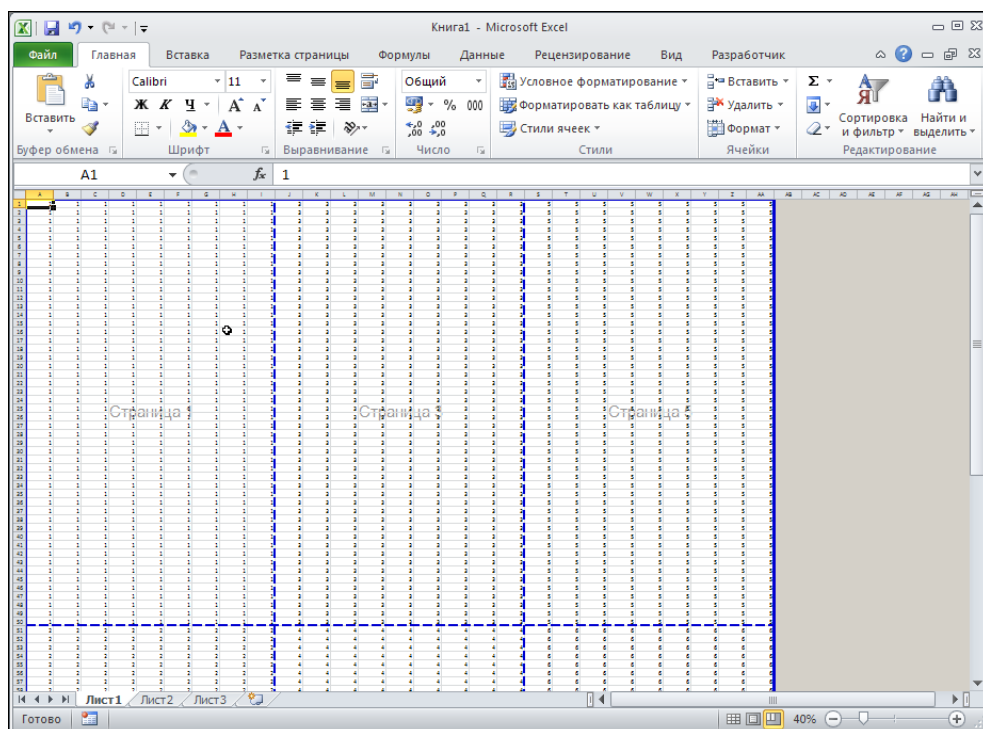


Рис. 9.21. Документ в режиме отображения линий разбивки на страницы

Вся выводимая на печать область документа выделена сплошной рамкой. Изменить область вывода на печать можно с помощью мыши: захватываем внешнюю рамку и перемещаем ее до нужных размеров (рис. 9.22).

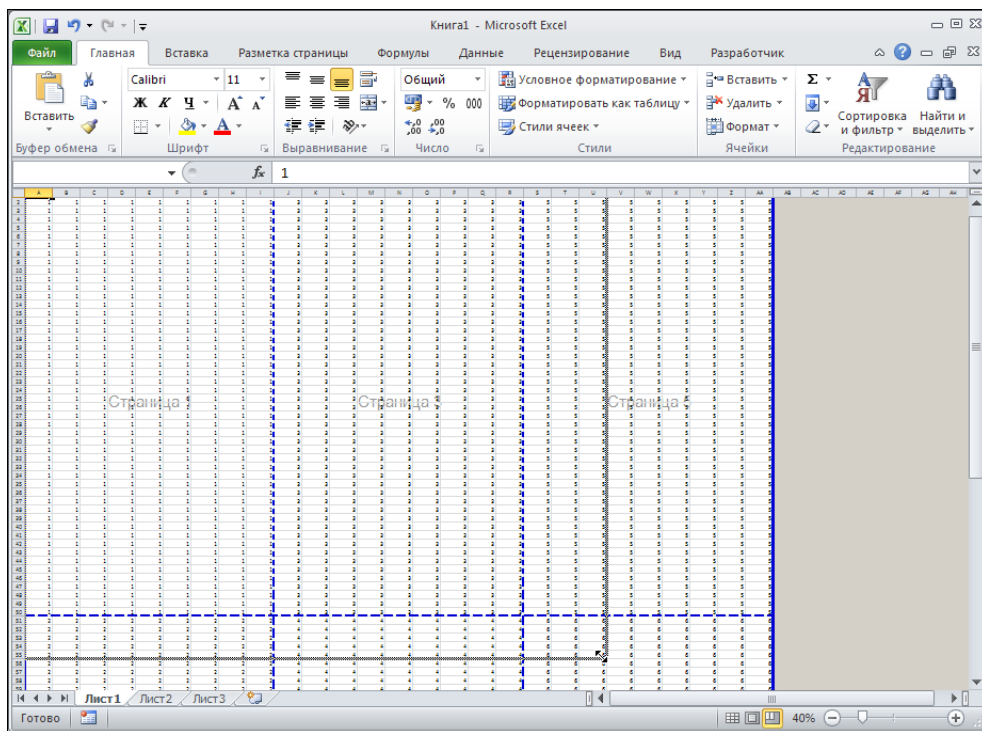


Рис. 9.22. Изменение области вывода на печать

На рис. 9.23 показан результат изменения области вывода на печать.

Таким же образом можно поступать с линиями разбивки документа на страницы. Линии перемещаются с помощью мыши (рис. 9.24).

Можно также добавить дополнительные линии разбивки на страницы. Для этого щелкаем на пиктограмме **Разрывы** вкладки **Разметка страниц** ленты и в раскрывшемся списке выбираем команду **Вставить разрыв страницы** (рис. 9.25).

Добавляются две линии разбивки так, что активная ячейка оказывается справа снизу от точки пересечения линий (рис. 9.26).

Для удаления дополнительных линий разбивки используют команду **Удалить разрыв страницы** в списке пиктограммы-меню **Разрывы**. Чтобы восстановить разбивку на страницы, полезной будет команда **Сброс разрывов страниц**. Для настройки области печати используют пиктограмму **Область печати**.

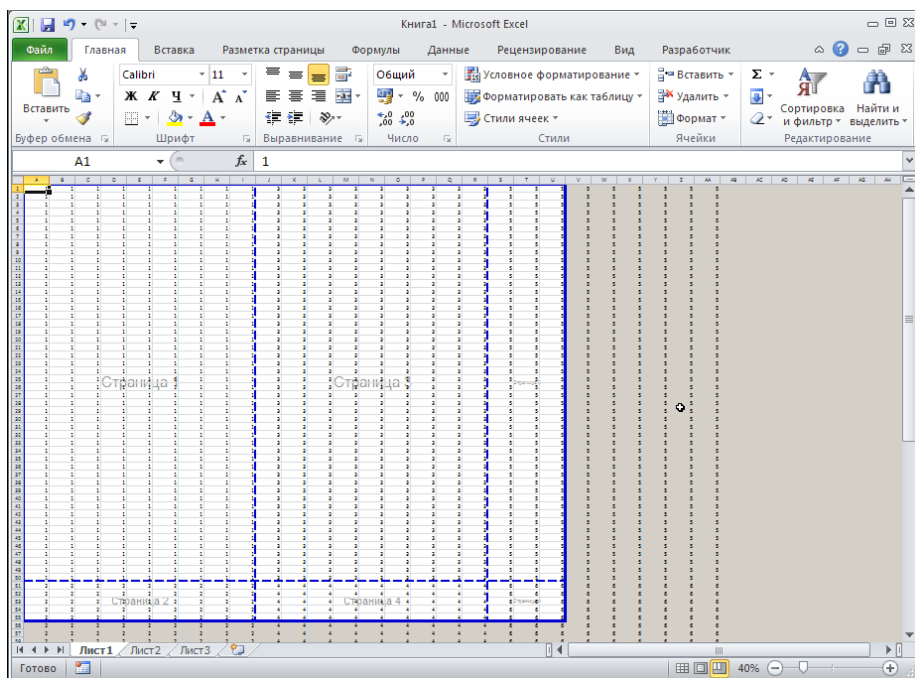


Рис. 9.23. Изменена область вывода на печать

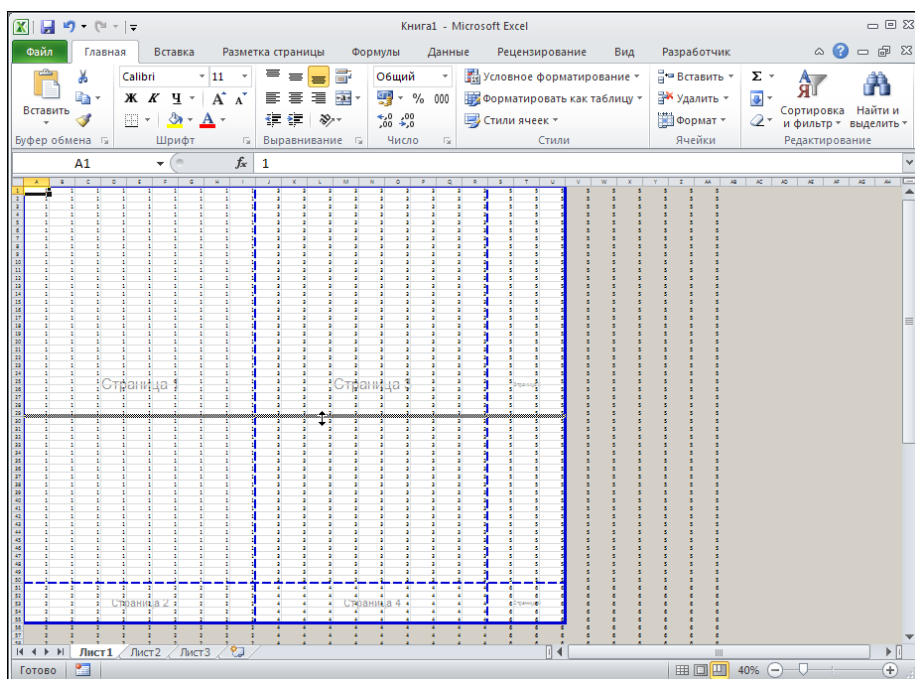


Рис. 9.24. Перемещение линии разбивки на страницы

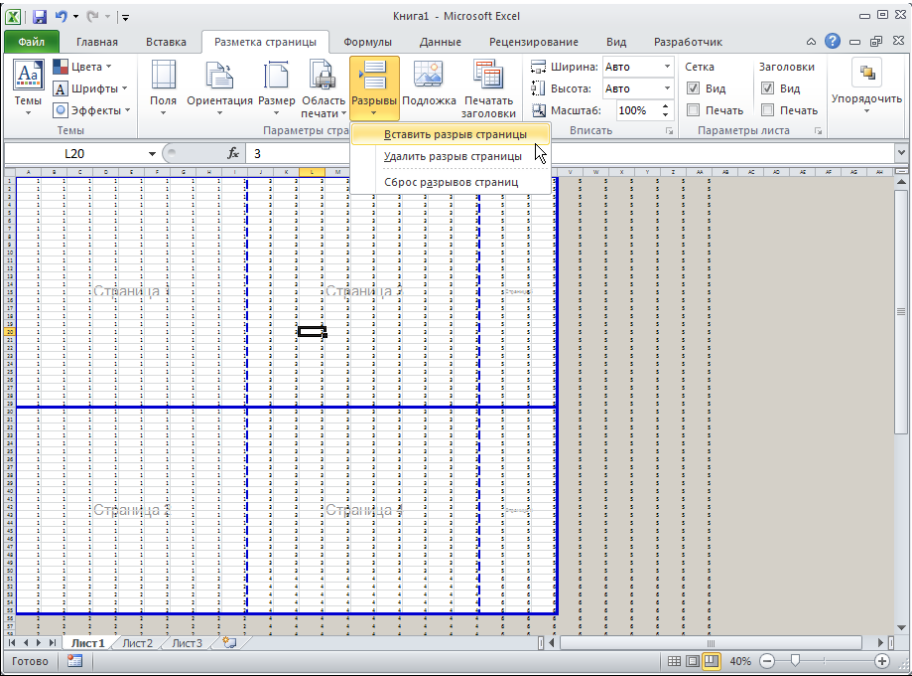


Рис. 9.25. Добавление дополнительных линий разбивки на страницы

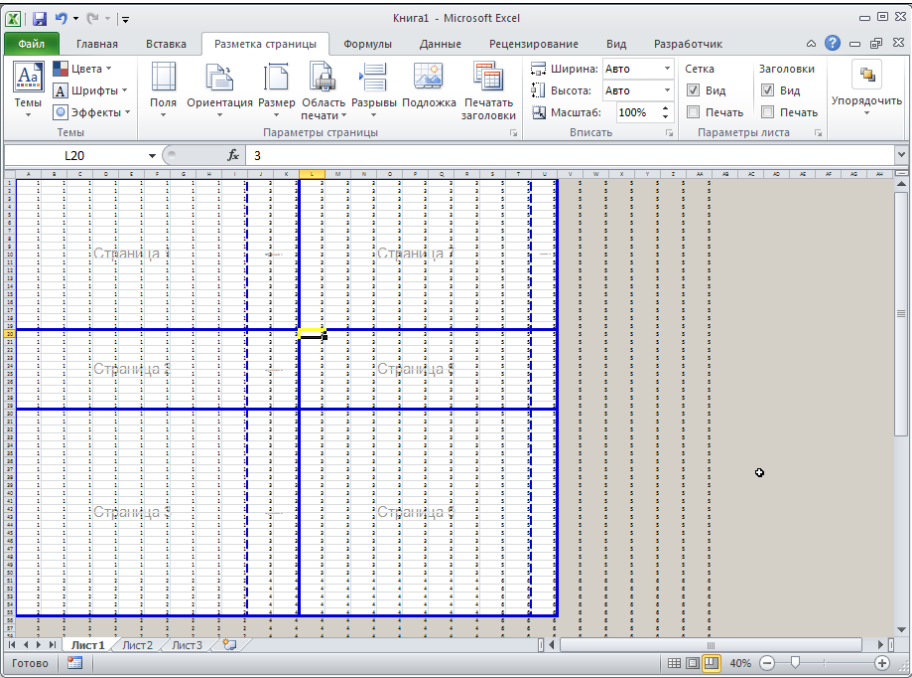


Рис. 9.26. Добавлены дополнительные линии разбивки на страницы

Пример 9.6. Основные настройки печати

Настроек печати достаточно много, большинство из них относится к настройкам принтера и является общими для системы в целом. На них останавливаться не будем. Отметим лишь те, что специфичны для приложения Excel.

Даже если документ разбит на страницы, остается открытым вопрос о том, в каком порядке выводить страницы на печать. Соответствующие настройки выполняются на вкладке **Лист** диалогового окна **Параметры страницы** (рис. 9.27).

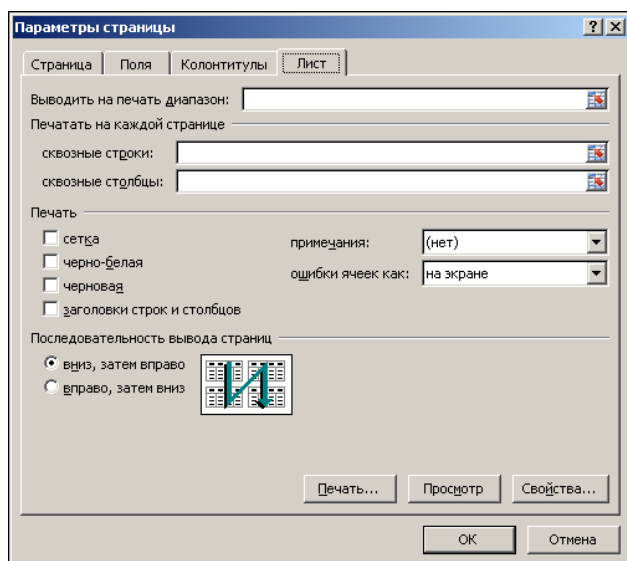


Рис. 9.27. Диалоговое окно **Параметры страницы** на вкладке **Лист**

Переключатель **Последовательность вывода страниц** устанавливают в положение **вниз, затем вправо**, чтобы страницы распечатывались сверху вниз и слева направо, и в положение **вправо, затем вниз** для распечатки страниц слева направо и затем сверху вниз.

Кроме этого, на вкладке есть ряд полезных настроек. В частности, опции в разделе **Печать** предназначены для определения объектов (таких, как линии сетки и поля индексации ячеек), выводимых на печать; списки в правой части позволяют определять способ и место отображения примечаний, форму вывода на печать сообщений об ошибках. Область печати задается в поле в верхней части вкладки.

Большинство этих настроек выполняется и с помощью ленты приложения (в основном на вкладке **Разметка страниц**). На рис. 9.28 показана группа **Параметры листа** вкладки **Разметка страницы**, содержащая опции для перехода в режим печати линий сетки и полей индексации ячеек.

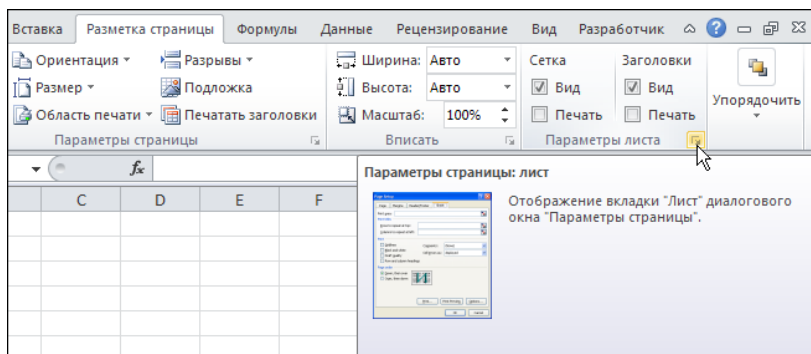
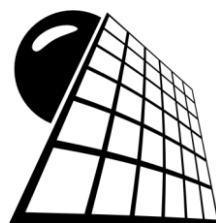


Рис. 9.28. Переход в режим печати линий сетки

Для перехода в указанные режимы следует установить флажок **Печать**. На этой же вкладке можно выбрать размер листа бумаги, ориентацию страницы, поля, параметры масштабирования и задать ряд других атрибутов.



Глава 10

Надстройки

Некоторые утилиты Excel становятся доступными только после подключения надстроек. Одни надстройки традиционно поставляются вместе с Excel, другие могут быть загружены через Интернет, а третьи поставляются независимыми разработчиками. В этой главе в первую очередь остановимся на надстройках **Поиск решения** и **Пакет анализа**. Продемонстрируем, какие задачи и как могут решаться с помощью этих надстроек. Надстройка **Поиск решения** используется при решении всевозможных уравнений, неравенств и задач оптимизации. Эта надстройка претерпела существенные изменения в версии Excel 2010, хотя базовые принципы работы с надстройкой не изменились. Надстройка **Пакет анализа** полезна при обработке статистических данных. Рассмотрим также работу утилит **Мастер суммирования** и **Мастер подстановок**.

Пример 10.1. Решение тригонометрического уравнения

С помощью надстройки поиска решения решим тригонометрическое уравнение $\sin(x) = 1/2$. Общее решение уравнения может быть представлено в виде $x = (-1)^n \pi/6 + \pi n$, где n — любое целое число. Среди решений, в частности, $x = \pi/6 \approx 0,5235$ (при $n = 0$) и $x = 13\pi/6 \approx 6,8065$ (при $n = 2$). Для решения этого уравнения в Excel в ячейку **B7** вводим формулу **=SIN(B5)**. Таким образом, задача сводится к тому, чтобы подобрать в ячейке **B5** такое значение, чтобы значением ячейки **B7** было **0,5**. Документ с введенными в него данными показан на рис. 10.1.

Для активизации надстройки поиска решения на вкладке **Данные** ленты щелкаем на пиктограмме **Поиск решения** в разделе **Анализ** (предварительно надстройка должна быть подключена), в результате чего открывается диалоговое окно **Параметры поиска решения**, в котором выполняются необходимые настройки перед поиском корня уравнения. Сначала просто попробуем найти хотя бы один корень, как говорится, "с минимальными потерями", подразумевая под последними те настройки, которые нужно выполнять. В поле **Оптимизировать целевую функцию** указываем **B7** (достаточно при активном поле щелкнуть на этой ячейке в документе), переключатель **До** устанавливаем в положение **Значения** со значением

в соответствующем поле **0,5**, а также в поле **Изменяя ячейки переменных** вводим адрес ячейки **B5** (рис. 10.2).

	B7		f _x	=SIN(B5)	
	A	B	C	D	E
1	Пример 10.1. Решение тригонометрического уравнения				
2					
3	Решение уравнения $\sin(x)=1/2$				
4					
5	Корень	x = 0			
6					
7	Проверка решения: $\sin(x) =$		0		
8					

Рис. 10.1. Исходный документ

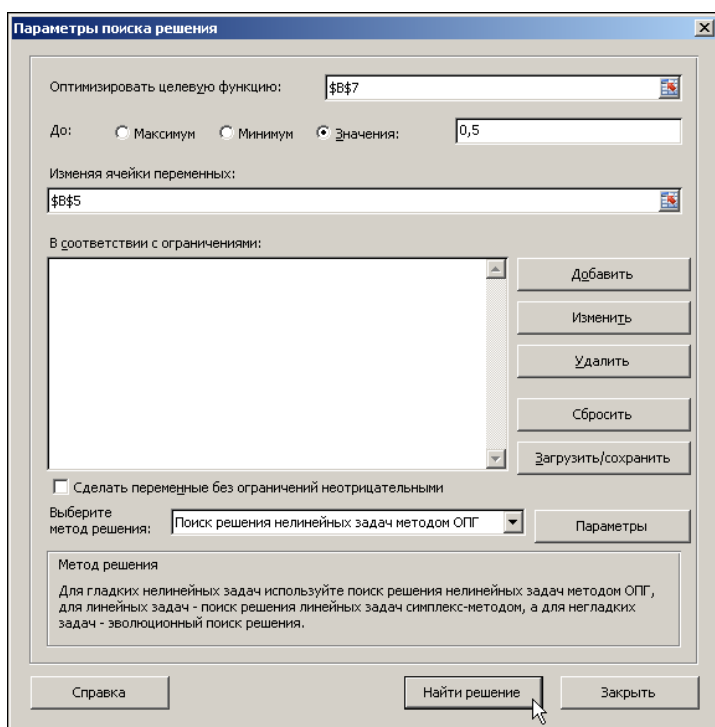


Рис. 10.2. Окно надстройки поиска решения для выполнения основных настроек

После нажатия кнопки **Найти решение** получаем результат, как на рис. 10.3.

Видим, что найден один из корней уравнения, причем с достаточно неплохой точностью. Чтобы утвердить результаты вычислений, в диалоговом окне **Результаты поиска решения** щелкнем на кнопке **ОК** (переключатель в положении **Сохранить найденное решение**). Конечный вид документа показан на рис. 10.4.

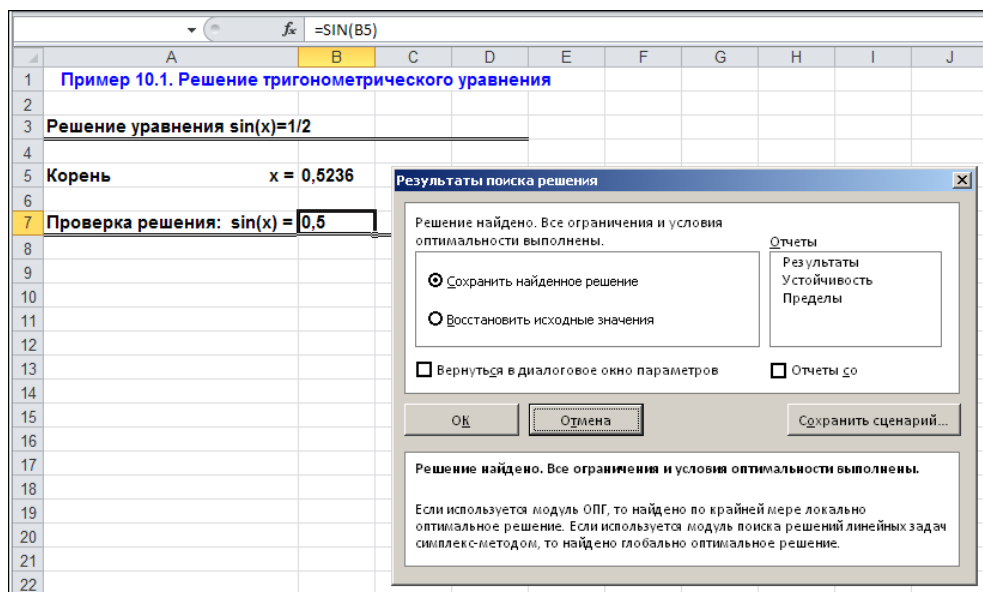


Рис. 10.3. Результат вычислений

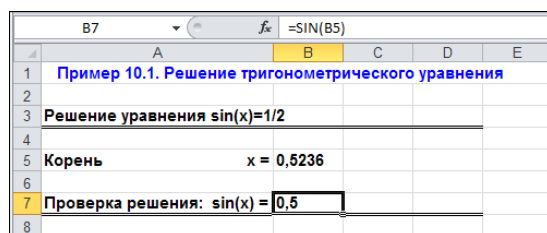


Рис. 10.4. Документ после подтверждения результата

Понятно, что решений у уравнения более чем достаточно. Попробуем теперь найти решение, попадающее в определенный диапазон значений. Для конкретности, пусть это будет диапазон от $2\pi \approx 6,28$ до $5\pi/2 \approx 7,85$ (это упоминавшееся ранее решение $x \approx 6,8065$). Искать решение будем с помощью той же надстройки **Поиск решения**, просто теперь несколько усложняются настройки. Помимо тех, которые уже выполнялись (они не меняются), добавляются еще два ограничения на искомый корень. Чтобы добавить ограничения, в окне **Параметры поиска решения** щелкнем на кнопке **Добавить** (см. рис. 10.2) и заполним поля окна **Добавление ограничения** (рис. 10.5).

В поле **Ссылка на ячейки** указываем ячейку **B5**, знак — *больше либо равно* ($\geq$), в поле **Ограничение** вводим число **6,28**. Окно с настройками второго ограничения показано на рис. 10.6 (чтобы добавить второе ограничение без возвращения к окну **Параметры поиска решения** в окне **Добавление ограничения** щелкнем на кнопке **Добавить**).

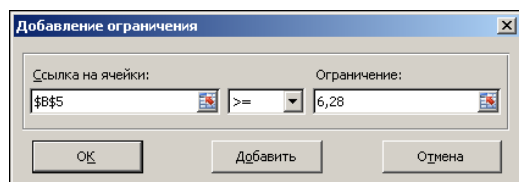


Рис. 10.5. Ввод первого ограничения для поиска корня на заданном интервале

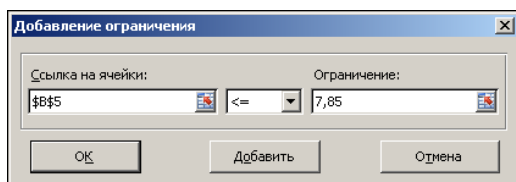


Рис. 10.6. Окно ввода второго ограничения для поиска корня на заданном интервале

В данном случае знак *"больше либо равно"* меняется на *"меньше либо равно"* ($\leq$), а в поле **Ограничение** вводим число **7,85**. После щелчка на кнопке **ОК** переходим к основному окну (рис. 10.7).

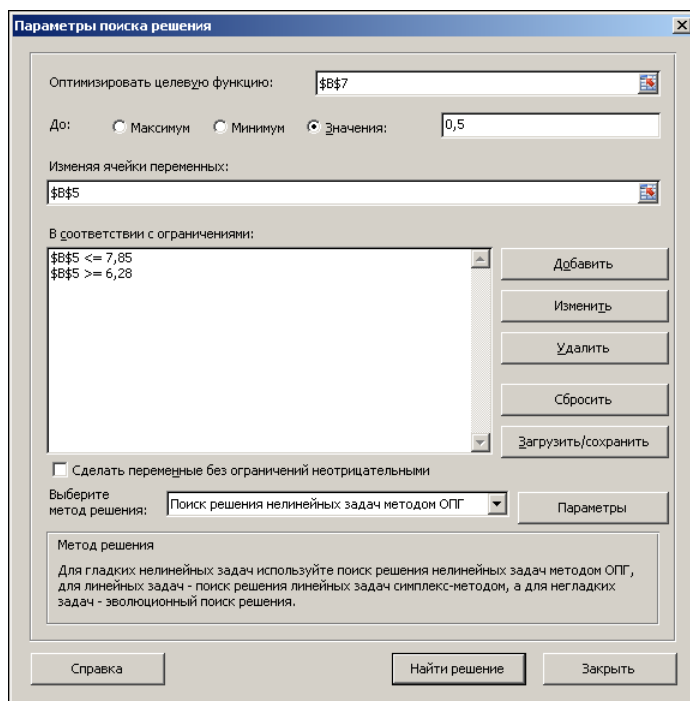


Рис. 10.7. Окно надстройки поиска решения перед выполнением вычислений

	B7		f _x	=SIN(B5)				
		A	B	C	D	E		
1		Пример 10.1. Решение тригонометрического уравнения						
2								
3		Решение уравнения $\sin(x)=1/2$						
4								
5		Корень	x =	6,80678				
6								
7		Проверка решения: $\sin(x) = 0,5$						
8								

Рис. 10.8. Результат поиска решения на заданном интервале

Запускаем утилиту поиска решения и получаем корректный результат (рис. 10.8).

Понятно, что описанным способом можно найти практически любой корень данного тригонометрического уравнения, нужно только знать, в каком интервале значений этот корень находится. Основная часть примеров применения надстройки поиска решения приведена в *части VI*.

Пример 10.2. Настройки утилиты поиска решения

Помимо добавления ограничений на переменные, в окне **Параметры поиска решения** можно выполнить ряд других настроек. В первую очередь это опция **Сделать переменные без ограничений неотрицательными**. При установленном флажке переменные, на которые не наложены ограничения, считаются неотрицательными. В раскрывающемся списке **Выберите метод решения** можно задать метод поиска решения. Предлагаются такие три варианта: **Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ**, **Поиск решения линейных задач симплекс-методом** и **Эволюционный поиск решения**. Симплекс-метод используется для линейных задач. Нелинейные задачи, в зависимости от степени сложности, решаются методом ОПГ (обобщенный понижающий градиент) или эволюционным методом. Каждый из этих методов имеет параметры поиска решения, которые настраиваются в окне **Параметры** (рис. 10.9—10.11). Окно открывается после щелчка на одноименной кнопке в окне **Параметры поиска решения** (см. рис. 10.7).

Окно **Параметры** имеет три вкладки: **Все методы** (рис. 10.9), **Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ** (рис. 10.10) и **Эволюционный поиск решения** (рис. 10.11).

Настройки, выполняемые в окне **Параметры**, достаточно специфичны, и их эффективное использование подразумевает наличие специальных знаний в области соответствующих числовых алгоритмов. Тем не менее, на некоторые поля и опции окна **Параметры** стоит обратить внимание. Начнем со вкладки **Все методы** (см. рис. 10.9). В поле **Максимальное время** указывается временной предел, отпускаемый утилите на поиск подходящего решения (по умолчанию равно **100** секундам). Устанавливается также ограничение на максимальное число итераций. Оно указывается в поле **Число итераций** (по умолчанию **100**). Решение ищется с точностью, указанной в поле **Точность ограничения** (значение **0,000001**). Чем точнее ищется решение, тем больше времени на его поиск потребуется.

Поле **Целочисленная оптимальность** содержит значение для допустимого отклонения при поиске решения на множестве целых чисел. Для игнорирования целочисленных ограничений устанавливают флажок **Игнорировать целочисленные ограничения**.

В некоторых случаях приходится оперировать значениями, существенно отличающимися по порядку величины. При решении таких задач разумно использовать режим автоматического масштабирования значений. Для перехода в режим используют опцию **Использовать автоматическое масштабирование**.

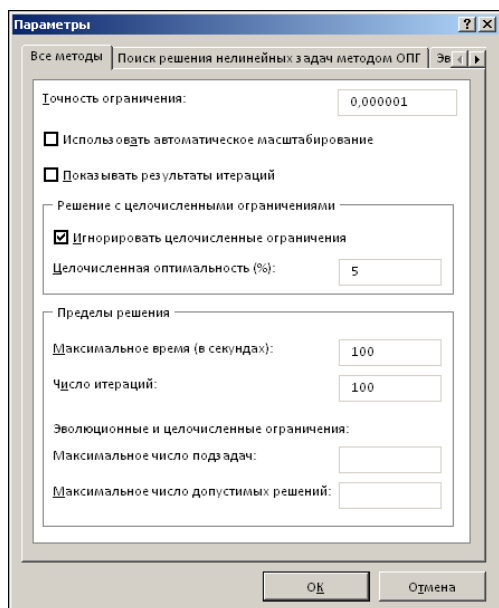


Рис. 10.9. Окно Параметры открыто на вкладке Все методы

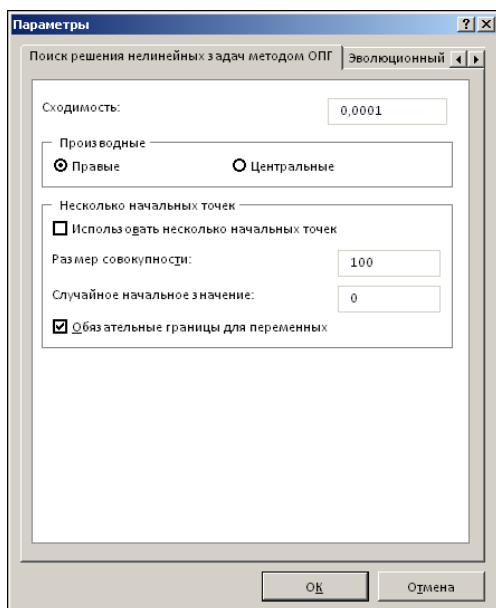


Рис. 10.10. Окно Параметры открыто на вкладке Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ

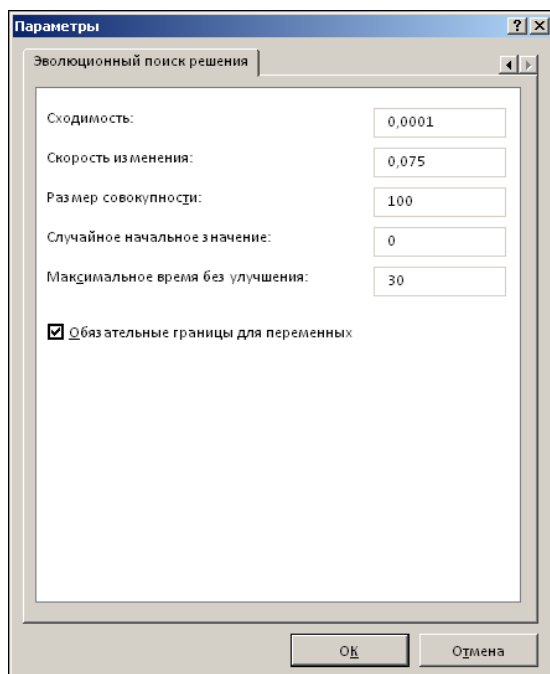


Рис. 10.11. Окно Параметры открыто на вкладке Эволюционный поиск решения

Иногда полезно проследить сам процесс поиска решения. Если установить флажок **Показывать результаты итераций**, в процессе вычислений будут последовательно выводиться в ячейке итерационные значения.

На двух других вкладках параметр в поле **Сходимость** служит для оценки сходимости итерационного процесса. Процесс вычислений заканчивается, если за пять итераций изменение значения ячейки не превышает указанное в поле.

Переключатель **Производные** на вкладке **Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ** имеет два положения: **Правые** и **Центральные**. В первом случае используется метод правых разностей при вычислении производных, а во втором — метод центральных разностей. Полезным, например, может оказаться режим поиска решения с использованием нескольких начальных точек, для чего устанавливаются флажок **Использовать несколько начальных точек**. В этом режиме шансов найти корректное решение намного больше. Однако еще раз повторимся, что перед внесением изменений в настройки по умолчанию утилиты поиска решения разумно сначала обратиться к специальной литературе по численным методам (если читатель не имеет нужных познаний в этой области). Полезную информацию можно найти и на сайте разработчика утилиты по адресу www.solver.com.

Пример 10.3. Генерация случайных чисел

Чтобы сгенерировать последовательность случайных чисел, используем надстройку **Анализ данных**. В окне надстройки следует выбрать пункт **Генерация случайных чисел** (рис. 10.12).

Откроется следующее окно с названием **Генерация случайных чисел**, представленное на рис. 10.13.

В поле **Число переменных** указывается количество генерируемых случайных векторов. Количество элементов в каждом случайном векторе указывается в поле **Число случайных чисел**.

Переключатель **Параметры вывода** определяет область вывода набора случайных чисел: **Выходной интервал** (с указанием адреса интервала вывода) для генерирования чисел в текущем листе, **Новый рабочий лист** (с указанием имени нового листа) для генерирования чисел в новом рабочем листе и **Новая рабочая книга** для создания списка случайных чисел в новой книге.

Вид центральной части окна настроек существенно зависит от того, какое распределение выбрано в раскрывающемся списке **Распределение**. Основные распределения и параметры, вводимые для них, перечислены в табл. 10.1.

Кроме перечисленных параметров, для большинства распределений активно поле **Случайное рассеивание**. Указанное в поле число служит для инициализации генератора случайных чисел. Это удобно, поскольку каждый раз будет генерироваться одна и та же случайная последовательность.

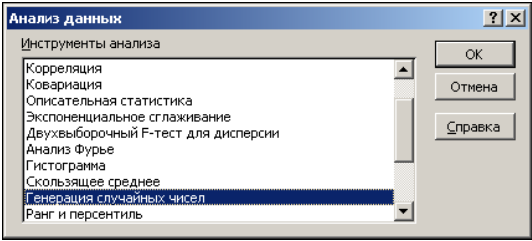


Рис. 10.12. Выбор команды генерации случайных чисел в окне надстройки **Анализ данных**

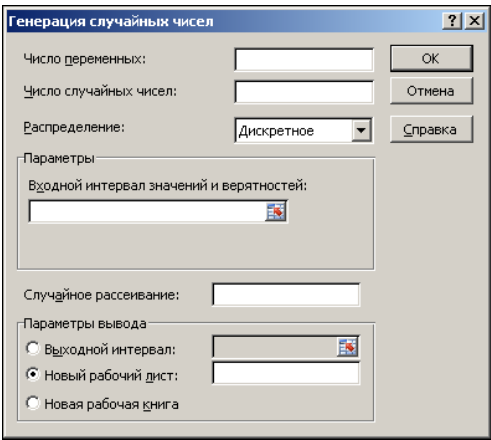


Рис. 10.13. Выбор параметров распределения случайных чисел

Таблица 10.1. Распределения и их параметры

Распределение	Описание
Равномерное	Случайная величина равномерно распределена на интервале, границы которого указываются в поле Между... и . При равномерном распределении величины на интервале (a,b) плотность распределения равна $f(x) = 1/(b-a)$ при $a < x < b$ и тождественно равна нулю в противном случае
Нормальное	Нормальное распределение. Плотность распределения $f(x) = \frac{\exp\left(-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{2\pi}\sigma}$. Параметры нормального распределения указываются в полях Среднее (среднее значение a) и Стандартное отклонение (значение стандартного отклонения σ)
Бернулли	Распределение Бернулли. Случайная величина принимает значение 1 с вероятностью p и 0 с вероятностью $q = 1-p$. Для распределения указывается вероятность p
Биномиальное	Биномиальное распределение. Случайное число равно количеству успехов в серии испытаний и подчиняется распределению $P_n(m) = C_n^m p^m (1-p)^{n-m}$, где n является числом испытаний в серии опытов, p есть вероятность успеха в одном опыте, m — число успехов в серии опытов. Для распределения задаются параметры p (поле Значение p) и n (поле Число испытаний)
Пуассона	Распределение Пуассона. Вероятность реализации случайной величины со значением m равна $P(m) = \frac{\lambda^m}{m!} \exp(-\lambda)$. Параметр распределения λ указывается в поле Лямбда

Таблица 10.1 (окончание)

Распределение	Описание
Модельное	Генерируется последовательность чисел. В поле От...до...с...шагом указываются границы чисел, шаг изменения, а также в двух нижеследующих полях указывается число повторений каждого числа и количество повторений всей последовательности
Дискретное	Генерирование чисел из определенного пользователем набора значений. В поле Входной интервал значений и вероятностей указывается диапазон ячеек, содержащий пары значений случайной величины и вероятности реализации этих значений

На рис. 10.14 показано диалоговое окно **Генерация случайных чисел** с настройками для генерирования **10** чисел, подчиняющихся биномиальному распределению. Результат генерирования случайных чисел представлен на рис. 10.15.

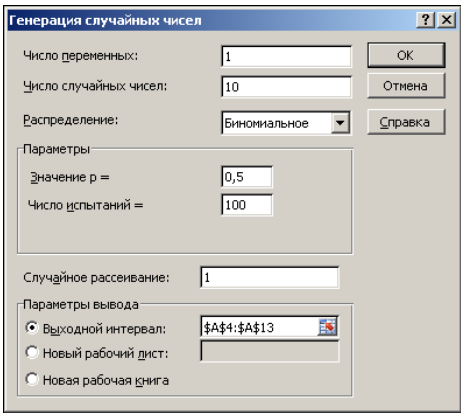


Рис. 10.14. Настройки для генерирования случайных чисел

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 10.3. Генерация случайных чисел					
2						
3	Биномиальное распределение с p=0,5 для серии из 100 опытов					
4		49				
5		50				
6		44				
7		48				
8		50				
9		51				
10		43				
11		51				
12		44				
13		52				
14						

Рис. 10.15. Случайные числа сгенерированы

Поскольку при генерировании чисел использовалась константа инициализации, данную последовательность можно воспроизвести в любом другом документе Excel (несмотря на то, что генерируются случайные числа).

Пример 10.4. Мастер суммирования

Надстройка **Мастер суммирования** полезна в тех случаях, когда необходимо вычислять условные суммы, т. е. суммировать значения в ячейках определенного диапазона с учетом ряда дополнительных факторов. Обычно надстройки **Мастер суммирования** и **Мастер подстановок** (описывается дальше) входят в комплект поставки Excel. Более того, можно воспользоваться надстройками из предыдущих

версий Excel. Для этого необходимо найти файл SUMIF.XLAM и подключить его как надстройку либо, например, поместить файл в каталог автоматической загрузки Excel. Это же замечание относится к надстройке **Мастер подстановок** (соответственно, файл LOOKUP.XLAM). После подключения надстройки ее пиктограмма располагается в разделе **Решения** вкладки **Формулы** ленты приложения (рис. 10.16).

Рассмотрим задачу вычисления фонда зарплаты рабочих, стаж работы которых в фирме составляет менее трех лет. Исходный документ показан на рис. 10.17.

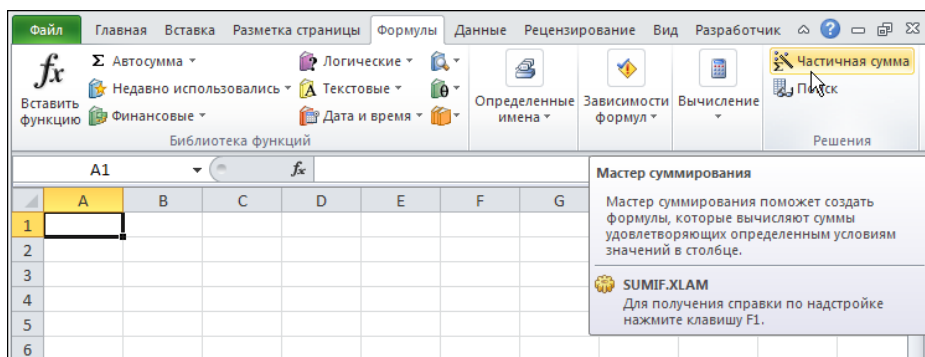


Рис. 10.16. Надстройка Мастер суммирования

	A	B	C	D
1	Пример 10.4. Мастер суммирования			
2				
3	Ф.И.О.	Стаж работы (годы)	Зарплата (руб.)	
4	Алексеев А.А.	1	25000	
5	Бобров Б.Б.	2	24000	
6	Васильев В.В.	3	29000	
7	Григорьев Г.Г.	4	31000	
8	Дмитриев Д.Д.	5	30000	
9	Ефимов Е.Е.	2	30500	
10	Иванов И.И.	7	32100	
11	Николаев Н.Н.	8	26700	
12	Петров П.П.	1	27800	
13	Сидоров С.С.	2	29800	
14	Зарплата новых сотрудников			
15				

Рис. 10.17. Исходный документ

Запускаем утилиту **Мастер суммирования** и в диалоговом окне утилиты указываем диапазон ячеек **A3:C13**, содержащий фактические данные (рис. 10.18).

На следующем шаге в раскрывающемся списке **Суммировать** определяется суммируемый показатель, а также условие, при выполнении которого значения следует прибавлять к сумме (рис. 10.19).

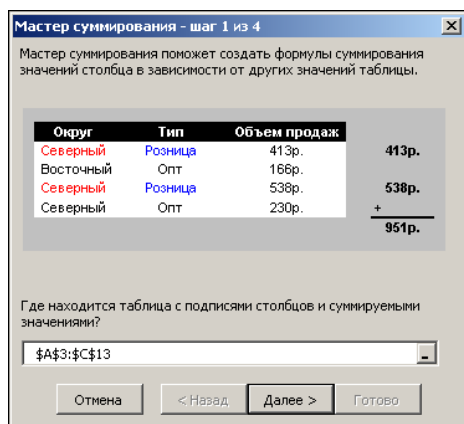


Рис. 10.18. Ввод диапазона ячеек с данными в поле окна утилиты **Мастер суммирования**

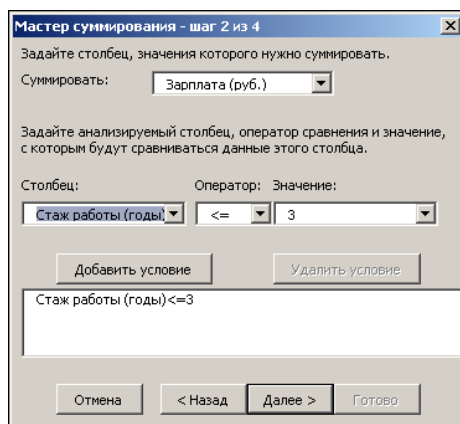


Рис. 10.19. Определение условия и суммируемого показателя в окне утилиты **Мастер суммирования**

В раскрывающемся списке **Столбец** выбирают метку столбца с проверяемыми значениями, в списке **Оператор** выбирают оператор сравнения, а в поле **Значение** — значение для сравнения. После этого следует щелкнуть по кнопке **Добавить условие**.

На рис. 10.20 показано окно утилиты **Мастер суммирования**, в котором выбран режим копирования конечной формулы для вычисления нужного значения в отдельную ячейку.

Адрес ячейки указывается в поле **Задайте ячейку** и нажмите кнопку "Готово" (рис. 10.21). В данном случае результат выводится в ячейку **C14**. Конечный вариант документа показан на рис. 10.22.

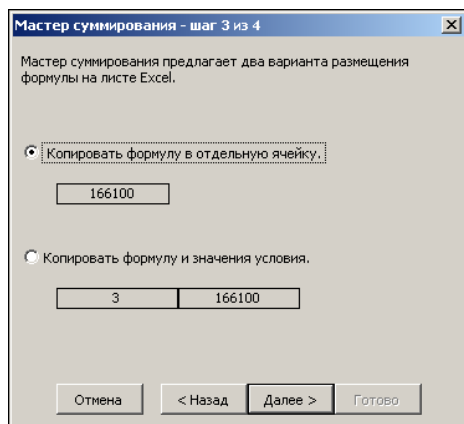


Рис. 10.20. Определение способа отображения конечного результата в окне утилиты **Мастер суммирования**

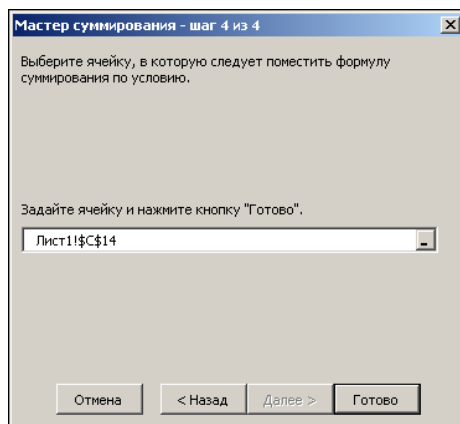


Рис. 10.21. Выбор ячейки для вывода результата

C14		{=СУММ(ЕСЛИ(\$B\$4:\$B\$13<=3;\$C\$4:\$C\$13;0))}				
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 10.4. Мастер суммирования					
2						
3	Ф.И.О.	Стаж работы (годы)	Зарплата (руб.)			
4	Алексеев А.А.	1	25000			
5	Бобров Б.Б.	2	24000			
6	Васильев В.В.	3	29000			
7	Григорьев Г.Г.	4	31000			
8	Дмитриев Д.Д.	5	30000			
9	Ефимов Е.Е.	2	30500			
10	Иванов И.И.	7	32100			
11	Николаев Н.Н.	8	26700			
12	Петров П.П.	1	27800			
13	Сидоров С.С.	2	29800			
14	Зарплата новых сотрудников		166100			
15						

Рис. 10.22. Документ с конечной формулой в ячейке

В ячейку C14 автоматически вставляется формула массива =СУММ(ЕСЛИ(\$B\$4:\$B\$13<=3;\$C\$4:\$C\$13;0)). Разумеется, эту формулу можно было бы ввести и без вызова утилиты **Мастер суммирования**.

Пример 10.5. Мастер подстановок

Полученный в предыдущем примере документ (см. рис. 10.22) используем для иллюстрации работы с еще одной надстройкой — утилитой поиска значений **Мастер подстановок**. Ее пиктограмма размещена там же, где и пиктограмма **Мастер суммирования** (**Частичная сумма**), — в разделе **Решения** вкладки **Формулы** (см. рис. 10.16). Утилита позволяет находить значение, расположенное на пересечении указанной строки и столбца таблицы.

После запуска утилиты **Мастер подстановок** на первом этапе указывается диапазон ячеек, содержащий искомое значение (рис. 10.23).

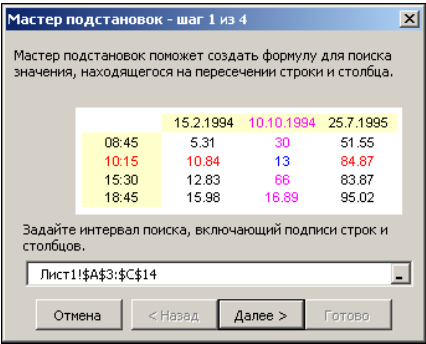


Рис. 10.23. Определение области с данными для поиска нужного значения

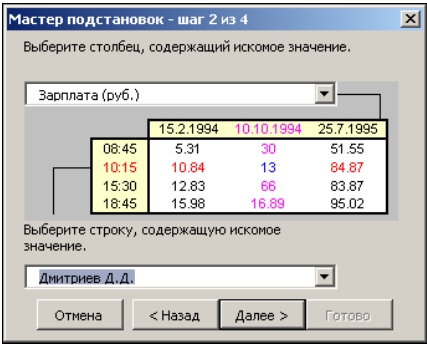


Рис. 10.24. Выбор названия строки и столбца, на пересечении которых находится искомое значение

В качестве базового указан диапазон ячеек **A3:C14**. После этого определяются названия столбца и строки таблицы, на пересечении которых находится искомое значение (рис. 10.24).

Как и в предыдущем примере, следует определиться со способом вывода результата. В данном случае отображаем не только искомое значение, но и параметры выбора (рис. 10.25).

Вводим адрес ячейки **B16** для отображения названия столбца данных, содержащего искомое значение (рис. 10.26).

Вводим адрес ячейки **A17** для отображения названия строки данных, содержащей искомое значение (рис. 10.27).

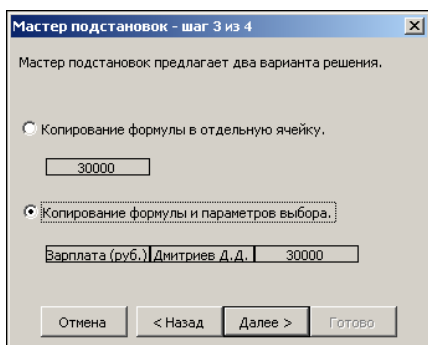


Рис. 10.25. Выбор способа отображения результата

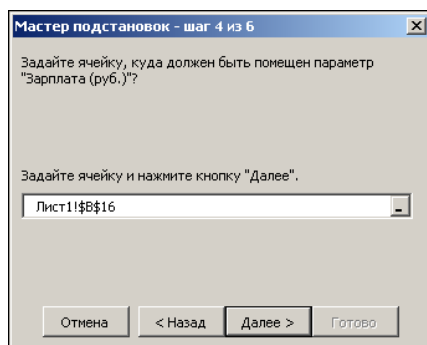


Рис. 10.26. Выбор ячейки для отображения названия столбца

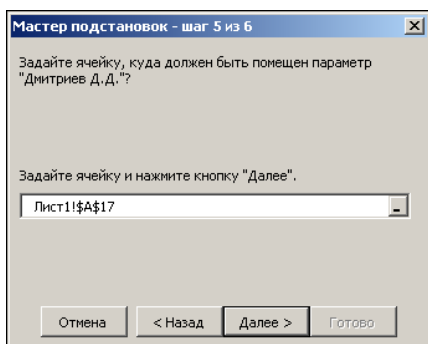


Рис. 10.27. Выбор ячейки для отображения названия строки

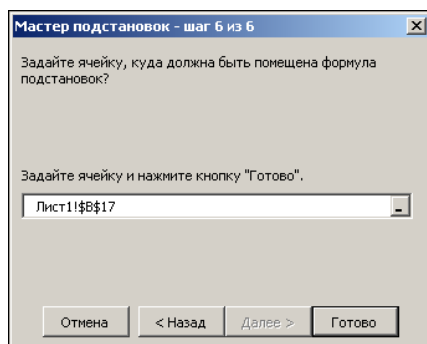


Рис. 10.28. Выбор ячейки для отображения результата

Вводим адрес ячейки **B17** для отображения искомого значения (рис. 10.28).

Документ в конечном виде показан на рис. 10.29.

В ячейку **B17** добавлена формула **=ИНДЕКС(\$A\$3:\$C\$14; ПОИСКПОЗ(A17; \$A\$3:\$A\$14); ПОИСКПОЗ(B16;\$A\$3:\$C\$3;))**. Благодаря этому, если теперь по-

менять, например, фамилию рабочего в ячейке **A17**, его зарплата будет выведена в ячейке **B17** (рис. 10.30).

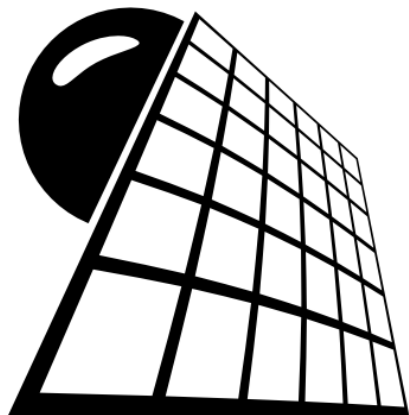
В данном случае это не очень актуально, поскольку исходная таблица небольшая. Однако при обработке большого объема данных продемонстрированный подход бывает достаточно продуктивным.

B17		=ИНДЕКС(\$A\$3:\$C\$14; ПОИСКПОЗ(A17;\$A\$3:\$A\$14;); ПОИСКПОЗ(B16;\$B\$3:\$C\$3;))							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Пример 10.5. Мастер подстановок								
2									
3	Ф.И.О.	Стаж работы (годы)	Зарплата (руб.)						
4	Алексеев А.А.	1	25000						
5	Бобров Б.Б.	2	24000						
6	Васильев В.В.	3	29000						
7	Григорьев Г.Г.	4	31000						
8	Дмитриев Д.Д.	5	30000						
9	Ефимов Е.Е.	2	30500						
10	Иванов И.И.	7	32100						
11	Николаев Н.Н.	8	26700						
12	Петров П.П.	1	27800						
13	Сидоров С.С.	2	29800						
14	Зарплата новых сотрудников		166100						
15									
16		Зарплата (руб.)							
17	Дмитриев Д.Д.	30000							
18									

Рис. 10.29. Документ в конечном виде

A17		Ефимов Е.Е.		
	A	B	C	D
1	Пример 10.5. Мастер подстановок			
2				
3	Ф.И.О.	Стаж работы (годы)	Зарплата (руб.)	
4	Алексеев А.А.	1	25000	
5	Бобров Б.Б.	2	24000	
6	Васильев В.В.	3	29000	
7	Григорьев Г.Г.	4	31000	
8	Дмитриев Д.Д.	5	30000	
9	Ефимов Е.Е.	2	30500	
10	Иванов И.И.	7	32100	
11	Николаев Н.Н.	8	26700	
12	Петров П.П.	1	27800	
13	Сидоров С.С.	2	29800	
14	Зарплата новых сотрудников		166100	
15				
16		Зарплата (руб.)		
17	Ефимов Е.Е.	30500		
18				

Рис. 10.30. При изменении названия строки автоматически меняется результат



ЧАСТЬ III

Форматы



Глава 11

Числовые форматы

Не меньшее значение, чем данные в ячейках таблицы и методы их обработки, имеет способ представления этих данных. Грамотно структурированная таблица не только выглядит красиво, но и представленные в ней данные воспринимаются быстро и легко. Примеры, приведенные в этой главе, иллюстрируют возможности Excel в плане форматирования числовых данных на уровне ячеек. Немалое значение при этом имеет тип данных в ячейке.

Пример 11.1. Форматирование числовых данных

Числовые данные в таблицах Excel могут форматироваться разными способами в зависимости от задач, решаемых пользователем. По умолчанию при вводе числа в рабочий документ к нему применяется общий формат: выравнивание данных по правому краю ячейки, тип и размер шрифта определяется общими настройками системы. Проследим, как способ отображения данных меняется при изменении формата ячейки. На рис. 11.1 показан исходный документ, в ячейку **A1** которого введено число **12,34**.

	A1				
	A	B	C	D	E
1	12,34				
2					

Рис. 11.1. В ячейку введено число

Если при выделенной ячейке с числом открыть диалоговое окно **Формат ячеек** на вкладке **Число** (открыть окно можно, щелкнув правой кнопкой мыши на ячейке и выбрав команду **Формат ячеек** или воспользовавшись меткой в правом верхнем углу группы **Число** вкладки **Главная** ленты). Диалоговое окно показано на рис. 11.2.

В разделе **Числовые форматы** представлен список из тех встроенных форматов, которые могут применяться к данным в ячейках. По умолчанию и к текстовым, и числовым данным применяется, как отмечалось, формат **Общий** (об этом свидетельствует сообщение в центре вкладки). В разделе **Образец** приведен пример

отображения данных при выбранном формате. Это удобно при настройке форматов. В частности, если в разделе **Числовые форматы** выбрать формат **Числовой**, вкладка несколько изменит вид (рис. 11.3).

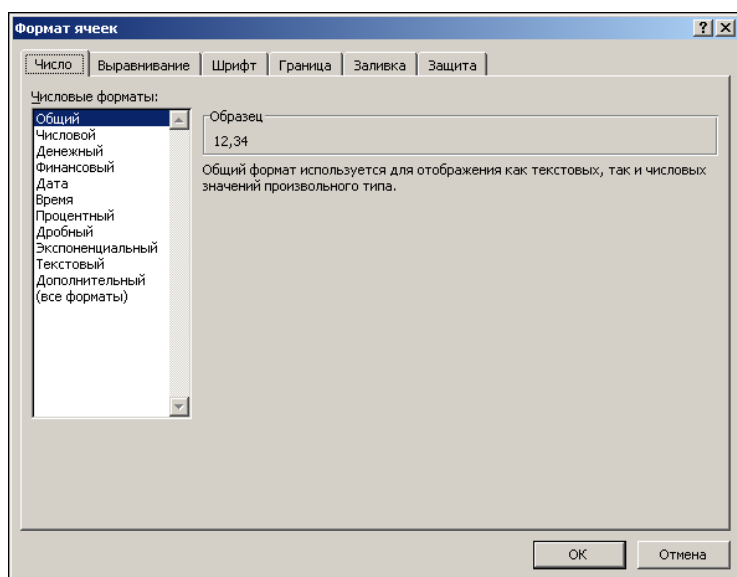


Рис. 11.2. Диалоговое окно **Формат ячеек**, открытое на вкладке **Число**

Вкладка содержит несколько управляющих элементов, с помощью которых выполняется настройка формата. В поле **Число десятичных знаков** указывается количество цифр, отображаемых после десятичной запятой (речь идет именно об отображаемых знаках, на само числовое значение эти настройки не влияют). Флажок **Разделитель групп разрядов** устанавливается для того, чтобы при отображении больших чисел тысячи, миллионы и т. п. выделялись позиционно с помощью символа разделения разряда (обычно используются системные настройки). Этот символ указывается в скобках после названия опции (для русскоязычной версии приложения это пробел, поэтому внешне кажется, что в скобках ничего не указано). Кроме этого, можно задать способ отображения отрицательных чисел. В списке **Отрицательные числа** четыре элемента, позволяющие наглядно представить, как могут отображаться числа меньше нуля (элементы списка также зависят от системных настроек). Обычно речь идет о выделении отрицательных чисел цветом (или заключении в скобки). На рис. 11.4 в соответствии с выполненными настройками данные в числовом формате будут отображаться с четырьмя цифрами после десятичной запятой, с использованием разделителя групп разрядов (пробел), а отрицательные числа будут выделены красным цветом.

Результат применения такого формата к различным числам в документе показан на рис. 11.5.

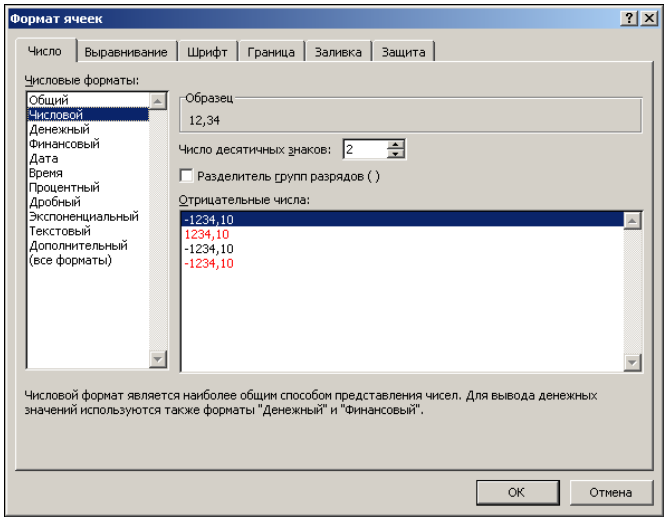


Рис. 11.3. Настройка числового формата данных

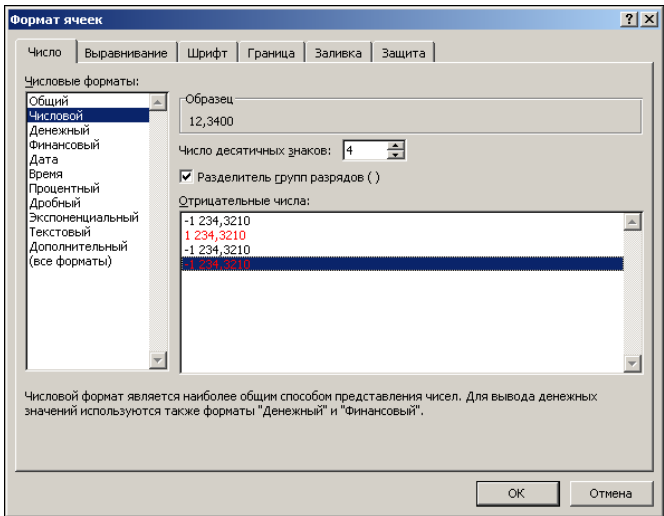


Рис. 11.4. Настройки числового формата

	B8		fх	-123456789
	A	B	C	D
1	Пример 11.1. Форматирование числовых данных			
2	Числовой формат	Общий формат		
3	12,3400	12,34		
4	2,1235	2,123456		
5	1 234 567,0000	1234567		
6	-4,0000	-4		
7	-12,5300	-12,53		
8	-123 456 789,0000	-123456789		
9				

Рис. 11.5. Одни и те же данные в числовом и общем форматах

Диапазон ячеек **A3:B8** содержит числовые данные, причем в ячейках **A3:A8** и **B3:B8** одни и те же данные, только к ним применен разный формат. К ячейкам **A3:A8** применялся числовой формат с описанными выше настройками, а данные в ячейках **B3:B8** имеют общий формат. Хочется обратить внимание, что если у числа после десятичной запятой знаков больше, чем указано в настройках формата, то отображаются они не все. Отображаемое значение округляется. Однако это именно *отображаемое* значение, т. е. то, которое видит пользователь. *Реальное* значение ячейки не меняется (его можно увидеть в строке формул при выделении соответствующей ячейки), и именно реальное значение используется в вычислениях. Разницу между отображаемым и реальным значениями можно увидеть, в частности, в ячейках **A4** и **B4** (см. рис. 11.5).

Пример 11.2. Применение экспоненциального формата

Общий или числовой формат становятся практически бесполезными, если нужно работать с очень большими или очень маленькими числами. В этих случаях используют экспоненциальный формат (его еще иногда называют научным форматом). Диалоговое окно **Формат ячеек**, открытое на вкладке **Число** с выделенным значением **Экспоненциальный** в списке **Числовые форматы**, показано на рис. 11.6.

В экспоненциальном формате числа представляются в следующем виде: число (мантисса), символ **E**, число (показатель степени). Соответствующее число равно произведению мантиссы на десять в степени, определяемой числом после символа **E**. Например, запись **1,3E+02** означает число **130**, а запись **1,45E-01** является реализацией числа **0,145**.

Среди настроек формата всего одна позиция. Это число десятичных знаков в мантиссе числа. Как и ранее, речь идет об отображаемых значениях. На точность вычислений эти настройки не влияют. Однако даже более важной, чем способ отображения, является возможность вводить числа в ячейки в экспоненциальном формате. Причем нет необходимости предварительно применять к ячейкам экспоненциальный формат. Другими словами, в ячейку общего формата можно ввести, скажем, выражение **1,235E-02**, и это выражение будет интерпретироваться как число **0,01235** (рис. 11.7).

Причем в случае необходимости Excel автоматически распознает экспоненциальный формат и преобразует к приемлемому виду отображаемое значение. Например, если в ячейку ввести выражение **12345E12** (соответствует числу **12 345 000 000 000 000**), то после нажатия клавиши <Enter> отображаемое значение преобразуется к виду, соответствующему настройкам экспоненциального формата (рис. 11.8).

Это очень важная особенность Excel, поскольку она позволяет вводить числа не только в удобном формате, но еще и не обращать особого внимания на точное соответствие настройкам формата при вводе значений (главное, чтобы синтаксис был корректным).

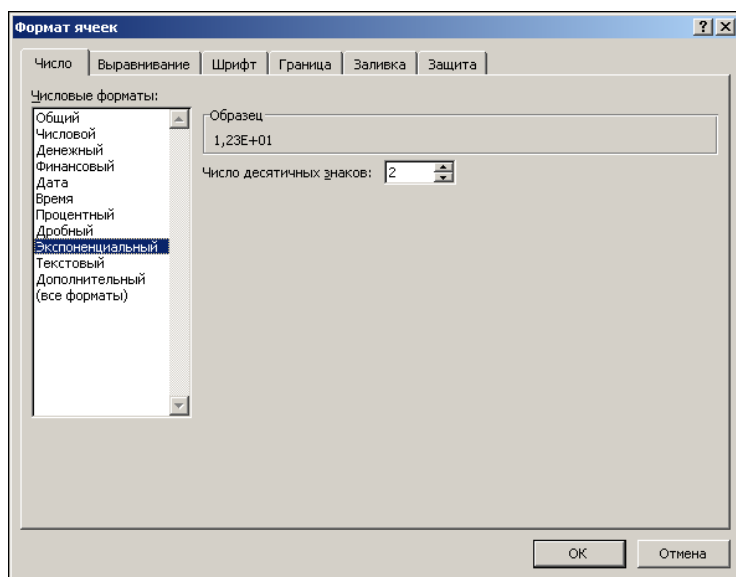


Рис. 11.6. Применение экспоненциального формата

	A1				
	A	B	C	D	E
1	1,24E-02				
2					
3					

Рис. 11.7. Ввод числа в экспоненциальном формате

	A1					
	A	B	C	D	E	F
1	1,23E+16					
2						
3						

Рис. 11.8. Преобразование числа при вводе его в экспоненциальном формате

Пример 11.3. Применение дробного формата

В дробном формате числовые значения в ячейках Excel представляются в виде дробей. Чтобы применить к ячейке дробный формат, следует на вкладке **Число** диалогового окна **Формат ячеек** в списке **Числовые форматы** выбрать категорию **Дробный** (рис. 11.9).

В правой части окна содержится список **Тип**, в котором устанавливается способ отображения данных в дробном формате. Дробь может отображаться как одним числом в числителе и знаменателе, так и двумя и тремя числами. Кроме того, дроби могут округляться до половинных, четвертных, восьмеричных и шестнадцатеричных долей. На рис. 11.10 показан пример форматирования числа **1,234** различными дробными форматами.

При применении формата отображаемое значение округляется до ближайшего, соответствующего шаблону формата. Но следует помнить, что речь идет об отобра-

жении значений ячеек в определенном (в данном случае дробном) формате. Реальные, используемые в вычислениях значения, остаются неизменными независимо от применяемого формата.

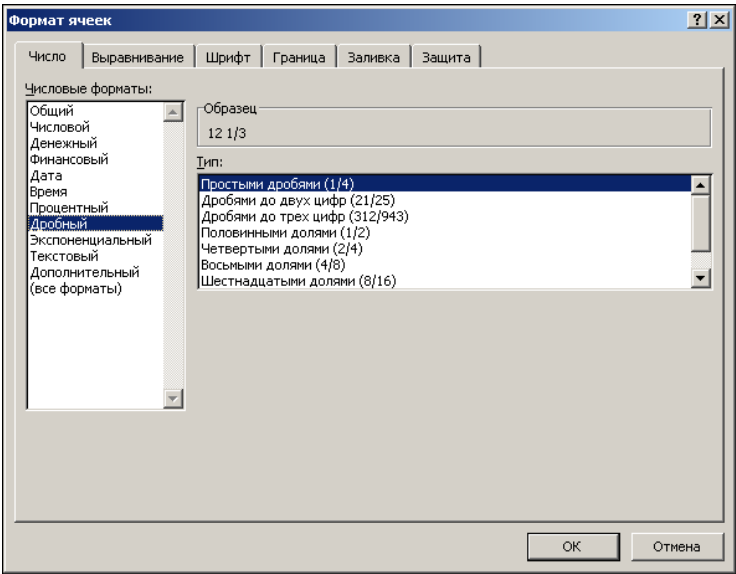


Рис. 11.9. Применение дробного формата

	A	B	C
1	Пример 11.3. Применение дробного формата		
2			
3	Число	Формат	
4	1,234	Общий	
5	1 1/4	Простыми дробями (1/4)	
6	1 11/47	Дробями до двух цифр (21/25)	
7	1 117/500	Дробями до трех цифр (312/943)	
8	1	Половинными долями (1/2)	
9	1 1/4	Четвертными долями (2/4)	
10	1 2/8	Восьмыми долями (4/8)	
11	1 4/16	Шестнадцатыми долями (8/16)	
12	1 2/10	Десятыми долями (3/10)	
13	1 23/100	Сотыми долями (30/100)	
14			

Рис. 11.10. Применение различных дробных форматов

Числовые значения могут вводиться в ячейки как дроби. В этом случае они автоматически вычисляются и преобразуются к нужному формату. Однако если формат ячеек не дробный, может возникнуть ситуация, когда вводимая (без знака равенства) дробь интерпретируется как дата и автоматически преобразуется к соответствующему формату. Чтобы этого не происходило, можно ввести нулевую целую часть, т. е. вводить, например, дробь 1/2 как 0 1/2.

Пример 11.4. Использование денежного и финансового форматов

Денежный формат во многом напоминает числовой, однако кроме непосредственно числового значения в ячейке отображается и символ денежной единицы. Символ денежной единицы выбирается в списке **Обозначение** диалогового окна **Формат ячеек**, открытого на вкладке **Число** при выбранной категории **Денежный** в списке **Числовые форматы** (рис. 11.11).

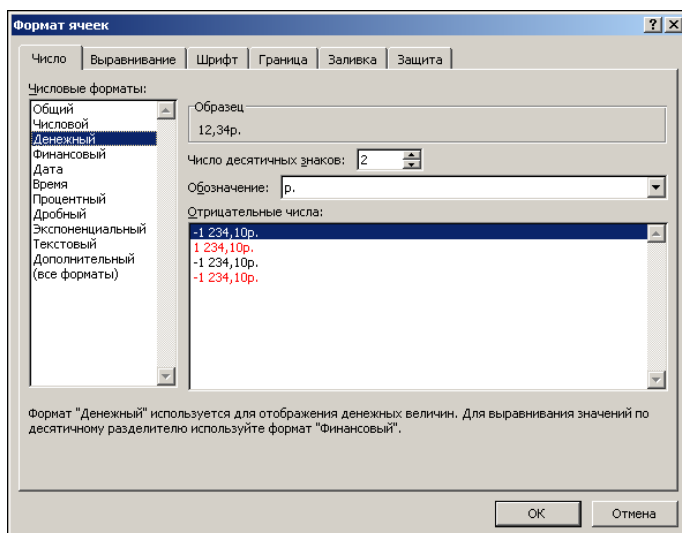


Рис. 11.11. Применение денежного формата

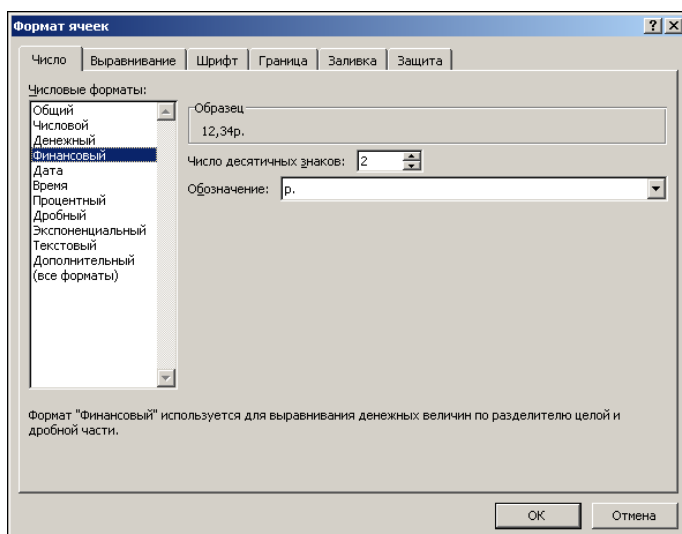


Рис. 11.12. Применение финансового формата

В финансовом формате также можно выбирать тип денежной единицы, однако некоторые настройки в нем, по сравнению с денежным форматом, недоступны (рис. 11.12).

Эти форматы исключительно удобны при работе с финансово-экономической документацией.

Пример 11.5. Процентный формат

Для применения процентного формата выбираем категорию **Процентный** (рис. 11.13).

К числу добавляется символ процента, и если при применении формата в ячейке есть числовое значение, оно умножается на 100. Например, после применения процентного формата к числу **12,34** получаем отображаемое значение **1234,00%** (см. рис. 11.13). При вводе значений в ячейки с примененным процентным форматом значение в **1%** равно (при вычислениях) значению **0,01**.

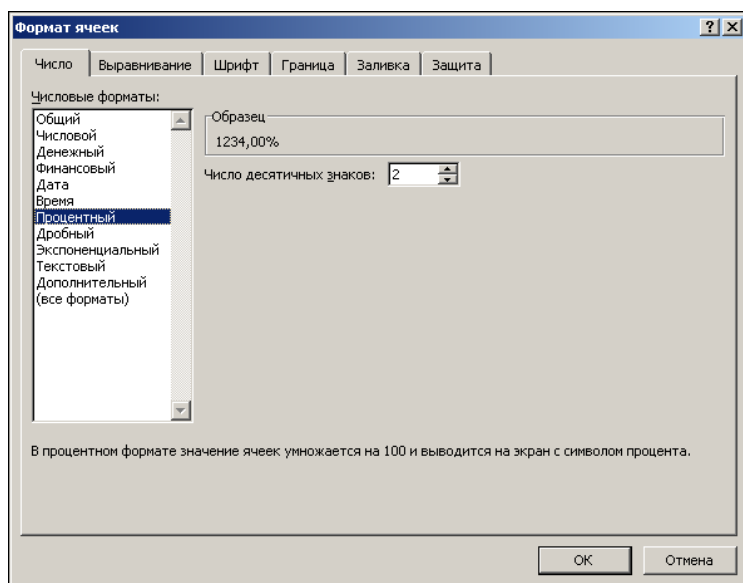


Рис. 11.13. Применение процентного формата

Пример 11.6. Формат времени и даты

При применении формата даты/времени введенное в ячейку (или ячейки) числовое значение интерпретируется соответственно как дата или время. На рис. 11.14 показано диалоговое окно **Формат ячеек**, на вкладке **Число** которого в списке **Числовые форматы** выбрана категория **Дата**.

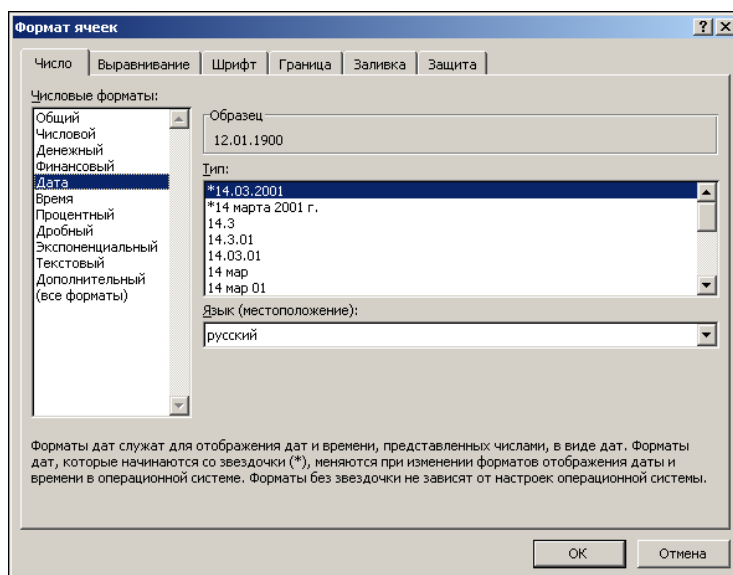


Рис. 11.14. Применение формата даты

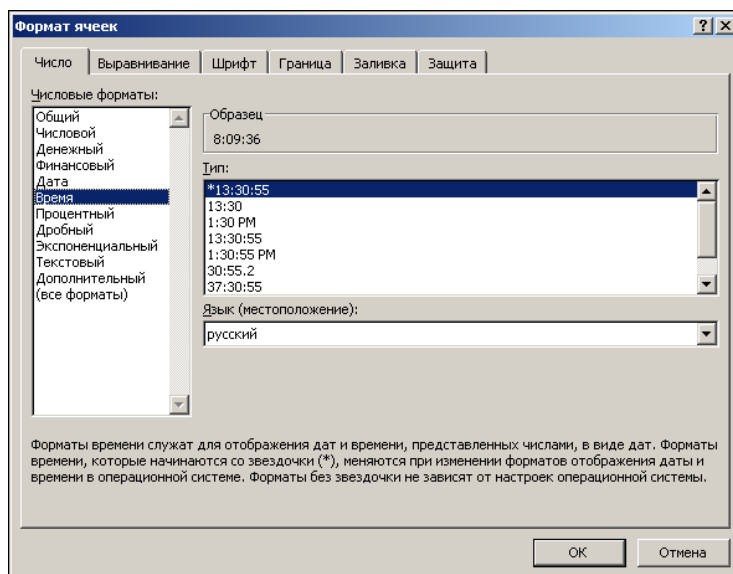


Рис. 11.15. Применение формата времени

Если выбрана категория **Время**, диалоговое окно **Формат ячеек** будет иметь вид, как на рис. 11.15.

В обоих случаях окно содержит раскрывающийся список **Язык (местоположение)**, в котором выбирается язык для использования в шаблоне формата, а также список **Тип**. Этот список содержит шаблоны вывода даты и времени соответственно.

Преобразование числа в дату (время) осуществляется в соответствии со следующими правилами. Во-первых, целая часть числа означает количество дней, начиная от 1 января 1900 года (настройки системы можно изменить, установив в качестве начальной дату 2 января 1904 года). Таким образом, значение 1 соответствует 1 января 1900 года, значение 2 соответствует 2 января 1900 года и т. д. Во-вторых, дробная часть числа определяет время: это часть дня, прошедшая с полуночи. Применение этих правил иллюстрирует рис. 11.16, на котором представлены результаты преобразования различных числовых значений в формат даты и времени.

	A	B	C	D
1	Пример 11.6. Формат времени и даты			
2				
3	Число	Дата	Время	
4	1	01 января 1900 г.	0:00:00	
5	12345	18 октября 1933 г.	0:00:00	
6	15678,5	03 декабря 1942 г.	12:00:00	
7	21000,75	29 июня 1957 г.	18:00:00	
8	32100,25	19 ноября 1987 г.	6:00:00	
9	34567,12	21 августа 1994 г.	2:52:48	
10	38605,2	10 сентября 2005 г.	4:48:00	
11	38605,35	10 сентября 2005 г.	8:24:00	
12	38605,355	10 сентября 2005 г.	8:31:12	
13	38605,3555	10 сентября 2005 г.	8:31:55	
14				

Рис. 11.16. Результат применения форматов даты и времени

Таким образом, чтобы задать только дату, достаточно задать целое число, а время определяется действительными числами, не превышающими единицы.

Глава 12



Форматы пользователя

Глава посвящена вопросам создания собственных форматов пользователя. Сразу отметим, что такие форматы могут создаваться с помощью диалогового окна **Формат ячеек** на вкладке **Число** через систему специальных кодовых символов. Назначение символов, равно как и методы их использования, описывается далее на конкретных примерах.

Пример 12.1. Простой числовой формат

Как отмечалось ранее, для создания нового формата следует выделить ячейки, к которым этот формат будет применяться, и открыть окно **Формат ячеек** (сделать это можно, например, через контекстное меню). На вкладке **Число** этого окна в разделе **Числовые форматы** выбрано значение (**все форматы**) (рис. 12.1).

Это довольно специфическая позиция раздела, поскольку именно через нее можно не только редактировать существующие форматы, но и создавать принципиально новые. Среди списка шаблонов форматов (список под полем **Тип**) можно видеть и те кодовые символы (нули, вопросительные знаки, символы диеза и пр.), на языке которых строятся шаблоны форматов пользователя. Наиболее простые шаблоны представлены в начале списка. В качестве иллюстрации рассмотрим шаблон **0,00**. В этом шаблоне использован только один кодовый символ — ноль **0** (запятая не в счет, поскольку ее роль в данном случае непротивительна — это роль десятичной запятой, отделяющей целую часть числа от дробной). Символ **0** (ноль) в шаблоне формата обозначает обязательное наличие цифры. Другими словами, шаблон **0,00** означает, что в соответствующем формате число будет отображаться как минимум одной цифрой в действительной части и как минимум двумя цифрами в десятичной. Если цифр в числе не хватает, вместо них используются нули. Для формата с шаблоном **0,00** эта ситуация не очень актуальна, но вот шаблон **00,000** себя проявляет достаточно ярко. Чтобы задействовать этот шаблон, в поле **Тип** вводим шаблон **00,000** (рис. 12.2) и применяем щелчок кнопки **ОК**.

Число **1**, например, в этом случае будет отображаться несколько необычно (рис. 12.3).

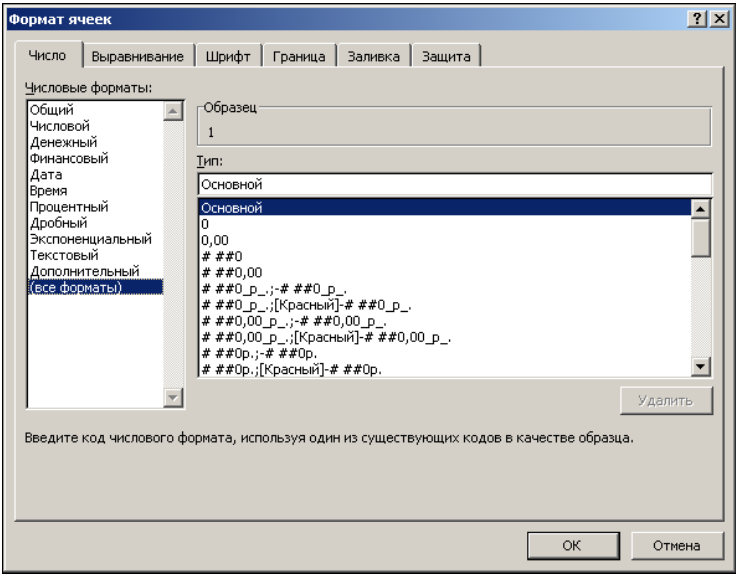


Рис. 12.1. В окне **Формат ячеек** на вкладке **Число** в разделе **Числовые форматы** выбрано значение **(все форматы)**

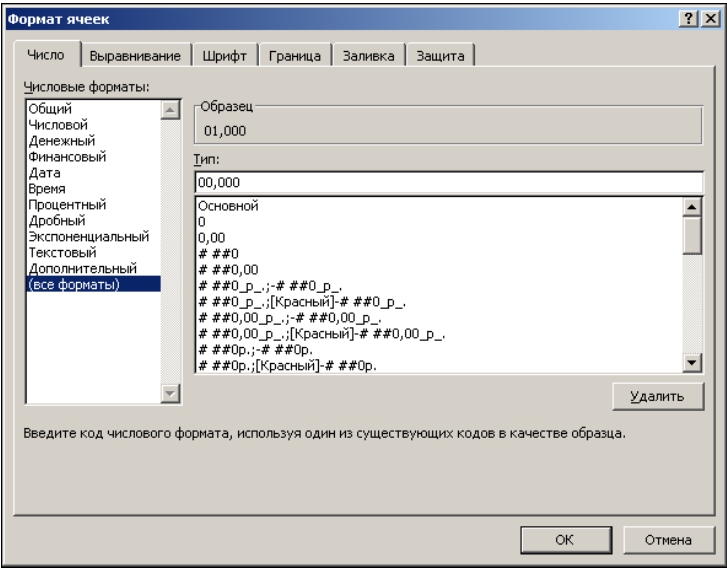


Рис. 12.2. Создание формата с шаблоном 00,000

	A1		fx	1	
	A	B	C	D	E
1	01,000				
2					
3					

Рис. 12.3. Отображение числа 1 в формате с шаблоном 00,000

Помимо символа **0**, в качестве обозначения символа (цифры) в структурном представлении числа могут использоваться **#** (диез) и **?** (знак вопроса). В отличие от **0**, эти символы обозначают необязательные цифры в записи числа. Разница между символами **#** и **?** состоит в том, что при использовании символа **#** под незначащие нули место в представлении числа не выделяется, а при использовании символа **?** — выделяется. Другими словами, если в шаблоне формата использован символ **?** и в отображаемом в данном формате числе на соответствующей позиции символа нет, то место в ячейке под этот символ все равно предусмотрено. Рассмотрим некоторые шаблоны форматов, в которых используются символы **0**, **#** и **?**.

В формате с шаблоном **#,00** целая часть числа (если она ненулевая) отображается так, как и обычно. Однако если целая часть нулевая, она не отображается совсем. Дробная часть состоит как минимум из двух цифр. На рис. 12.4 показано, как в этом формате отображаются некоторые числа. Для удобства вначале эти же числа приведены в обычном формате.

	B8		fx	0
	A	B	C	
1	Пример 12.1. Простой числовой формат			
2				
3	Общий формат	Формат с шаблоном #,00		
4	1	1,00		
5	0,1	,10		
6	12,3	12,30		
7	12,347	12,35		
8	0	,00		
9	-12,3	-12,30		
10	-1	-1,00		
11				

Рис. 12.4. Отображение чисел в формате с шаблоном **#,00**

Хочется обратить внимание на то, как в этом формате отображаются числа с нулевой целой частью и непосредственно число ноль.

Интересный формат может быть создан посредством шаблона **#,##**. Его особенность, по сравнению с предыдущим, состоит в том, что после запятой незначащие нули не отображаются. Как следствие — число ноль отображается в виде запятой (рис. 12.5).

Для сравнения те же числа представлены и в формате с шаблоном **#,.**. Разница заключается в том, что для шаблона **#,##** округление осуществляется до двух цифр после десятичной запятой, а для шаблона **#,.** — только до одной цифры после запятой.

Сравнение шаблонов **#,##** и **?,??** проведено в документе на рис. 12.6.

Видим, что числа отображаются одинаково, с той лишь разницей, что для шаблона **?,??** под незначащие нули отводится место.

C7		fx 12,347	
	A	B	C
1	Пример 12.1. Простой числовой формат		
2			
3	Общий формат	Формат с шаблоном #,##	Формат с шаблоном #,##
4	1	1,	1,
5	0,1	,1	,1
6	12,3	12,3	12,3
7	12,347	12,35	12,3
8	0	,	,
9	-12,3	-12,3	-12,3
10	-1	-1,	-1,
11			

Рис. 12.5. Отображение чисел в формате с шаблоном #,## и #,##

C8		fx 0	
	A	B	C
1	Пример 12.1. Простой числовой формат		
2			
3	Общий формат	Формат с шаблоном #,##	Формат с шаблоном ?,??
4	1	1,	1,
5	0,1	,1	,1
6	12,3	12,3	12,3
7	12,347	12,35	12,35
8	0	,	,
9	-12,3	-12,3	-12,3
10	-1	-1,	-1,
11			

Рис. 12.6. Сравнение шаблонов #,## и ?,??

Пример 12.2. Научный формат пользователя

В предыдущей главе обсуждался экспоненциальный формат, в котором числа отображаются в виде мантиссы и показателя степени (мантисса и показатель степени разделяются символом **E**). При необходимости в шаблон этого формата можно вносить изменения (точнее, создавать новые шаблоны форматов). По умолчанию используется шаблон формата **0,00E+00**. В соответствии с этим шаблоном в мантиссе (код **0,00**) обязательно отображается как минимум одна цифра до десятичной запятой и две после, а в показателе степени (код **+00**) — не меньше двух цифр. Поскольку после литеры **E** в шаблоне формата указан знак **+**, при положительном показателе степени соответствующее значение отображается со знаком **+**. Если знак **+** из шаблона убрать и заменить его знаком **-** (т. е. использовать шаблон **0,00E-00**), то положительные показатели степени будут отображаться без знака (а отрицательные — со знаком "минус"). Результат применения такого формата показан на рис. 12.7.

Для сравнения эти же значения представлены в общем и экспоненциальном форматах.

	A	B	C
1	Пример 12.2. Научный формат пользователя		
2			
3	Общий формат	Экспоненциальный формат (шаблон 0,00E+00)	Формат с шаблоном 0,00E-00
4	12345	1,23E+04	1,23E04
5	0,12345	1,23E-01	1,23E-01
6	0,0001	1,00E-04	1,00E-04
7	-0,0001	-1,00E-04	-1,00E-04
8	1000000	1,00E+06	1,00E06
9	0	0,00E+00	0,00E00
10			

Рис. 12.7. Отображение чисел в формате с шаблоном 0,00E-00

Шаблоны мантиссы и показателя степени также могут изменяться в соответствии с правилами, описанными в предыдущем примере. Например, в формате с шаблоном **00,000E+000** мантисса отображается как минимум с двумя цифрами в целой части и тремя в десятичной, а показатель степени представлен не менее чем тремя цифрами. В шаблоне **0,####E+??** в мантиссе в целой части отображается минимум одна цифра, а в дробной — не более четырех. В показателе степени отводятся две позиции под незначащие нули (рис. 12.8).

	A	B	C	D
13	Общий формат	Экспоненциальный формат (шаблон 00,000E+000)	Формат с шаблоном 0,####E+??	Формат с шаблоном 0,????E+00
14	1234	12,340E+002	1,234E+ 3	1,234 E+03
15	0,12345678	12,346E-002	1,2346E- 1	1,2346E-01
16	0,00321	32,100E-004	3,21E- 3	3,21 E-03
17	-0,00321	-32,100E-004	-3,21E- 3	-3,21 E-03
18	1000000	01,000E+006	1,E+ 6	1, E+06
19	0	00,000E+000	0,E+ 0	0, E+00
20				

Рис. 12.8. Отображение чисел в форматах с разными экспоненциальными шаблонами

При использовании формата с шаблоном **0,????E+00** под незначащие нули отводятся позиции в дробной части мантиссы. Результат применения этого формата также показан на рис. 12.8.

Пример 12.3. Дробный формат пользователя

При создании шаблона дробного формата в качестве символа разделителя дроби используется косая черта /. Слева от разделителя указывается шаблон числителя, а справа — для знаменателя. Перед шаблоном дробной части через заключенный в двойные кавычки пробел указывается шаблон целой части дроби. Обычно используются форматы вида **# ??/??** или **# ???/???** (чем больше цифр отображается в числителе и знаменателе, тем точнее отображаемое значение к реальному).

На рис. 12.9 приведен пример использования шаблонов форматов #/???, #" "??/?? и #" "??/????

	A	B	C	D	E
1	Пример 12.3. Дробный формат пользователя				
2					
3	Общий формат	Дробный формат: шаблон (30/100)	Формат с шаблоном #/???	Формат с шаблоном #" "??/??	Формат с шаблоном #" "??/????
4	1	1	1/1	1	1
5	1,5	1 50/100	3/2	1 1/2	1 1/2
6	1,25	1 25/100	5/4	1 1/4	1 1/4
7	1,125	1 13/100	9/8	1 1/8	1 1/8
8	12,345	12 35/100	2469/200	12 10/29	12 69/200
9	12,3456	12 35/100	7716/625	12 28/81	12 216/625
10	0	0	0/1	0	0
11					

Рис. 12.9. Применение дробных форматов пользователя

В шаблоне #/??? дробное значение отображается в неприведенном виде, без выделения целой части, с не более чем тремя цифрами в знаменателе. Поэтому даже число 0 отображается в виде дроби с нулевым числителем.

Пример 12.4. Вставка символов и текста

В предыдущем примере шаблон целой части от дробной части отделялся заключенным в двойные кавычки пробелом. В принципе, в шаблоне формата можно использовать и другие текстовые фрагменты — достаточно заключить фрагмент в двойные кавычки. Этот фрагмент будет использоваться при отображении значения ячейки в данном формате.

Если вставляется всего один символ, то для его ввода можно использовать символ обратной косой черты \. После косой черты указывается символ для вставки в шаблон формата. Например, в соответствии с шаблоном формата "Число: "0,00 перед числовыми значениями в ячейках будет отображаться слово Число, что подтверждает и рис. 12.10.

	A	B	C
1	Пример 12.4. Вставка символов и текста		
2			
3	Общий формат	Формат с шаблоном "Число: "0,00	
4	0	Число: 0,00	
5	1	Число: 1,00	
6	123	Число: 123,00	
7	1,23	Число: 1,23	
8	1,235	Число: 1,24	
9			

Рис. 12.10. Применение формата с шаблоном "Число: "0,00

	A	B	C
11	Общий формат	Формат с шаблоном \R "???,???"	
12	0	R	,
13	1	R	1,
14	123	R	123,
15	1,23	R	1,23
16	1,235	R	1,235
17			

Рис. 12.11. Результат применения формата \R "???,???"

Непосредственно числовое значение подчиняется критериям шаблона **0,00**. Если воспользоваться шаблоном **\R ???? ,????**, результат будет таким, как на рис. 12.11.

В соответствии с этим форматом отображение числа начинается с символа **R**, под цифры целой и дробной части отводится по четыре позиции. Отметим, что в использованном формате нулевое значение отображается в виде литеры **R** и запятой, размещенной на некотором отдалении (см. рис. 12.11).

Пример 12.5. Особые форматы

Существует ряд специальных управляющих символов, которые позволяют создавать довольно необычные виды форматов. Так, в некоторых случаях в шаблоне формата необходимо использовать текстовое значение ячейки. В качестве инструкции вставки в шаблон значения ячейки используют символ @. Символ * в шаблоне формата является инструкцией повторения символа, указанного вслед за символом * вплоть до заполнения ячейки. Полезным также является символ подчеркивания _, с помощью которого в формате добавляется пробел, ширина которого определяется шириной символа, стоящего после символа подчеркивания.

В формате с шаблоном @\:@ фактическое текстовое значение отображается в ячейке дважды, разделяемое двоеточием. Пример использования этого формата показан на рис. 12.12.

Если воспользоваться форматом **0,00_m*n**, то числовые значения будут отображаться в шаблоне **0,00** с последующим пробелом шириной литеры **m**, а все пространство до конца области ячейки заполняется повторением символа **n**. На рис. 12.13 показан результат применения этого формата.

	A	B
1	Пример 12.5. Особые форматы	
2		
3	Текст	Формат с шаблоном @\:@
4	a	a:a
5	текст	текст:текст
6	текстовая строка	текстовая строка:текстовая строка
7		

Рис. 12.12. Применение формата @\:@

	A	B
9	Общий формат	Формат с шаблоном 0,00_m*n
10	1	1,00 oooooooooooooooooooooooooooooo
11	12,34	12,34 oooooooooooooooooooooooooooooo
12	0,001	0,00 oooooooooooooooooooooooooooooo
13	0,12345	0,12 oooooooooooooooooooooooooooooo
14	0	0,00 oooooooooooooooooooooooooooooo
15		

Рис. 12.13. Результат применения формата 0,00 m*n

Помимо перечисленных символов, используемых в шаблонах форматов, отметим также знак процента %, наличие которого в шаблоне означает умножение фактического значения на **100** и добавление символа процента.

Пример 12.6. Шаблон для значений разных знаков

На уровне шаблона формата можно задавать различные способы отображения числовых значений разного знака и текста. В общем случае шаблон состоит из четырех блоков, разделяемых точкой с запятой.

Первый блок предназначен для определения формата положительных чисел, затем следует блок для отрицательных значений, после него — блок для нулевых значений и последний, четвертый блок, определяет формат текста. Все блоки в явном виде указывать необязательно. Правила применения формата при условии, что указаны не все четыре блока, таковы.

- 1. Если в шаблоне всего один блок, он применяется ко всем значениям.
- 2. В шаблоне из двух блоков первый определяет формат положительных и нулевых значений, а второй — отрицательных.
- 3. В шаблоне из трех блоков первый блок задает формат положительных значений, второй — формат отрицательных значений, а третий блок определяет формат нулевых значений.

Таким образом, во всех перечисленных случаях к тексту специальный формат не применяется.

Шаблон `0,00;\n_(0,00` соответствует формату, в котором положительные и нулевые значения отображаются в формате шаблона `0,00`, а для отрицательных значений вначале отображается символ `n` и через пробел (ширина символа скобки) выводится абсолютное значение числа. Пример применения формата `0,00;\n_(0,00` показан на рис. 12.14.

Если несколько модифицировать формат, воспользовавшись шаблоном `0,00;-0,00;"нуль"`, получим результат, как на рис. 12.15.

В этом формате разница между способом отображения положительных и отрицательных чисел заключается в знаке (как обычно бывает), а нулевые значения отображаются фразой **нуль**.

	А	В
1	Пример 12.6. Шаблон для значений разных знаков	
2		
3	Общий	Формат с шаблоном 0,00;\n_(0,00
4	0	0,00
5	1	1,00
6	-1,234	n 1,23
7	-0,1234	n 0,12
8	123,4567	123,46
9	текст	текст
10		

Рис. 12.14. Применение формата 0,00;\n_(0,00

	А	В
12	Общий	Формат с шаблоном 0,00;-0,00;"нуль"
13	0	нуль
14	1	1,00
15	-1,234	-1,23
16	-0,1234	-0,12
17	123,4567	123,46
18	текст	текст
19		

Рис. 12.15. Применение формата 0,00;-0,00;"нуль"

В качестве примера шаблона формата, состоящего из четырех блоков, можем рассмотреть шаблон **0,00;-0,00E+00;"нуль";@****. Результат применения такого шаблона проиллюстрирован рис. 12.16.

В соответствии с шаблоном отрицательные значения отображаются в экспоненциальном формате, нулевые значения отображаются как **нуль**, а ячейки с текстовыми значениями заполняются, кроме текста, символом "звездочка" (*).

	А	В
21	Общий	Формат с шаблоном 0,00;-0,00E+00;"нуль";@**
22	0	нуль
23	1	1,00
24	-1,234	-1,23E+00
25	-0,1234	-1,23E-01
26	123,4567	123,46
27	текст	текст*****
28		

Рис. 12.16. Применение формата с шаблоном **0,00;-0,00E+00;"нуль";@****

В шаблоне формата можно использовать пустые блоки. В этом случае тот тип данных, которым соответствует пустой блок в шаблоне, вообще не отображается. Например, в шаблоне **0,00;-0,00;** нулевые значения в ячейках не отображаются. В формате с шаблоном **0,00;-0,00;;** не отображаются не только нулевые значения, но и текст. Результат применения этих форматов показан на рис. 12.17.

	А	В
30	Общий	Формат с шаблоном 0,00;-0,00;
31	0	
32	1	1,00
33	-1,234	-1,23
34	-0,1234	-0,12
35	123,4567	123,46
36	текст	текст
37		
38	Общий	Формат с шаблоном 0,00;-0,00;;
39	0	
40	1	1,00
41	-1,234	-1,23
42	-0,1234	-0,12
43	123,4567	123,46
44	текст	
45		

Рис. 12.17. Применение форматов с шаблонами **0,00;-0,00;** и **0,00;-0,00;;**

Чтобы скрыть все значения, используем формат с шаблоном **;;;**. Следует все же иметь в виду, что даже если в ячейке значение не отображается, его можно увидеть в строке формул при выделении ячейки.

Пример 12.7. Шаблон с выделением цветом

В шаблоне можно задавать цвет для отображения значений. Цвет указывается через ключевое слово в квадратных скобках перед непосредственным кодом шаблона. Например, в формате с шаблоном **[Синий]** данные будут отображаться синим цветом. Кроме этого, можно использовать следующие ключевые слова для определения цвета: **Черный, Голубой, Зеленый, Розовый, Красный, Белый, Желтый.**

Можно задавать разный цвет для разных типов данных. В шаблоне **[Синий]; [Красный];[Зеленый];[Желтый]** положительные числа отображаются синим цветом, отрицательные — красным цветом, нулевые значения — зеленым, а текст имеет желтый цвет. Отметим, что если этот и предыдущий форматы вводить так, как указано, то после инструкции применения цвета автоматически будет добавлена инструкция **Основной.**

Некоторые примеры применения форматов с шаблонами, предусматривающими использование различных цветов, приведены в документе на рис. 12.18.

	А	В	С
1	Пример 12.7. Шаблон с выделением цветом		
2			
3	Общий формат	Формат с шаблоном [Синий]	Формат с шаблоном [Синий];[Красный];[Зеленый];[Желтый]
4	1	1	1
5	-1	-1	1
6	0,01	0,01	0,01
7	-0,01	-0,01	0,01
8	1234	1234	1234
9	0	0	0
10	текст	текст	текст
11			
12			
13	Общий формат	Формат с шаблоном [Синий]0,00;[Красный]-0,00;[Зеленый]"нуль";[Желтый]@_w@	Формат с шаблоном [Синий]0,00E+00;[Красный]0,00
14	1	1,00	1,00E+00
15	-1	-1,00	1,00
16	0,01	0,01	1,00E-02
17	-0,01	-0,01	0,01
18	1234	1234,00	1,23E+03
19	0	нуль	0,00E+00
20	текст	текст текст	текст
21			

Рис. 12.18. Использование форматов с выделением цветом

В частности, использовались шаблоны **[Синий]0,00;[Красный]-0,00;[Зеленый]"нуль";[Желтый]@_w@** и **[Синий]0,00E+00;[Красный]0,00**. По сравнению с рассмотренными случаями разница состоит лишь в том, что кроме формального шаблона представления данных использованы инструкции применения цвета.

Пример 12.8. Условный формат на основе шаблона

Еще один уровень усложнения шаблона формата связан с добавлением в шаблон инструкций-условий, при выполнении которых применяется соответствующий шаблон. Точнее, инструкциями с критерием применимости шаблона могут снабжаться первые два блока шаблона из четырех. Третий блок кода шаблона является используемым по умолчанию шаблоном — он применяется, если не выполнено ни одно из двух условий. Последний блок — блок для форматирования текста. Условия указываются в квадратных скобках, и в них допускается использование таких операторов сравнения: < (меньше), > (больше), = (равно), <= (меньше или равно), >= (больше или равно) и <> (не равно). Примеры использования условных форматов на основе шаблонов приведены в документе на рис. 12.19.

Использованы шаблоны [Синий][>1]0,00;[Красный][<=0]0,00;[Зеленый]00,000; [Голубой] и [Красный][>10]0,00E+00. В соответствии с первым форматом значения, большие 1, отображаются синим цветом; если значения не превышают нуля, то цвет отображения красный, для чисел, лежащих в интервале от 0 до 1, цвет отображения зеленый, а текст отображается фиолетовым цветом. Обращаем внимание на второй блок кода шаблона. Им, фактически, задается формат отрицательных чисел. Тем не менее, знак "минус" в шаблоне отсутствует (хотя в ячейках знак "минус" там, где надо, присутствует). Причина в том, что это не есть формальное определение формата отрицательных чисел (просто так задано условие). Что касается знака "минус", то он обусловлен не форматом, а значением отрицательного числа. Кроме того, после применения данного шаблона за инструкцией цвета текста [Голубой] системой автоматически добавляется название формата Основной. Это же относится к формату [Красный][>10]0,00E+00 (после ввода код его шаблона выглядит как [Красный] [>10]0,00E+00;Основной). В этом формате красным цветом выделяются значения, большие 10. Для всех прочих используется основной формат (формат по умолчанию). Условным форматам посвящена глава 13.

	А	В	С
1	Пример 12.8. Условный формат на основе шаблона		
2			
	Общий формат	Формат с шаблоном [Синий][>1]0,00;[Красный][<=0]0,00;[Зеленый]00,000;[Голубой]	Формат с шаблоном [Красный][>10]0,00E+00
3			
4	1	01,000	1
5	-1	-1,00	-1
6	0,01	00,010	0,01
7	-0,01	-0,01	-0,01
8	1234	1234,00	1,23E+03
9	0	0,00	0
10	текст	текст	текст
11			

Рис. 12.19. Использование условных форматов на основе шаблонов



Глава 13

Условные форматы

Под условным форматированием подразумевают способ выделения данных в ячейках электронной таблицы, для которого внешние атрибуты такого выделения существенно зависят от значения данных в ячейках. Это исключительно удобный подход, который успешно реализуется в Excel. Обычно его используют в тех случаях, когда нужно обратить внимание пользователя на важные фрагменты данных. Собранные в этой главе примеры иллюстрируют возможности Excel при работе с условными форматами.

Пример 13.1. Условное форматирование на основе сравнения значений

Нередко анализ данных подразумевает сравнение значений разных ячеек. Удобно ячейки, значения которых удовлетворяют определенным критериям, как-то выделить в документе. На рис. 13.1 показан рабочий документ со значениями ставок доходности по ценным бумагам по месяцам.

Ячейки **B4:B15** содержат фактические данные о ставках доходности, а средняя (имеется в виду среднеарифметическое значение) доходность за месяц вычисляется в ячейке **B16** по формуле **=СРЗНАЧ(B4:B15)**. Именно со средним значением доходности за месяц будем сравнивать данные в ячейках **B4:B15**.

Зададим такое условное форматирование для ячеек **B4:B15**, чтобы те из ячеек, значения ставки доходности в которых меньше средней доходности, выделялись красным цветом. Для этого выделяем диапазон ячеек **B4:B15** и в группе **Стили** вкладки **Главная** ленты щелкаем на пиктограмме **Условное форматирование**. Далее выбираем команду **Правила выделения ячеек | Меньше** (рис. 13.2).

Открывается диалоговое окно **меньше** настройки параметров условного форматирования (рис. 13.3).

В поле **Форматировать ячейки, которые МЕНЬШЕ** указываем значение, с которым следует сравнивать форматлируемые ячейки (число или адрес на ячейки). В данном случае указываем адрес ячейки со средним значением (выражение **=\$B\$16**). В раскрывающемся списке справа можно выбрать один из predeterminedных способов форматирования (закраска ячейки цветом). Будем ячейки со значением низкой

ставки доходности закрашивать красным цветом. Результат применения такого условного формата к рабочему документу показан на рис. 13.4.

B16		fx =CPЗНАЧ(B4:B15)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 13.1. Условное форматирование на основе сравнения значений						
2							
3	Месяц	Ставка доходности (%)					
4	Январь	2,6					
5	Февраль	2,5					
6	Март	3,1					
7	Апрель	2,9					
8	Май	3,2					
9	Июнь	2,7					
10	Июль	2,4					
11	Август	2,3					
12	Сентябрь	2,7					
13	Октябрь	3,3					
14	Ноябрь	3,1					
15	Декабрь	2,9					
16	В среднем	2,81					
17							

Рис. 13.1. Исходный документ с данными для условного форматирования

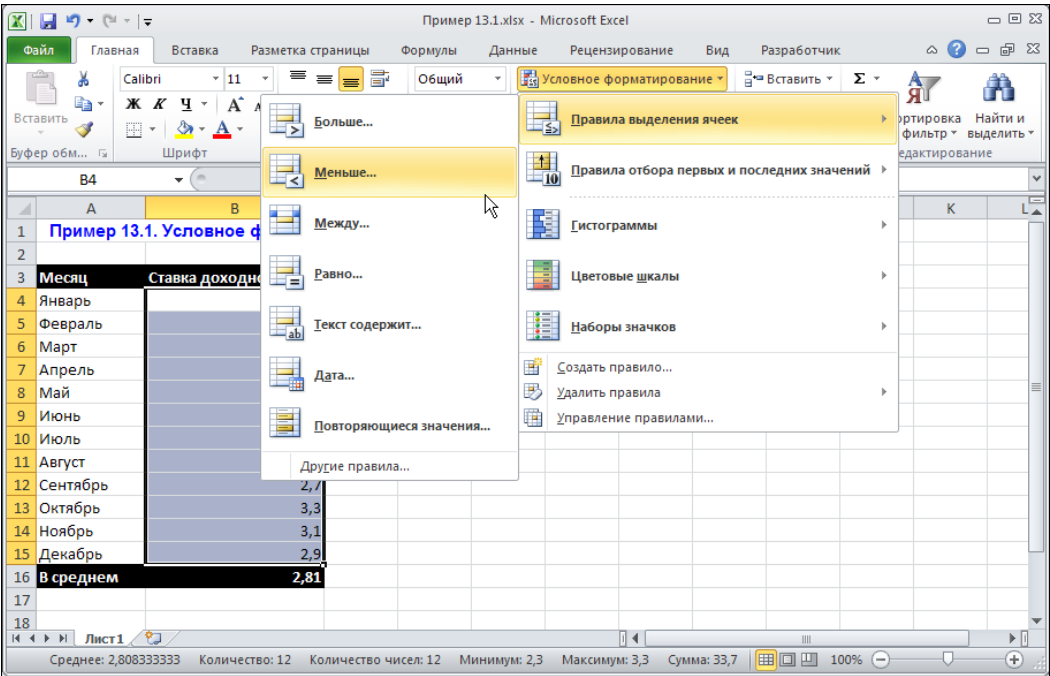


Рис. 13.2. Применение условного форматирования

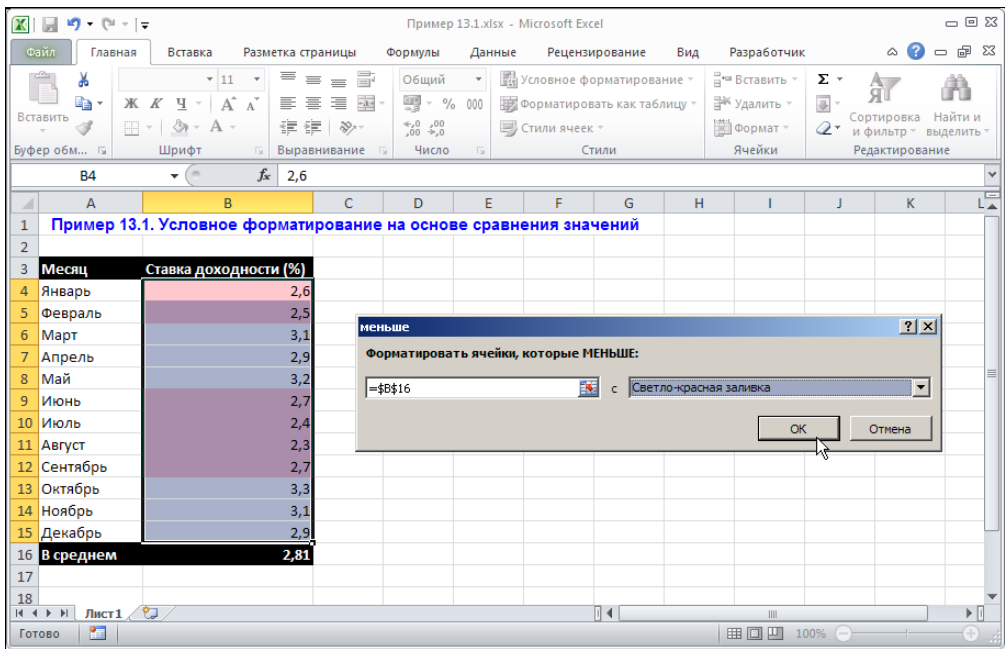


Рис. 13.3. Настройки условного форматирования

B16		=CP3HA4(B4:B15)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 13.1. Условное форматирование на основе сравнения значений						
2							
3	Месяц	Ставка доходности (%)					
4	Январь	2,6					
5	Февраль	2,5					
6	Март	3,1					
7	Апрель	2,9					
8	Май	3,2					
9	Июнь	2,7					
10	Июль	2,4					
11	Август	2,3					
12	Сентябрь	2,7					
13	Октябрь	3,3					
14	Ноябрь	3,1					
15	Декабрь	2,9					
16	В среднем	2,81					
17							

Рис. 13.4. Результат применения условного формата

Удобство условного форматирования заключается в том, что при редактировании, удалении и вводе новых данных в соответствующие ячейки выделение ячеек, удовлетворяющих критерию "ставка доходности ниже средней", выполняется автоматически (рис. 13.5).

В качестве выделения ячеек можно использовать не только и не столько цвет. Фактически формат может быть самым разным — в пределах возможностей Excel по форматированию данных. Достаточно в процессе создания условного формата в окне настроек указать не закрашку цветом, а выбрать элемент **Пользовательский формат** (рис. 13.6).

B16		fx =СРЗНАЧ(B4:B15)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 13.1. Условное форматирование на основе сравнения значений						
2							
3	Месяц	Ставка доходности (%)					
4	Январь	3,3					
5	Февраль	2,5					
6	Март	3,1					
7	Апрель	2,2					
8	Май	3,2					
9	Июнь	2,7					
10	Июль	3,4					
11	Август	3					
12	Сентябрь	2,7					
13	Октябрь	3,3					
14	Ноябрь	3,1					
15	Декабрь	2,9					
16	В среднем	2,95					
17							

Рис. 13.5. При изменении значений в ячейках нужные ячейки выделяются цветом автоматически

B4

fx 3,3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Пример 13.1. Условное форматирование на основе сравнения значений										
2											
3	Месяц	Ставка доходности (%)									
4	Январь	3,3									
5	Февраль	2,5									
6	Март	3,1									
7	Апрель	2,2									
8	Май	3,2									
9	Июнь	2,7									
10	Июль	3,4									
11	Август	3									
12	Сентябрь	2,7									
13	Октябрь	3,3									
14	Ноябрь	3,1									
15	Декабрь	2,9									
16	В среднем	2,95									
17											

меньше

Форматировать ячейки, которые МЕНЬШЕ:

=B\$16

Светло-красная заливка и темно-красный текст

Светло-красная заливка и темно-красный текст

Желтая заливка и темно-желтый текст

Зеленая заливка и темно-зеленый текст

Светло-красная заливка

Красный текст

Красная граница

Пользовательский формат...

Рис. 13.6. Изменение настроек условного форматирования

Откроется диалоговое окно **Формат ячеек** (правда, не все его элементы будут доступны) — рис. 13.7, где задаем формат ячеек, которые нужно выделить при выполнении условия "ставка доходности ниже средней".

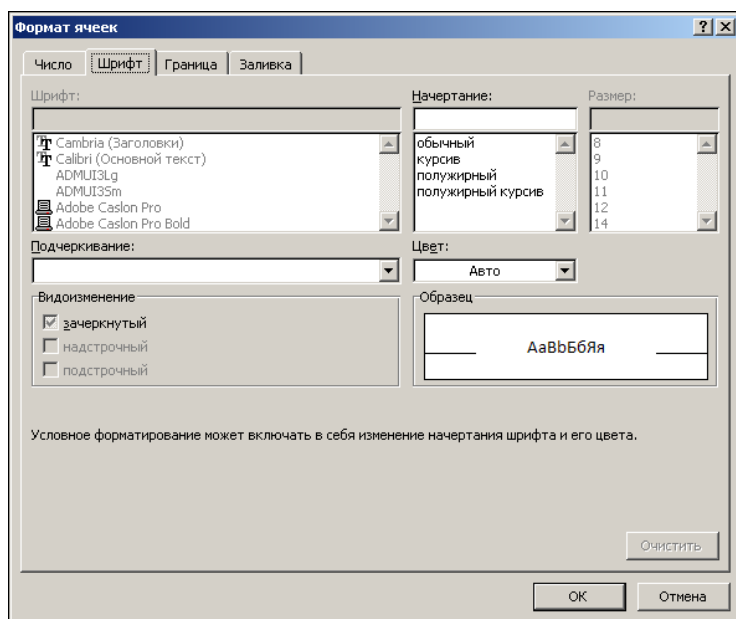


Рис. 13.7. Окно форматирования позволяет задавать параметры условного формата

Это один из самых простых примеров выполнения условного форматирования. Более сложный случай — проверка на принадлежность значения ячеек определенному интервалу.

Пример 13.2. Проверка на принадлежность диапазону значений

К рассмотренному ранее набору данных применим условное форматирование, при котором выделяются ячейки, для которых значение ставки доходности меньше среднего значения, но превышает (или равно) значению ставки доходности в **2,5%**. Теперь для настройки и применения условного формата используем команду **Правила выделения ячеек | Между** (рис. 13.8).

В диалоговом окне настройки формата **между** указываем в качестве границ интервала значений, в который должно попадать значение ячеек, число **2,5** и ссылку **=B\$16** (рис. 13.9).

В настройках формата, помимо закрашки ячейки цветом, устанавливаем для выделяемых ячеек полужирный шрифт белого цвета. Результат применения формата показан на рис. 13.10.

Интересно то, что даже если среднее значение ставки доходности становится меньше **2,5%**, в соответствии с примененным условным форматом в документе выделяются ячейки, значения которых попадают в соответствующий интервал значений (рис. 13.11).

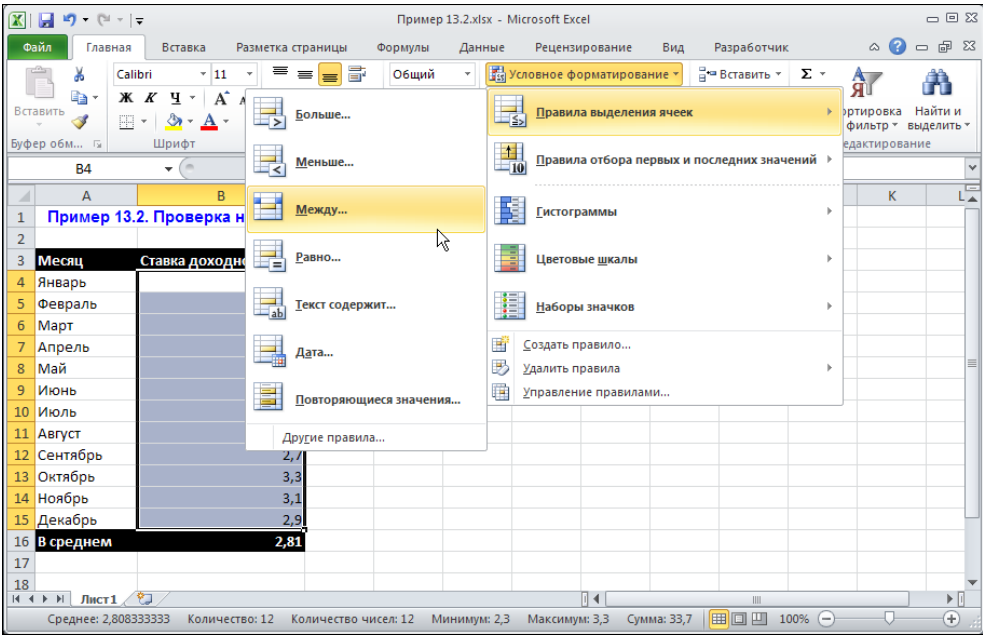


Рис. 13.8. Применение условного формата с проверкой принадлежности интервалу значений

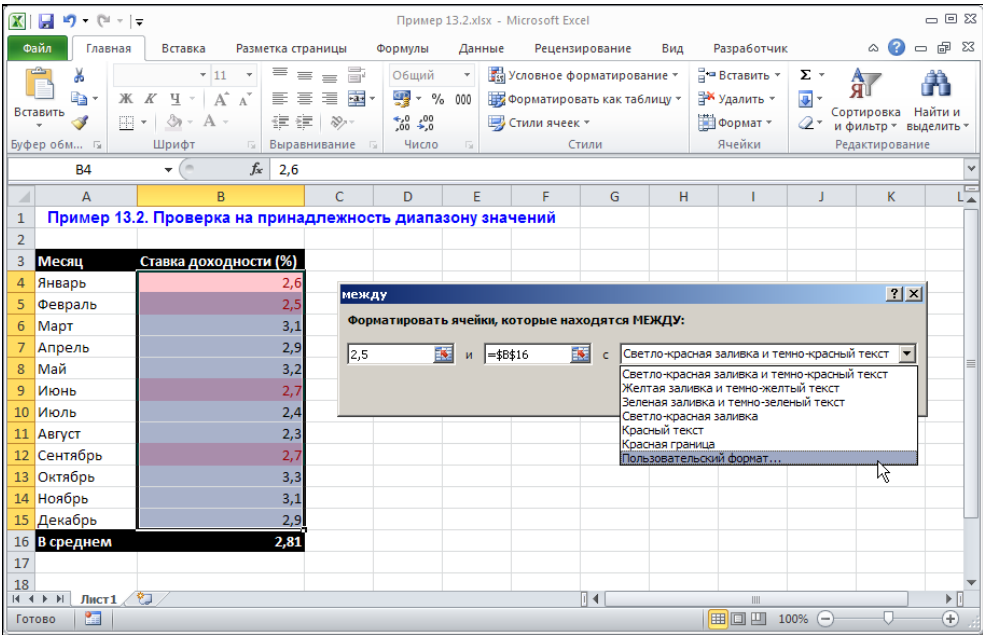


Рис. 13.9. Настройки условного форматирования: ставка доходности меньше среднего значения, но больше значения 2,5

B16		fx =CP3HACH(B4:B15)				
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 13.2. Проверка на принадлежность диапазону значений					
2						
3	Месяц	Ставка доходности (%)				
4	Январь	2,6				
5	Февраль	2,5				
6	Март	3,1				
7	Апрель	2,9				
8	Май	3,2				
9	Июнь	2,7				
10	Июль	2,4				
11	Август	2,3				
12	Сентябрь	2,7				
13	Октябрь	3,3				
14	Ноябрь	3,1				
15	Декабрь	2,9				
16	В среднем	2,81				
17						

Рис. 13.10. Результат применения нового формата

B16		fx =CP3HACH(B4:B15)				
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 13.2. Проверка на принадлежность диапазону значений					
2						
3	Месяц	Ставка доходности (%)				
4	Январь	2,4				
5	Февраль	2,5				
6	Март	2,1				
7	Апрель	1,9				
8	Май	2,3				
9	Июнь	2,6				
10	Июль	2,4				
11	Август	2,1				
12	Сентябрь	2,7				
13	Октябрь	2,4				
14	Ноябрь	2,1				
15	Декабрь	2,9				
16	В среднем	2,37				
17						

Рис. 13.11. Средняя ставка доходности меньше значения 2,5

Далеко не всегда форматирование основано на простом сравнении значений. Но даже в этом случае критерий применения условного формата может быть достаточно замысловатым.

Пример 13.3. Формат на основе формулы

При создании условного формата условия или правила, на основе которых применяется формат, могут быть достаточно сложными. В частности, допускается, чтобы условные форматы основывались на вычислении формул. Поясним это на примере. Рассмотрим ранее созданный документ, содержащий данные о ставках доходности

ценных бумаг по месяцам и вычисленное среднее значение ставки доходности. Выделяем диапазон ячеек **A4:B15** и в списке пиктограммы-меню **Условное форматирование** выбираем команду **Создать правило** (рис. 13.12).

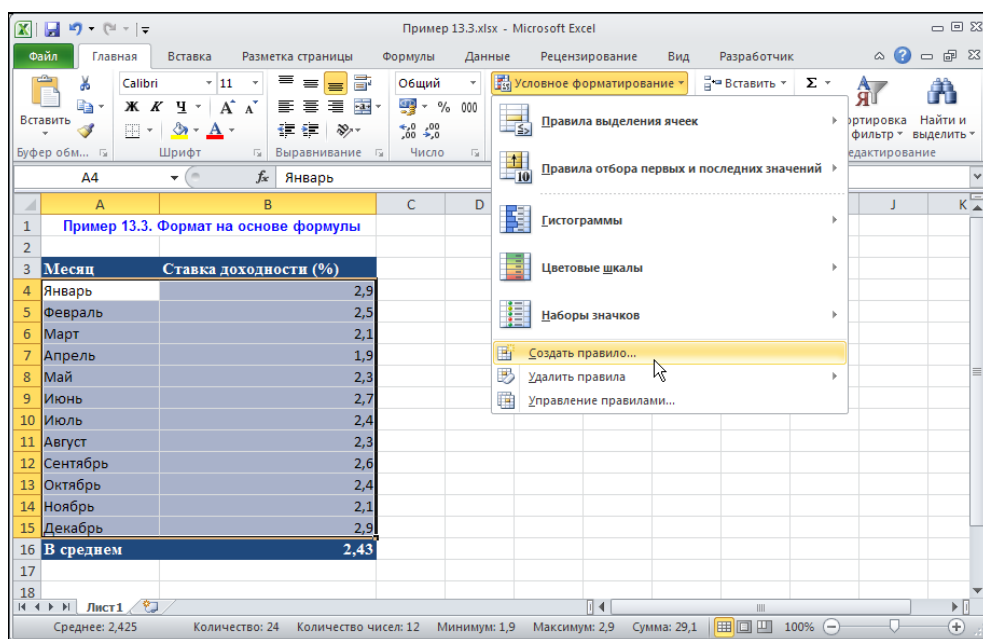


Рис. 13.12. Создание нового условного формата

Открывается диалоговое окно **Создание правила форматирования**, в котором в разделе выбора типа правила для условного формата выбираем команду **Использовать формулу для определения форматируемых ячеек** (рис. 13.13).

В поле **Форматировать значения, для которых следующая формула является истинной** указывается формула для выражения, истинность которого служит критерием применимости формата. Сам формат определяется с помощью кнопки **Формат** (открывается специальное окно для выполнения настроек формата). На рис. 13.14 показано окно с такими настройками: использована формула **=B16>2,4**, а непосредственно применяемый формат состоит в заливке серым цветом форматируемых ячеек.

Таким образом, если средняя ставка доходности (ячейка **B16**) превышает значение **2,4**, диапазон ячеек **A4:B15** закрашивается серым цветом. Если указанное условие не выполнено, ничего особенного с ячейками не происходит. На рис. 13.15 среднее значение ставки доходности превышает величину 2,4, и как следствие вся область с данными после применения формата заливается серым цветом. Если уменьшить значение какой-нибудь ячейки настолько, что среднее значение не будет превышать 2,4, ячейки примут обычный вид (без заливки).

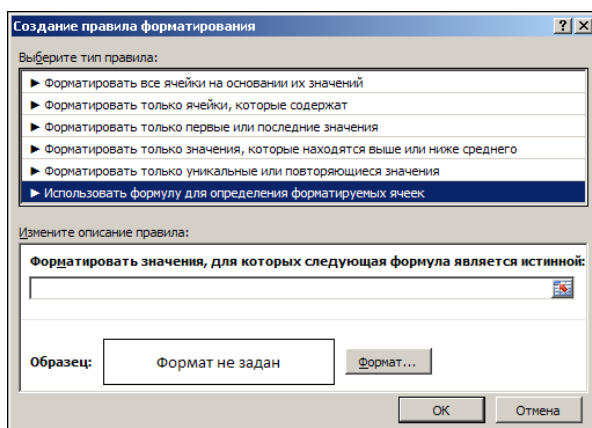


Рис. 13.13. Новый формат создается на основе формулы

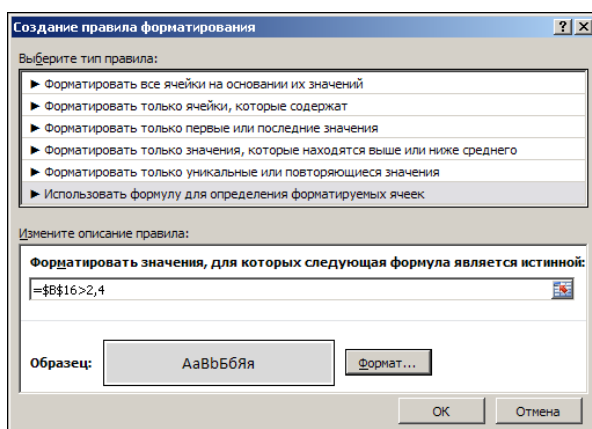


Рис. 13.14. Ввод базовой формулы и определение параметров формата

B16 fx =CPЗНАЧ(B4:B15)		
	A	B
1	Пример 13.3. Формат на основе формулы	
2		
3	Месяц	Ставка доходности (%)
4	Январь	2,9
5	Февраль	2,5
6	Март	2,1
7	Апрель	1,9
8	Май	2,3
9	Июнь	2,7
10	Июль	2,4
11	Август	2,3
12	Сентябрь	2,6
13	Октябрь	2,4
14	Ноябрь	2,1
15	Декабрь	2,9
16	В среднем	2,43
17		

Рис. 13.15. Результат применения формата

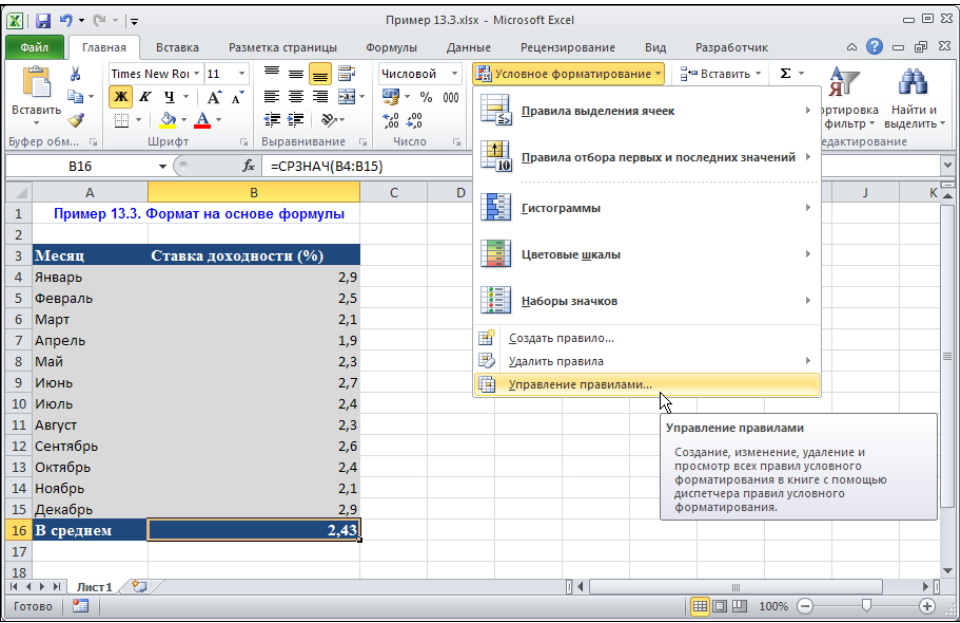


Рис. 13.16. Внесение изменений в формат

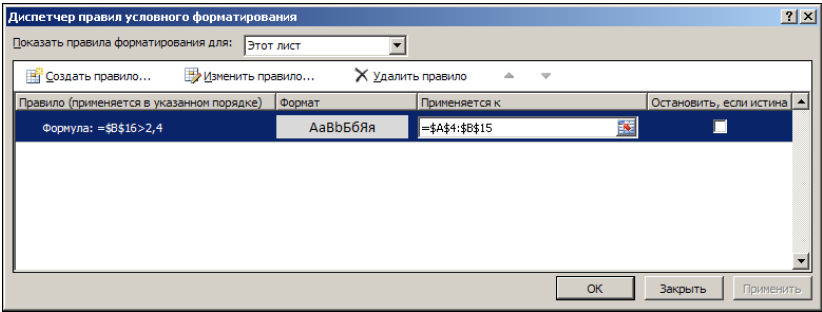


Рис. 13.17. Окно управления условиями формата

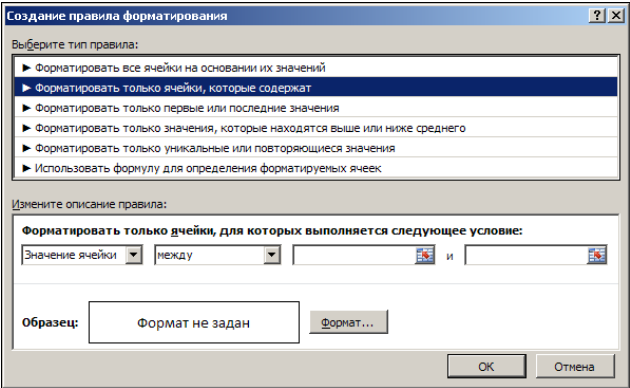


Рис. 13.18. Выбор типа нового условия

В созданный условный формат легко вносятся изменения. Для этого используем команду **Управление правилами** из раскрывающегося списка пиктограммы-меню **Условное форматирование** (рис. 13.16).

В окне редактирования правил условного формата отображается поле созданного ранее правила и ряд пиктограмм и опций для выполнения различных настроек (рис. 13.17).

Для редактирования уже созданного правила используем пиктограмму **Изменить правило**, а для добавления нового правила щелкнем на пиктограмме **Создать правило**. При этом в раскрывающемся списке **Показать правила форматирования** для выбирается рабочий лист, для которого выполняется обработка правил. В окне создания нового правила для условного формата выберем позицию **Форматировать только ячейки, которые содержат**, что соответствует типу форматирования по признаку наличия predeterminedенных данных в форматлируемых ячейках (рис. 13.18).

В нижней части окна в раскрывающемся списке **Форматировать только ячейки, для которых выполняется следующее условие** выбираем пункт **Текст** для проверки наличия (операция отношения определяется командой из среднего раскрывающегося списка) в форматлируемых ячейках текстового значения, которое указываем в правом поле (указано значение **Март**). Настройки показаны на рис. 13.19.

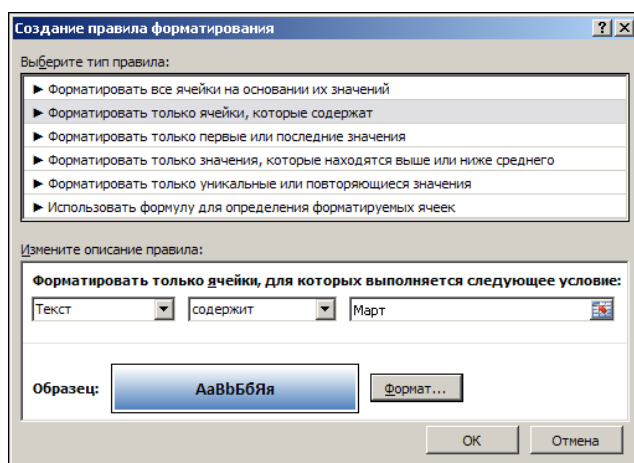


Рис. 13.19. Определение параметров дополнительного условия

Применяемый формат заключается в выделении полужирным шрифтом и градиентной заливкой ячейки. Новое правило отображается дополнительным полем в окне правил условного формата (рис. 13.20).

Порядок размещения полей правил соответствует порядку их применения. Для изменения этого порядка используем пиктограммы со стрелками на панели диалогового окна (см. рис. 13.20).

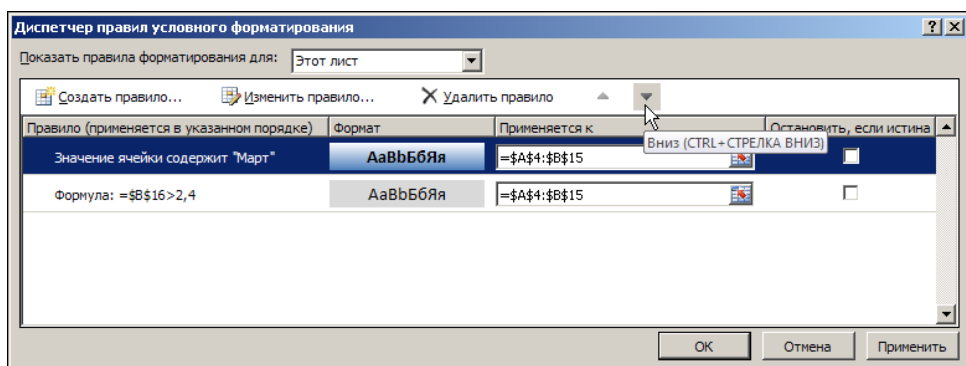


Рис. 13.20. Изменение порядка применения правил

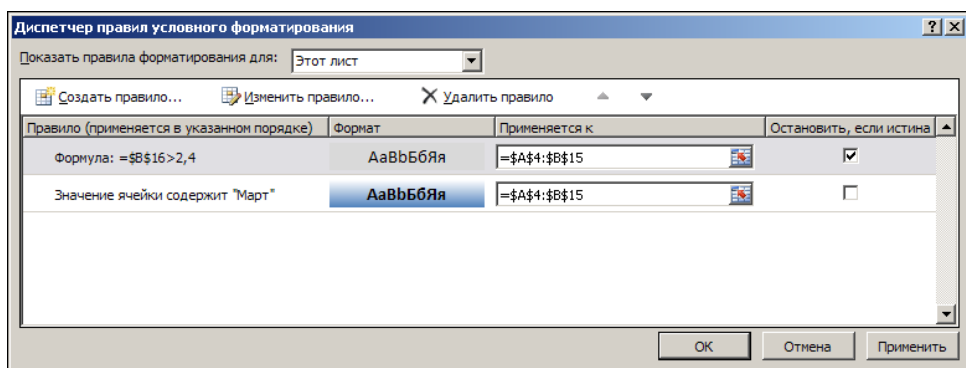


Рис. 13.21. Настройки условного формата

B16 fx =СРЗНАЧ(B4:B15)		
A	B	C
1	Пример 13.3. Формат на основе формулы	
2		
3	Месяц	Ставка доходности (%)
4	Январь	2,4
5	Февраль	2,5
6	Март	2,1
7	Апрель	1,9
8	Май	2,3
9	Июнь	2,7
10	Июль	2,4
11	Август	2,3
12	Сентябрь	2,6
13	Октябрь	2,4
14	Ноябрь	2,1
15	Декабрь	2,9
16	В среднем	2,38
17		

Рис. 13.22. Результат применения условного формата после внесения в него изменений

Если установить флажок опции **Остановить, если истина** в правой части поля правила, то после применения этого правила (если выполнено соответствующее условие) последующие уже не применяются. Окно правил формата с выполненными настройками показано на рис. 13.21.

Один из возможных результатов применения формата показан на рис. 13.22.

После изменения параметров формата ситуация обстоит следующим образом. Если среднее значение ставки доходности превышает порог в **2,4**, то область ячеек **A4:B15** закрашивается серым цветом. В противном случае полужирным шрифтом и градиентной закрашкой выделяется ячейка с текстом **Март**. Именно такая ситуация показана на рис. 13.22.

Пример 13.4. Использование пиктограмм в формате

Достаточно интересный формат можно создать, если воспользоваться командой **Условное форматирование | Наборы значков** (рис. 13.23).

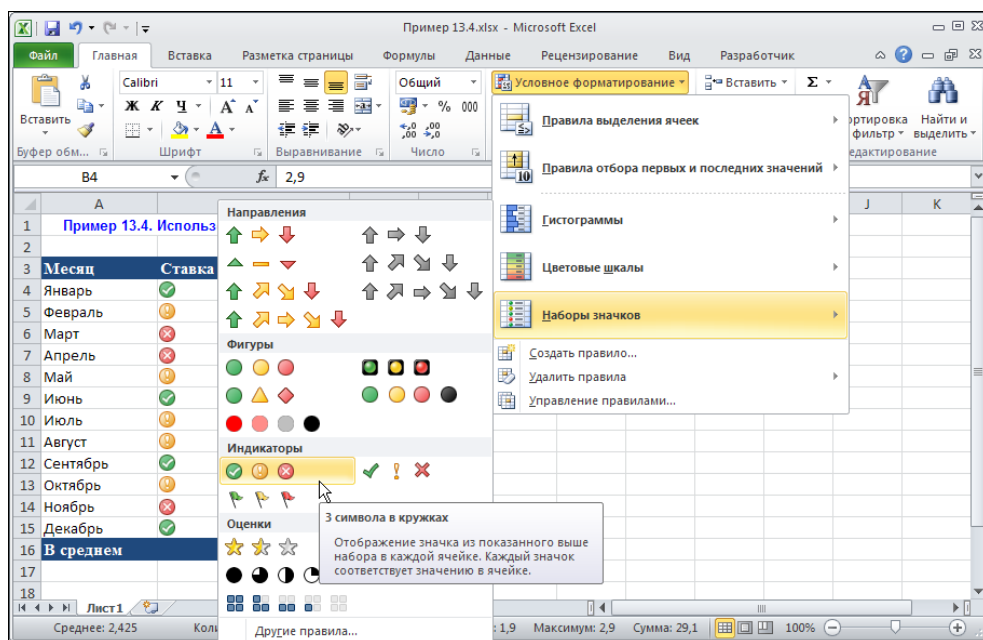


Рис. 13.23. Формат с отображением пиктограмм

Раскрывающийся список содержит всевозможные наборы пиктограмм (в каждом наборе не менее трех). Следует выбрать понравившийся. В итоге документ примет вид, как на рис. 13.24.

	A	B	C	D
1	Пример 13.4. Использование пиктограмм в формате			
2				
3	Месяц	Ставка доходности (%)		
4	Январь	2,9		
5	Февраль	2,5		
6	Март	2,1		
7	Апрель	1,9		
8	Май	2,3		
9	Июнь	2,7		
10	Июль	2,4		
11	Август	2,3		
12	Сентябрь	2,6		
13	Октябрь	2,4		
14	Ноябрь	2,1		
15	Декабрь	2,9		
16	В среднем	2,43		
17				

Рис. 13.24. В результате применения формата в ячейках отображаются специальные пиктограммы

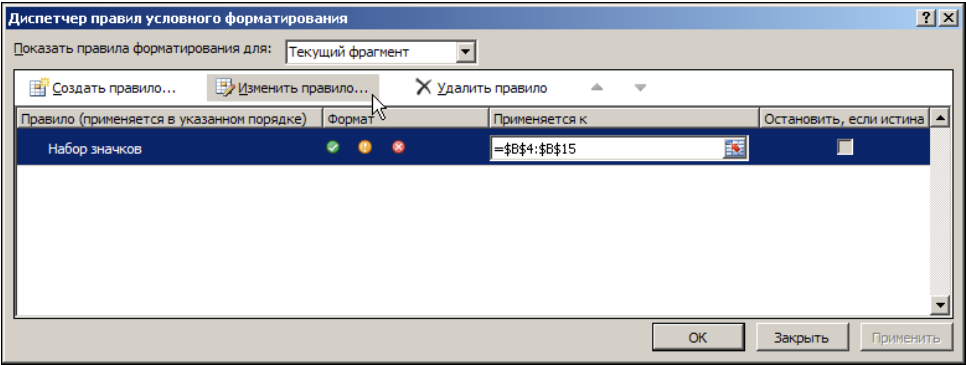


Рис. 13.25. Окно управления правилами условного формата с отображением пиктограмм

Помимо фактических значений форматируемые ячейки содержат также пиктограммы трех разных типов. Чтобы выяснить, каким правилам подчиняется условный формат, выделяем ячейки с примененным форматом и выбираем команду **Условное форматирование | Управление правилами**. Открывается окно для работы с правилами условного формата (рис. 13.25).

При попытке отредактировать единственное правило формата, открывается окно настроек (рис. 13.26).

Особый интерес представляет нижняя часть окна. В списке типа формата **Стиль формата** выбирается тип формата (в данном случае это формат с отображением пиктограмм). Далее следуют условия отображения пиктограмм разных типов. В списке **Тип** выбирается тип проверяемого значения, а в поле **Значение** указывается контрольное значение. В списке **Стиль значка** устанавливается стиль пиктограмм, а кнопка **Обратный порядок значков** и опция **Показать только значок**

предназначены соответственно для изменения порядка отображения пиктограмм и перехода в режим, при котором в форматируемых ячейках отображаются только пиктограммы.

В соответствии с настройками в окне на рис. 13.27 первая пиктограмма отображается, если значение в ячейке больше значения ячейки **B16** либо равно ему, вторая пиктограмма отображается, если значение ячейки больше либо равно **2**, но меньше значения ячейки **B16**; третья пиктограмма отображается в прочих случаях.

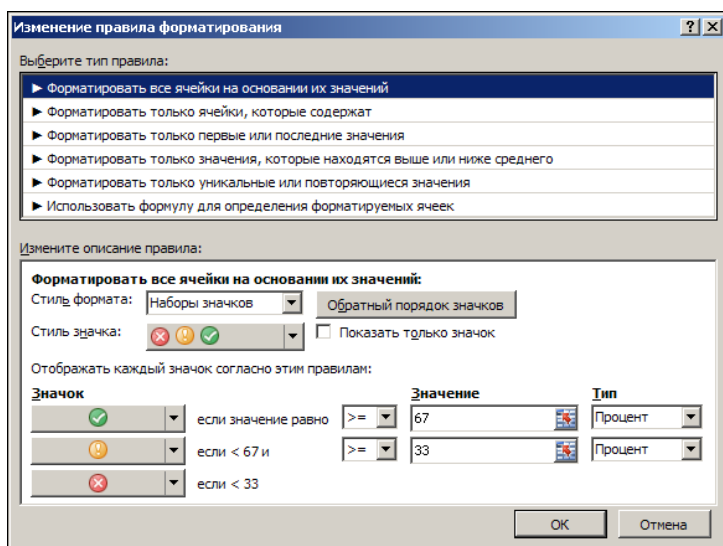


Рис. 13.26. Окно настроек параметров условного формата с отображением пиктограмм

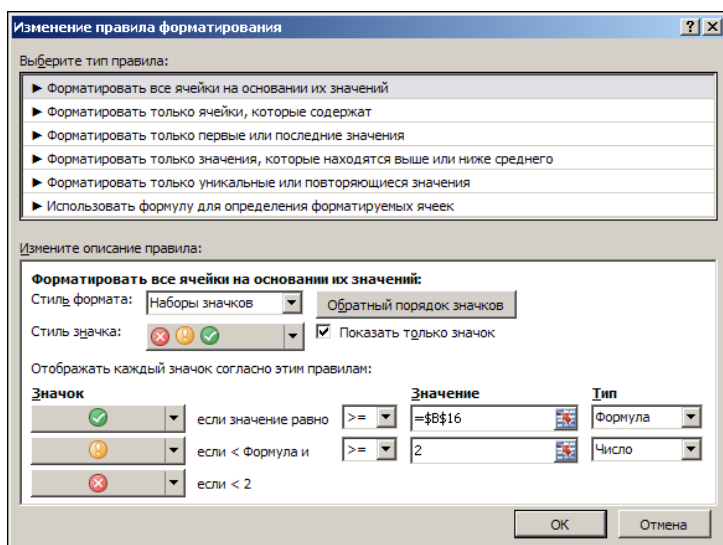


Рис. 13.27. Изменение настроек условного формата

Кроме того, установлен флажок опции **Показать только значок**. Как следствие, после применения этого формата в ячейках, к которым он применялся, отображаются одни только пиктограммы (рис. 13.28). При этом для наглядности пиктограммы в ячейках **B4:B15** выровнены по центру. Обращаем также внимание читателя, что хотя в ячейках отображаются только пиктограммы, значения ячеек по-прежнему числовые. В последнем можно убедиться, если выделить ячейку с пиктограммой — в строке формул для этой ячейки отображается ее числовое значение.

Хотя это и зрелищный формат, но не всегда самый эффективный. В Excel можно создавать и более информативные форматы.

	A	B	C	D
1	Пример 13.4. Использование пиктограмм в формате			
2				
3	Месяц	Ставка доходности (%)		
4	Январь	✓		
5	Февраль	✓		
6	Март	⚠		
7	Апрель	✗		
8	Май	⚠		
9	Июнь	✓		
10	Июль	⚠		
11	Август	⚠		
12	Сентябрь	✓		
13	Октябрь	⚠		
14	Ноябрь	⚠		
15	Декабрь	✓		
16	В среднем	2,43		
17				

Рис. 13.28. После изменения настроек формата в отформатированных ячейках отображаются только пиктограммы

Пример 13.5. Формат с использованием цветowych и графических индикаторов

Удобно создавать форматы с использованием графических индикаторов. В этом случае можем воспользоваться командой **Условное форматирование | Гистограммы** (рис. 13.29).

В этом формате значение в ячейке иллюстрируется графическим столбиком, длина которого определяется фактическим значением ячейки. Внешне это напоминает небольшую упрощенную диаграмму.

Практически так же создаются форматы с использованием цветowych индикаторов. Следует воспользоваться командой **Условное форматирование | Цветовые шкалы** (рис. 13.30).

Ячейки в зависимости от их значения закрашиваются разным цветом. Настройки указанных форматов меняются описанными в предыдущих примерах методами.

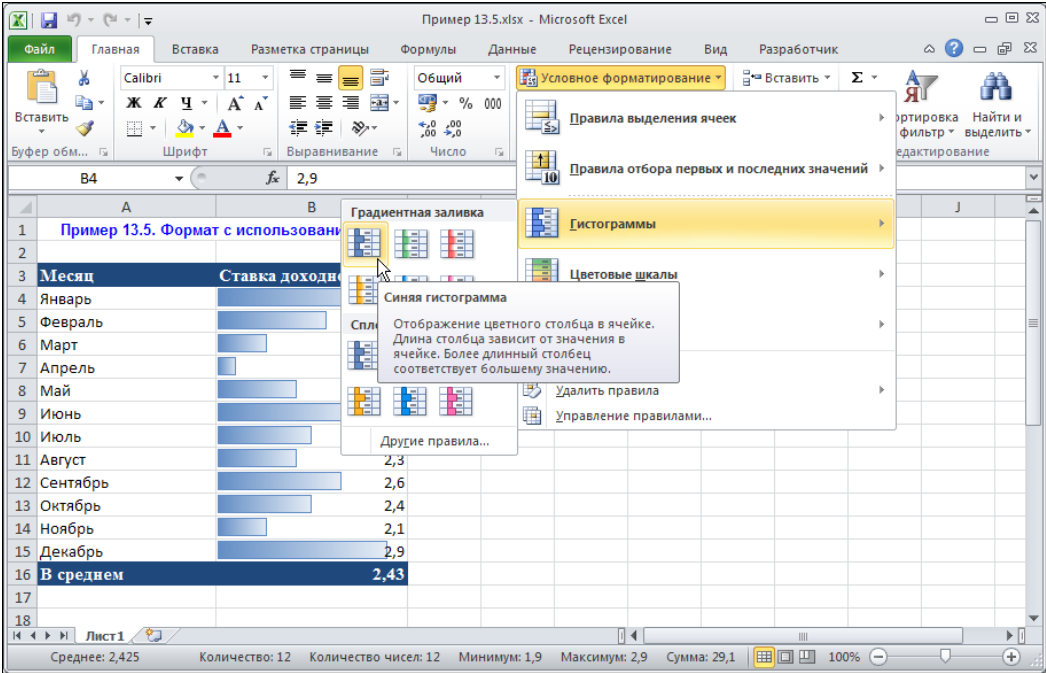


Рис. 13.29. Применение формата с использованием графических индикаторов

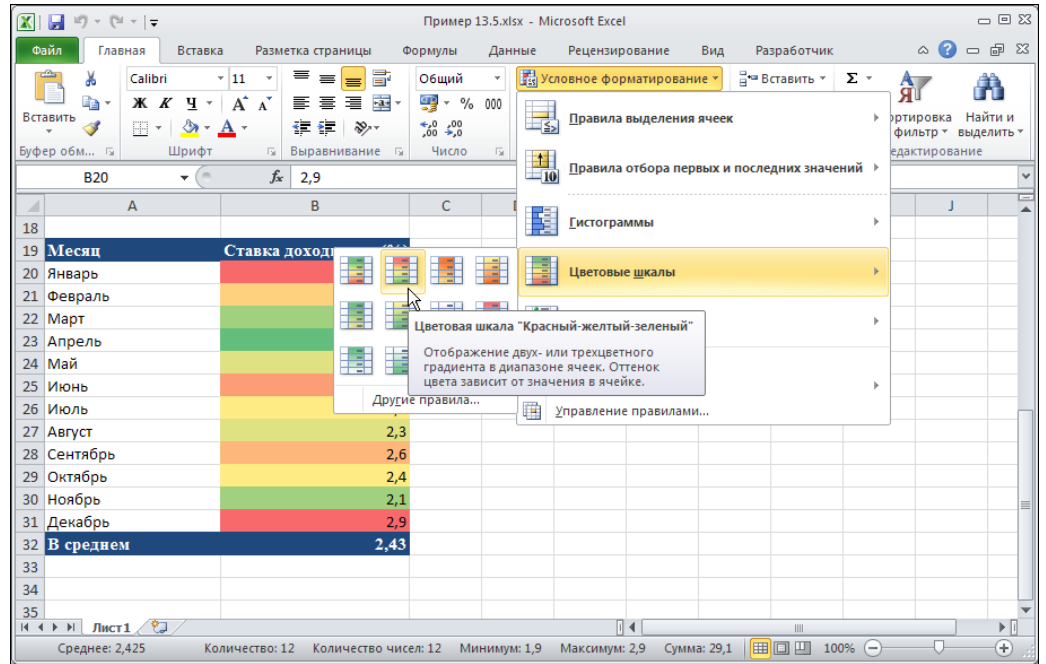


Рис. 13.30. Применение формата с использованием цветовых индикаторов

Пример 13.6. Форматы на основе статистических параметров

В примерах 13.1—13.5 рассматривались условные форматы, основанные на сравнении значений форматируемых ячеек с таким статистическим показателем, как среднее значение. Однако для этого случая в Excel есть несколько специальных утилит, с помощью которых создаются условные форматы, основанные на сравнении значений ячеек с их средним значением. Также можно выделять ячейки, содержащие в ряду данных наибольшие и наименьшие значения.

В рабочем документе выделяем форматируемые ячейки (как и ранее, это набор данных о ставке доходности ценных бумаг по месяцам) и выбираем команду **Условное форматирование | Правила отбора первых и последних значений | 10 первых элементов** (рис. 13.31).

В результате откроется специальное диалоговое окно, в котором в левом поле-счетчике следует указать количество значений, формирующих верхнюю часть ряда данных, а с помощью команд раскрывающегося списка — способ форматирования (рис. 13.32).

Хотя среди команд списка есть и команда **Пользовательский формат** для создания формата пользователя, в данном случае ограничимся одним из предлагаемых системой вариантов — заливка зеленым цветом с темно-зеленым текстом (рис. 13.33).

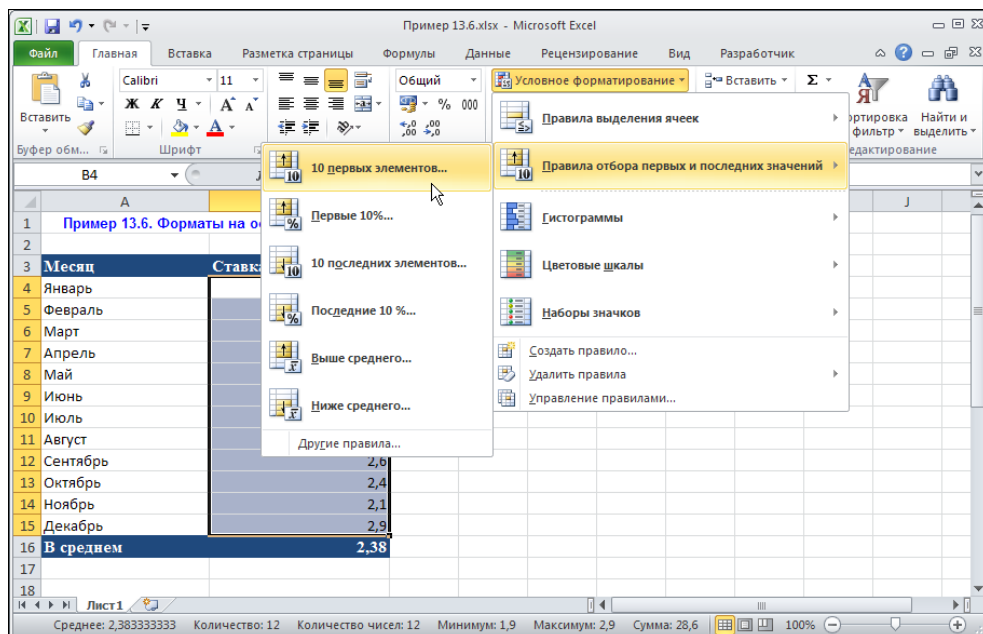


Рис. 13.31. Создание формата с выделением ячеек, содержащих наибольшие значения

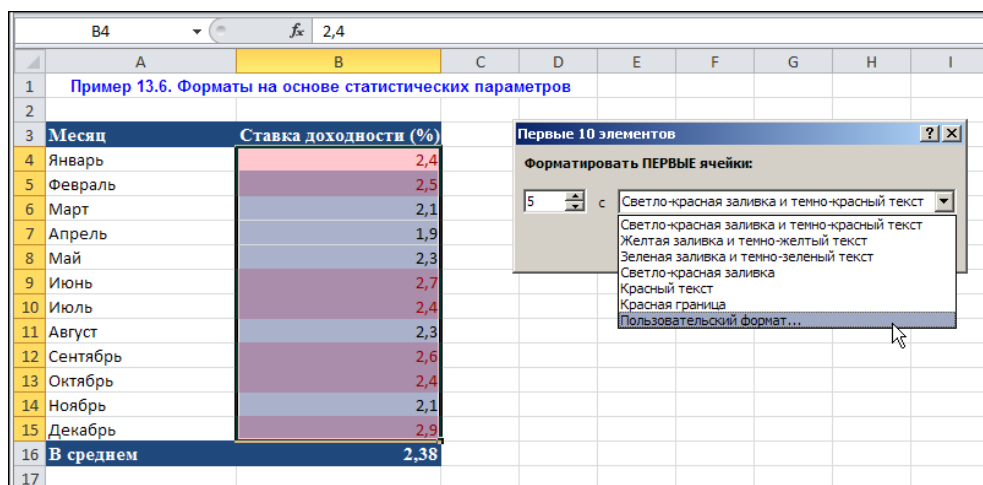


Рис. 13.32. Выбор параметров условного формата

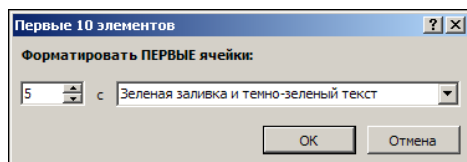


Рис. 13.33. Настройки условного формата для выделения пяти ячеек с наибольшими значениями

B16		fx =СРЗНАЧ(В4:В15)	
A	B	C	D
Пример 13.6. Форматы на основе статистических параметров			
Месяц	Ставка доходности (%)		
Январь	2,4		
Февраль	2,5		
Март	2,1		
Апрель	1,9		
Май	2,3		
Июнь	2,7		
Июль	2,4		
Август	2,3		
Сентябрь	2,6		
Октябрь	2,4		
Ноябрь	2,1		
Декабрь	2,9		
В среднем	2,38		

Рис. 13.34. Результат применения формата с выделением пяти (с учетом кратности значений) ячеек с наибольшими значениями

Таким форматом будут выделяться ячейки, значения которых формируют пятерку наибольших значений в ряду данных. Результат применения формата показан на рис. 13.34.

Легко создается и формат, основанный на сравнении со средним значением ячеек. Для этого при форматировании данных выбираем команду **Условное форматирование | Правила отбора первых и последних значений | Выше среднего** (рис. 13.35).

Окно настроек формата в этом случае немного проще (рис. 13.36).

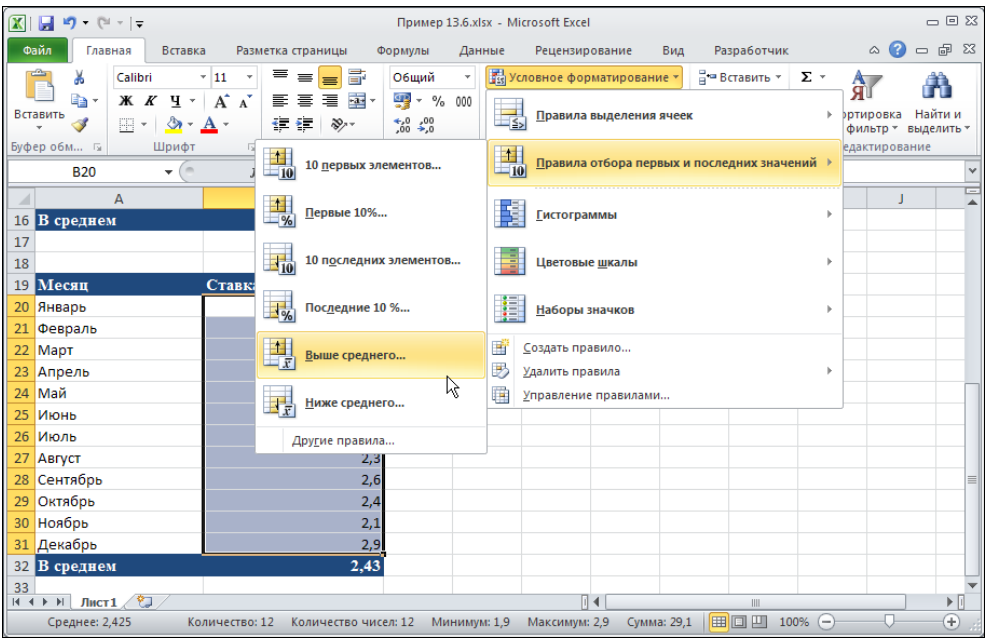


Рис. 13.35. Определение формата на основе сравнения со средним значением

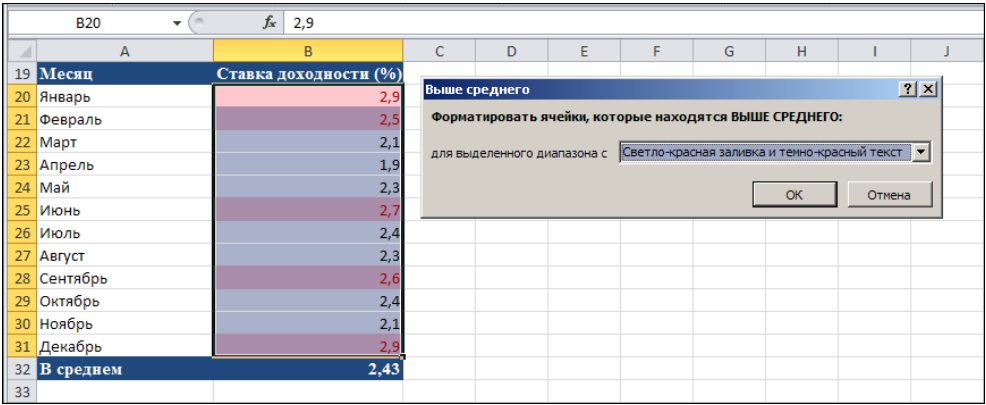


Рис. 13.36. Определение параметров формата

С помощью команд единственного раскрывающегося списка задается способ выделения ячеек, значения которых превышают среднее значение по ряду данных. Результат применения такого формата проиллюстрирован на рис. 13.37.

B32				=СРЗНАЧ(B20:B31)
	A	B	C	
19	Месяц	Ставка доходности (%)		
20	Январь	2,9		
21	Февраль	2,5		
22	Март	2,1		
23	Апрель	1,9		
24	Май	2,3		
25	Июнь	2,7		
26	Июль	2,4		
27	Август	2,3		
28	Сентябрь	2,6		
29	Октябрь	2,4		
30	Ноябрь	2,1		
31	Декабрь	2,9		
32	В среднем	2,43		
33				

Рис. 13.37. Выделены ячейки со значениями, превышающими среднее

Отметим, что в данном случае среднее значение вычисляется приложением автоматически, поэтому пользователю нет необходимости вычислять его в явном виде. Точно таким же образом создаются прочие подобные форматы.

Глава 14



Общее форматирование

Посредством разумного форматирования данных можно добиваться значительных результатов. Методы форматирования числовых данных в ячейках электронных таблиц уже рассматривались в предыдущих главах. Здесь рассмотрим общие методы форматирования данных в ячейках с учетом параметров выравнивания, ориентирования и применения границ.

Пример 14.1. Выравнивание данных в ячейке

Достаточно широкие возможности предоставлены пользователю в вопросе выравнивания данных в ячейках. Соответствующие настройки могут, кроме прочего, быть выполнены на вкладке **Выравнивание** диалогового окна **Формат ячеек** (рис. 14.1).

Вкладка содержит несколько управляющих элементов, распределенных по тематическим группам. В разделе **Выравнивание** имеются два раскрывающихся списка — **по горизонтали** и **по вертикали** — для определения способа выравнивания данных по горизонтали и вертикали соответственно. Кроме этих списков в разделе представлена опция **Распределять по ширине**, которая доступна при выбранном в списке **по горизонтали** значении **распределенный (отступ)** и нулевом значении в поле **отступ** (в поле задается отступ слева от границы ячейки). Она предназначена для перехода в режим равномерного распределения данных с нулевым отступом.

Назначение опций в разделе **Отображение** таково: флажок **переносить по словам** устанавливают для перехода в режим разбивки текста на строки; для изменения размера шрифта до заполнения текстом ячейки используют опцию **автоподбор ширины**, а для объединения выделенных ячеек в одну устанавливают флажок **объединение ячеек**. В последнем случае адресом вновь образованной в результате объединения ячейки является адрес левой верхней ячейки из объединяемого диапазона. Ячейка содержит данные из верхней левой ячейки исходного диапазона.

Управляющие элементы раздела **Ориентация** используются для определения направления текста в ячейках. Угол наклона можно задать в поле **градусов** или определить в большом графическом поле справа простым перетаскиванием мышью края надписи вдоль дуги с засечками. При этом автоматически меняется значение в поле для угла наклона текста.

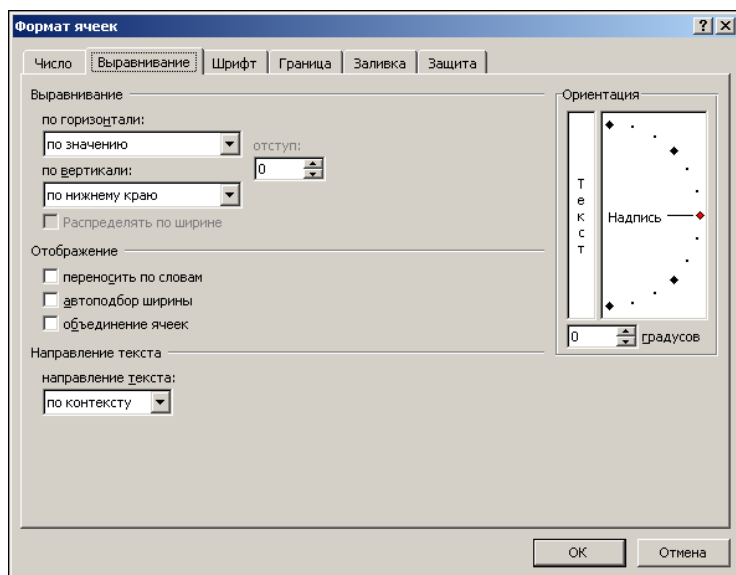


Рис. 14.1. Диалоговое окно **Формат ячеек** открыто на вкладке **Выравнивание**

Пример 14.2. Настройки шрифта

Настройки шрифта выполняются на вкладке **Шрифт** диалогового окна **Формат ячеек** (рис. 14.2).

В списке **Шрифт** указывается тип шрифта, а его стиль и размер соответственно в списках **Начертание** и **Размер**. Если необходимо установить подчеркивание, прибегают к помощи раскрывающегося списка **Подчеркивание**. Изменение цвета шрифта осуществляется с помощью палитры раскрывающегося списка **Цвет**. Можно также использовать специальные эффекты, такие как зачеркивание (опция **зачеркнутый**) и режим надстрочного/подстрочного текста (опции **надстрочный** и **подстрочный**).

Применяемые настройки отслеживают в поле **Образец**. Кроме того, для использования настроек по умолчанию для шрифта можно установить флажок **Обычный**.

Пример 14.3. Границы ячеек

Настройка границ ячеек осуществляется на вкладке **Граница** диалогового окна **Формат ячеек** (рис. 14.3).

В правой части вкладки в разделе **Линия** в списке с графическими элементами выбирается тип линии для отображения границ ячеек. Цвет линии устанавливается в раскрывающемся списке **цвет**.

Основная правая часть вкладки разделена на два раздела: **Все** и **Отдельные**. В разделе **Все** представлены три пиктограммы: **нет**, **внешние** и **внутренние**. Они ис-

пользуются для отмены отображения границ ячеек, отображения внешних границ и отображения всех внутренних границ соответственно. Более детальные и частные настройки режима отображения границ задаются пиктограммами раздела **Отдельные**. Результат выполненных настроек отображается в центральном белом поле, которое окружают упомянутые пиктограммы.

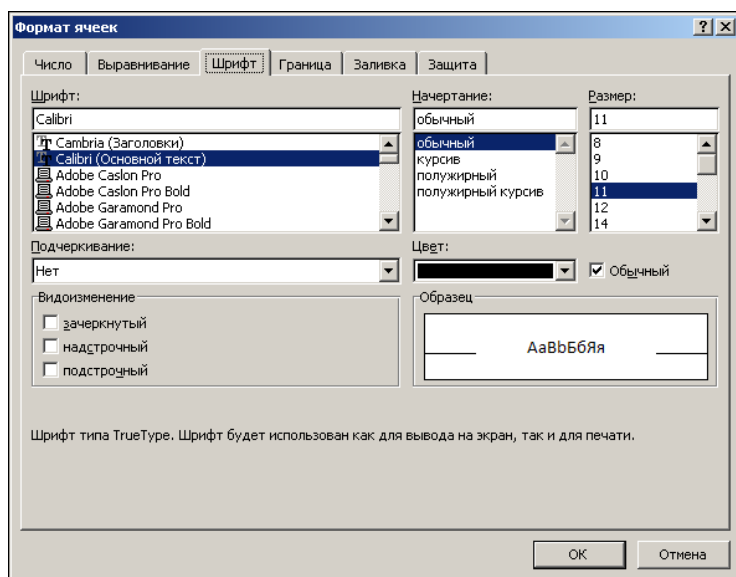


Рис. 14.2. Диалоговое окно **Формат ячеек** открыто на вкладке **Шрифт**

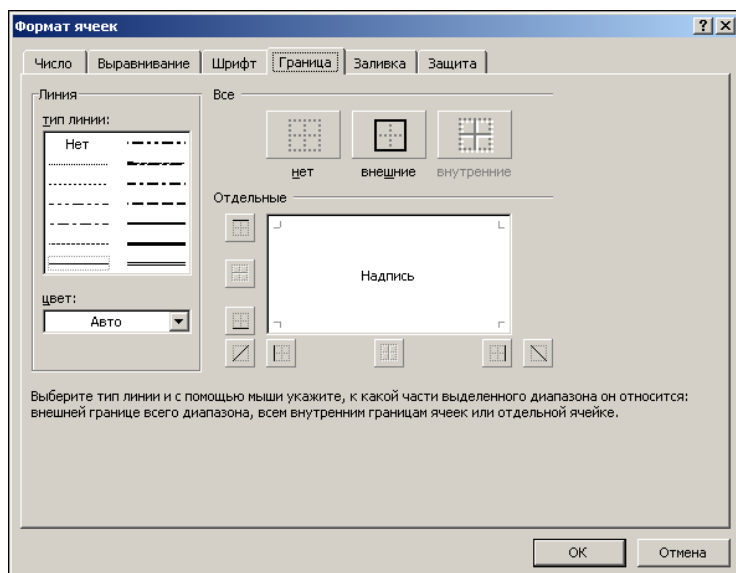


Рис. 14.3. Диалоговое окно **Формат ячеек** открыто на вкладке **Граница**

Пример 14.4. Использование заливки и узора

Нередко полезно выделять отдельные ячейки и целые диапазоны ячеек различными цветами, иногда даже с применением узора. Эти настройки легко выполняются на вкладке **Заливка** диалогового окна **Формат ячеек** (рис. 14.4).

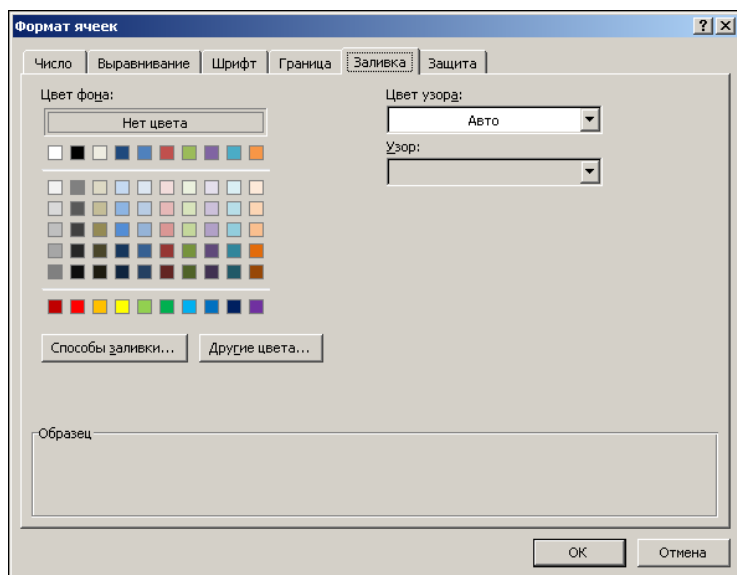


Рис. 14.4. Диалоговое окно **Формат ячеек** открыто на вкладке **Заливка**

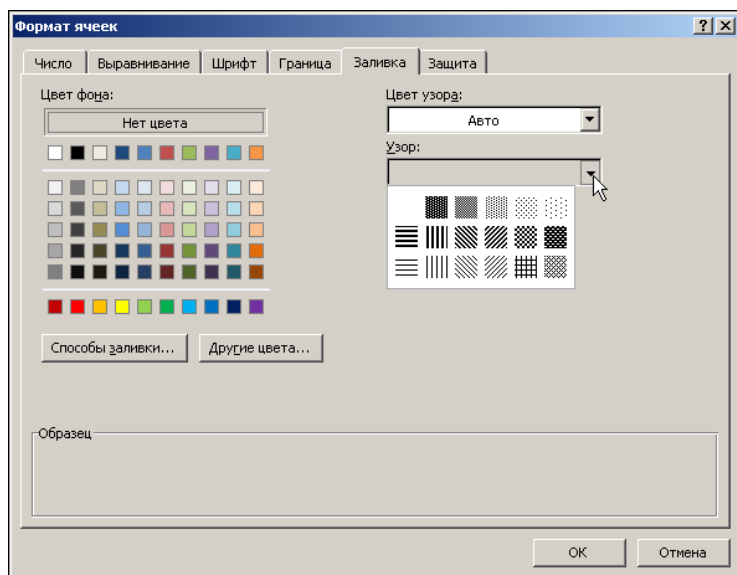
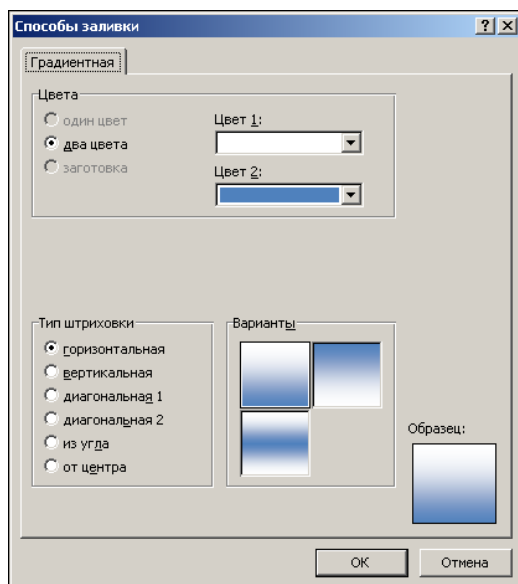


Рис. 14.5. Открыт список доступных узоров

Рис. 14.6. Диалоговое окно **Способы заливки**

Вкладка содержит палитру выбора цвета **Цвет фона** и раскрывающиеся списки выбора цвета узора **Цвет узора** и типа узора **Узор**. Предварительный просмотр осуществляется в поле **Образец**. Помимо этого, на вкладке есть кнопка настройки эффектов заливки **Способы заливки** и кнопка для просмотра палитры дополнительных цветов **Другие цвета**.

При щелчке на пиктограмме списка **Узор** открывается палитра с графическими элементами доступных узоров (рис. 14.5).

Особый интерес представляют эффекты, используемые при заливке. После щелчка кнопки **Способы заливки** открывается одноименное диалоговое окно (рис. 14.6).

В окне устанавливаются типы и подтипы эффектов выделения цветом, а также сами цвета.

Пример 14.5. Режим защиты

На вкладке **Защита** диалогового окна **Формат ячеек** имеются две опции (**Защищаемая ячейка** и **Скрыть формулы**), с помощью которых можно перейти в режим блокировки ячеек и сокрытия формул (рис. 14.7).

Однако эффект от примененных настроек проявится только в случае, если установлен режим защиты рабочего листа. Для этого можно воспользоваться пиктограммой **Защитить лист** в группе **Изменения** на вкладке **Рецензирование** (рис. 14.8).

Откроется диалоговое окно **Защита листа**, представленное на рис. 14.9.

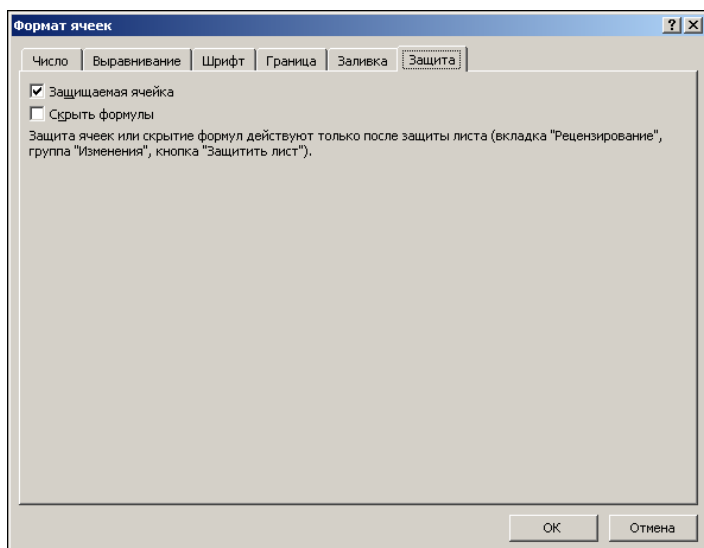
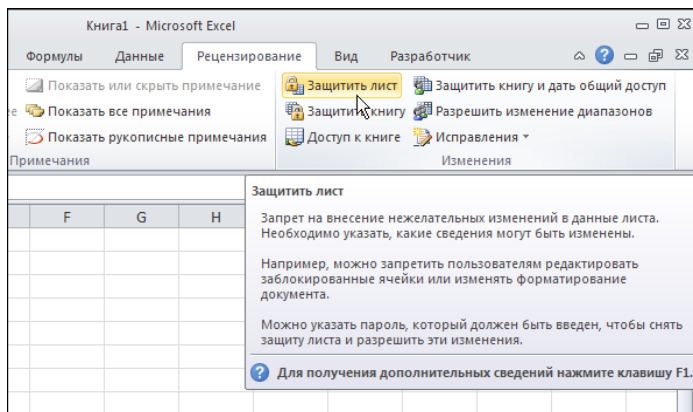
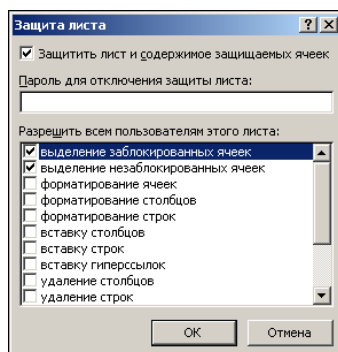
Рис. 14.7. Диалоговое окно **Формат ячеек** открыто на вкладке **Защита**

Рис. 14.8. Переход в режим защиты рабочего листа

Рис. 14.9. Диалоговое окно **Защита листа**

В окне выполняются необходимые настройки (для опций разрешенных действий устанавливаются флажки, также можно ввести пароль для доступа к настройкам защиты листа). После этого к ячейкам, помеченным как защищенные, будет ограничен доступ (в соответствии с выбранными настройками). Такой режим полезен при создании документов для использования сторонними пользователями.

Пример 14.6. Копирование форматов

Удобство работы с форматами состоит в том, что их можно не только создавать, но и копировать. При копировании ячеек (перетаскиванием маркера заполнения ячейки) автоматически копируются и форматы. На рис. 14.10 выделена ячейка с числовым значением и форматом "белый текст на черном фоне".

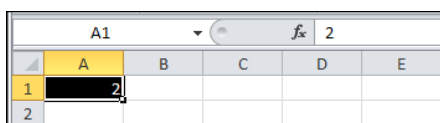


Рис. 14.10. Ячейка для копирования

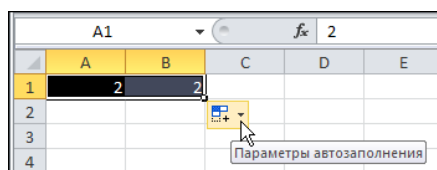


Рис. 14.11. При копировании скопирован и формат ячейки

После копирования ячейки в соседнюю скопировано не только значение, но и формат (рис. 14.11).

Справа снизу от ячейки, в которую осуществлялось копирование, размещена специальная пиктограмма, щелчок на которой приводит к отображению списка команд, позволяющих изменить режим копирования данных и форматов (рис. 14.12).

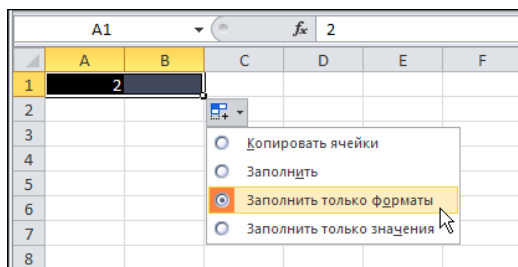


Рис. 14.12. Выбор команды копирования только формата

Среди этих команд есть и команда **Заполнить только форматы**, позволяющая копировать только формат, без копирования значения.

Для копирования форматов на вкладке **Главная** в разделе **Буфер обмена** имеется пиктограмма **Формат по образцу** (рис. 14.13).

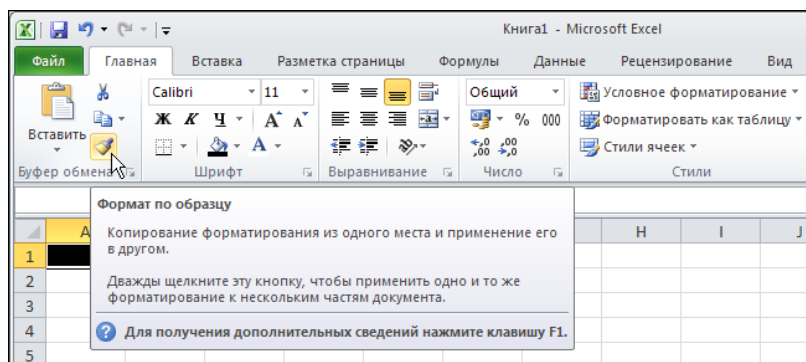


Рис. 14.13. Использование пиктограммы для копирования формата

Предварительно следует выделить ячейку или диапазон, формат которого копируется. После щелчка на указанной пиктограмме курсор мыши принимает специфический вид (возле полого креста появляется изображение покрасочной кисточки). Необходимо выделить ячейку или диапазон, к которым применяется формат (рис. 14.14).

Результат копирования формата показан на рис. 14.15.

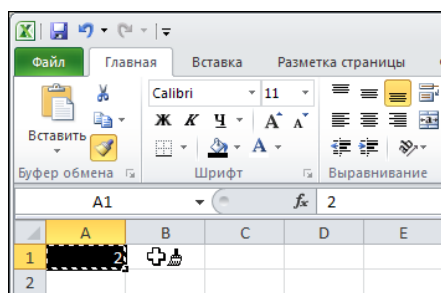


Рис. 14.14. Копирование формата

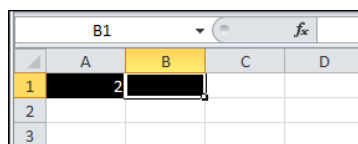


Рис. 14.15. Результат копирования формата

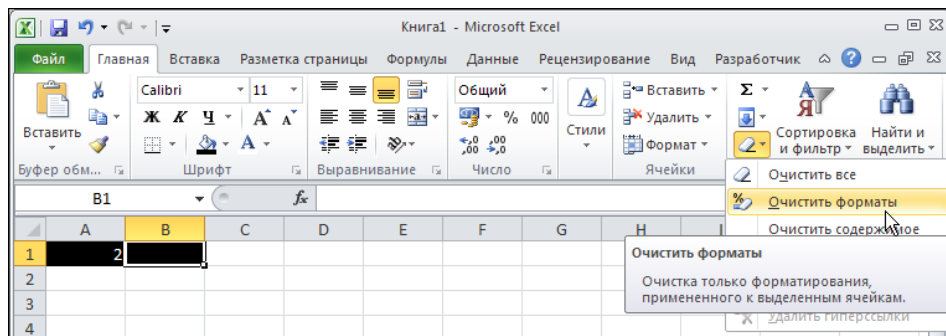


Рис. 14.16. Очистка формата

Может сложиться ситуация, при которой нужно отменить созданные или примененные ранее форматы. Для этого выделяют нужный диапазон ячеек и в раскрывающемся списке пиктограммы с изображением ластика (вкладка **Главная** ленты) выбирают команду **Очистить форматы** (рис. 14.16).

В списке также представлены команды, позволяющие удалять только данные, комментарии или производить полную очистку значений ячеек вместе с отменой форматов.

Пример 14.7. Создание групп

По большому счету назначение форматирования состоит в том, чтобы наиболее эффективно разбить данные на разные категории, сформировав тем самым структуру документа. Этим целям может служить и процедура разбивки рабочих листов на специальные группы. Каждую группу можно сворачивать и разворачивать, отображая тем самым в документе лишь наиболее важные части и области документа, а также разбивать на подгруппы. В полной мере эти механизмы к форматированию отнести нельзя, но некоторое сходство все же прослеживается.

Для создания группы выделим диапазон ячеек и выберем пиктограмму **Группировать** на вкладке **Данные** ленты в группе **Структура** (рис. 14.17).

Откроется диалоговое окно **Группирование**, в котором следует указать, как создавать группу: по столбцам или строкам (рис. 14.18).

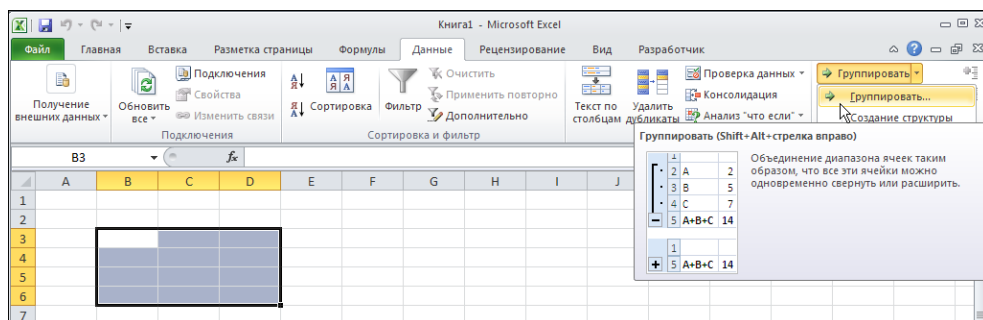


Рис. 14.17. Создание группы

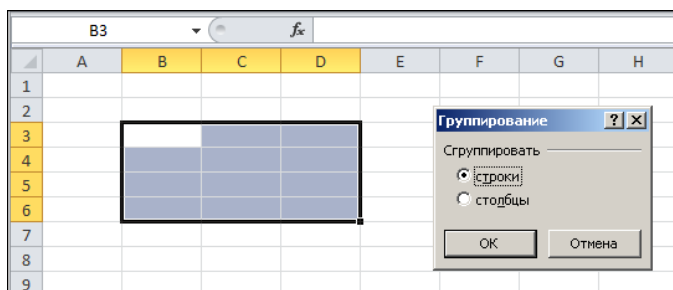


Рис. 14.18. Выбор способа группировки

Результат создания группы показан на рис. 14.19.

Группу, кроме прочего, можно сворачивать и разворачивать. Чтобы свернуть группу, щелкают на пиктограмме с изображением черты (рис. 14.20).

В верхней части слева от поля индексации строк имеются пиктограммы с цифрами, щелчок на которых также позволяет сворачивать и разворачивать группу (рис. 14.21).

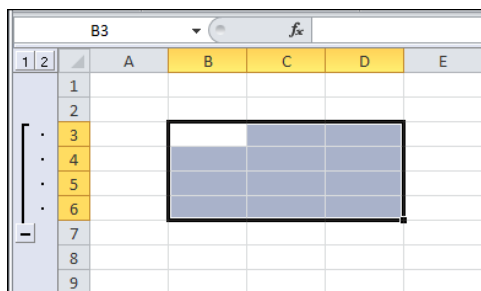


Рис. 14.19. Группа создана

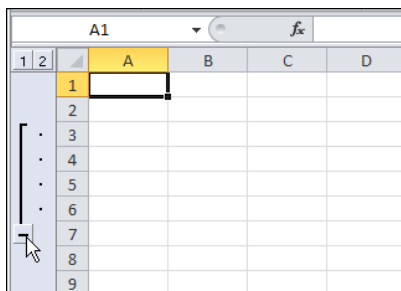


Рис. 14.20. Сворачивание группы

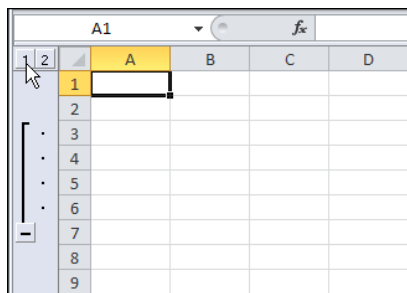


Рис. 14.21. Альтернативный способ сворачивания группы

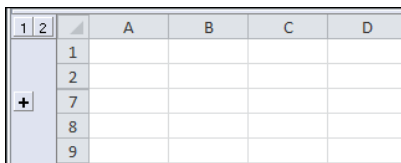


Рис. 14.22. Группа в свернутом виде

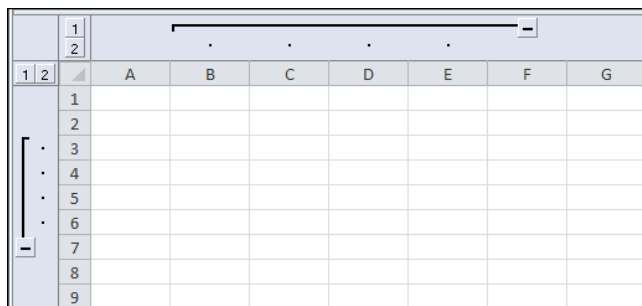


Рис. 14.23. Две группы в документе

Помимо этого, для сворачивания и разворачивания групп имеются специальные пиктограммы с изображением знаков зеленого плюса и красного минуса в группе **Структура** вкладки **Данные**. Группа в свернутом состоянии показана на рис. 14.22.

В документе может быть несколько групп. Документ на рис. 14.23 содержит одну группу для строк и одну для столбцов.

Внутри и вне групп можно создавать новые группы. Таким образом, получают систему групп с вложенными в них подгруппами, как на рис. 14.24.

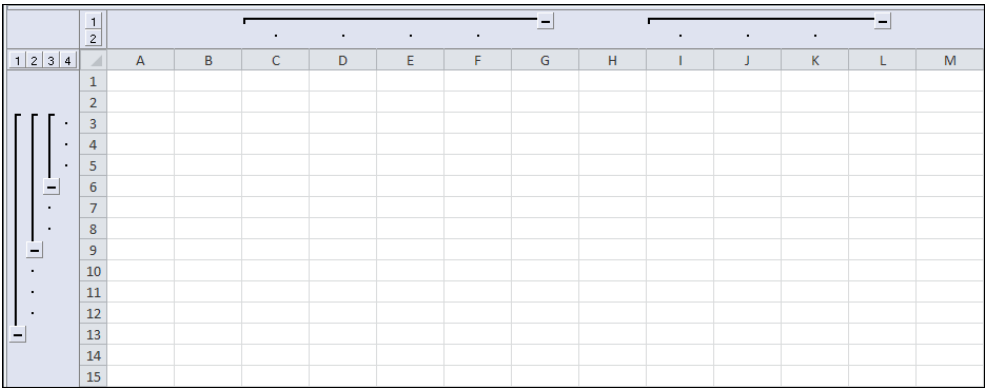


Рис. 14.24. Несколько групп и подгрупп

Удаление групп из рабочего документа осуществляется с помощью пиктограммы **Разгруппировать**, расположенной в группе **Структура** вкладки **Данные** рядом с пиктограммой создания групп **Группировать**.

Глава 15



Стили и автоматическое форматирование

В принципе подход, основанный на форматировании каждой ячейки документа, хотя и эффективен, но не всегда удобен. Дело в том, что часто необходимо придерживаться единого стандарта в форматировании данных в различных документах. Если параметров форматирования достаточно много, задача становится не очень простой. В таких ситуациях используют стили. По большому счету, стиль — это предопределенный набор правил форматирования данных. Существуют встроенные стили, доступные в Excel по умолчанию, а также стили пользователя, которые создаются пользователем самостоятельно.

Встроенные стили Excel применяются сразу к целым таблицам (имеются в виду структурные таблицы в рабочих документах). Другими словами, это неоднородные форматы, предопределенные комбинации форматов ячеек, применяемые в зависимости от структуры таблицы и местоположения ячеек в этой таблице. Использование встроенных стилей существенно упрощает задачу качественного выделения данных в ячейках через их форматирование, особенно если учесть достаточно большое число встроенных стилей и возможность вносить в них изменения.

Пример 15.1. Применение встроенных стилей таблиц

В первую очередь выясним, каким образом к диапазону ячеек, формирующему таблицу данных, может быть применен встроенный табличный стиль Excel. На рис. 15.1 показан фрагмент документа, содержащий небольшую таблицу.

Для большей наглядности никакие специальные форматы к ячейкам таблицы предварительно не применялись (разве что выровнены по центру значения в ячейках **B6:E6**).

Перед применением стиля ради удобства выделим диапазон ячеек, к которому будем применять стиль. Речь идет о ячейках **A6:E10**. В принципе этого можно было бы не делать, но впоследствии диапазон все равно придется указывать, так что лучше это сделать сразу. На рис. 15.2 ячейки выделены, после чего выполняется щелчок на пиктограмме **Форматировать как таблицу** в группе **Стили** вкладки **Главная**.

	A	B	C	D	E
1	Пример 15.1. Встроенные стили таблиц				
2					
3					
4	Акцизный сбор (млн. евро)				
5					
6	Позиция	2002	2003	2004	2005
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397
9	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968
10	Всего	291,4285714	351,9206349	513,6349206	638,4920635
11					

Рис. 15.1. Исходный документ перед применением встроенных стилей таблиц

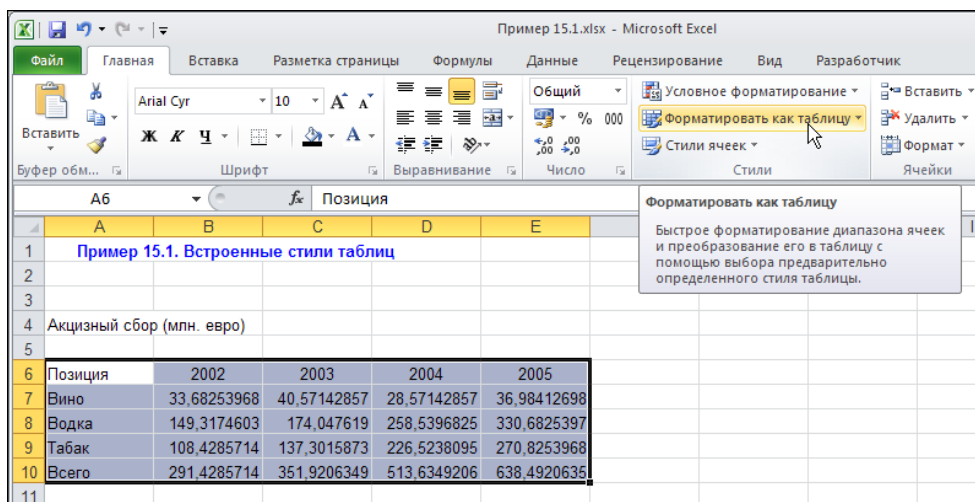


Рис. 15.2. Для применения встроенного стиля выделяем диапазон ячеек

Пиктограмма служит для того, чтобы открыть окно-список с графическими элементами (рис. 15.3).

Окно разбито на три раздела (**Светлый**, **Средний** и **Темный**), а графические элементы в каждом из этих разделов являются, по сути, миниатюрными изображениями таблиц при условии применения соответствующего стиля. Для применения стиля следует щелкнуть на одном из этих элементов. В окне также содержатся команды **Создать стиль таблицы** и **Создать стиль сводной таблицы** для создания пользователем собственных стилей таблиц (об этом несколько позже).

После щелчка на первом элементе в разделе **Светлый** в рабочем окне приложения открывается диалоговое окно **Форматирование таблицы** с полем для ввода (или подтверждения) диапазона ячеек, к которым применяется стиль, и опцией **Таблица с заголовками** для выделения в таблице заголовков (рис. 15.4).

После подтверждения настроек получаем результат, как показано на рис. 15.5.

Кроме способа выделения ячеек, интерес представляет строка заголовков таблицы (диапазон ячеек **A6:E6**). Каждая ячейка строки заголовков содержит пиктограмму раскрывающегося списка, щелчок на которой позволяет открыть окно-список с множеством функциональных элементов и команд (рис. 15.6).

Среди полезных утилит, доступных через упомянутый список, можно выделить команды сортировки значений в столбцах таблицы и возможность устанавливать фильтры (см. рис. 15.6).

Результат применения к тому же самому диапазону ячеек стиля, помеченного первым элементом в разделе **Средний** окна выбора стиля таблицы, показан на рис. 15.7.

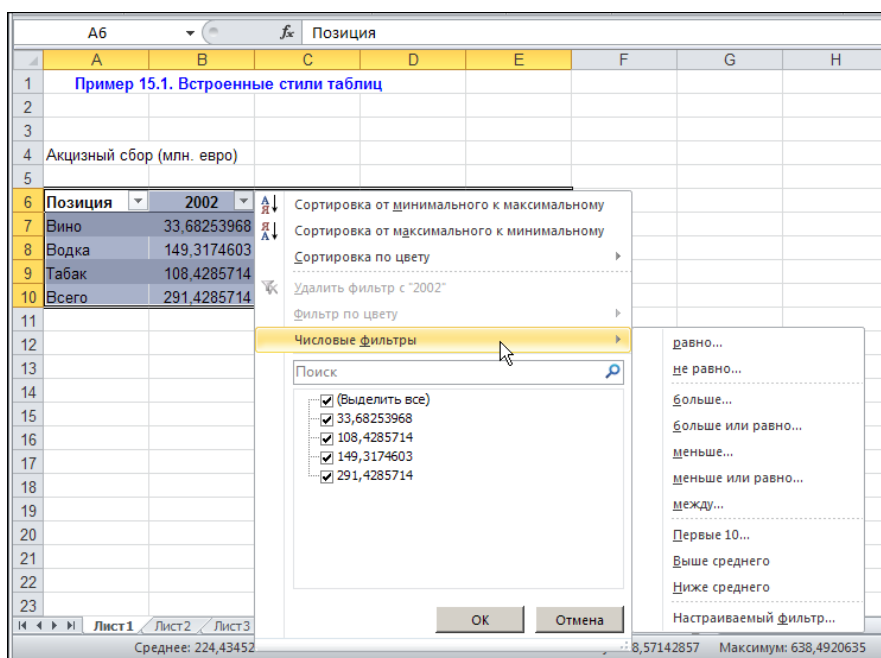


Рис. 15.6. Функциональные возможности заголовков таблицы после применения стиля

	A	B	C	D	E
1	Пример 15.1. Встроенные стили таблиц				
2					
3					
4	Акцизный сбор (млн. евро)				
5					
6	Позиция	2002	2003	2004	2005
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397
9	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968
10	Всего	291,4285714	351,9206349	513,6349206	638,4920635
11					

Рис. 15.7. К фрагменту документа применен встроенный стиль таблицы — первый в разделе **Средний** окна выбора стиля

	A	B	C	D	E
1	Пример 15.1. Встроенные стили таблиц				
2					
3					
4	Акцизный сбор (млн. евро)				
5					
6	Позиция ▾	2002 ▾	2003 ▾	2004 ▾	2005 ▾
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397
9	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968
10	Всего	291,4285714	351,9206349	513,6349206	638,4920635
11					

Рис. 15.8. К фрагменту документа применен встроенный стиль таблицы — первый в разделе **Темный** окна выбора стиля

На рис. 15.8 показано, как будет выглядеть таблица, если вместо первого элемента в разделе **Средний** воспользоваться первым элементом в разделе **Темный**.

Помимо формального унифицированного выделения данных, в таблице при применении специального стиля использование стилей имеет то существенное преимущество, что обрабатывать выделенные стилем данные намного легче, чем не выделенные. Об этом речь пойдет в *примере 15.2*.

Пример 15.2. Работа с выделенными стилем таблицами

Применение специального стиля таблицы обеспечивает не только наглядность представления данных, но и позволяет выполнять ряд операций по обработке данных таблицы в удобном режиме. Рассмотрим некоторые из таких возможностей.

Некоторые простые вещи при работе с таблицами становятся еще проще. Например, чтобы выделить столбец таблицы, достаточно навести курсор на рамку заголовка (курсor примет вид направленной вниз стрелки) и щелкнуть кнопкой мыши (рис. 15.9).

Данные таблицы можно сортировать. Следует раскрыть список заголовка таблицы и выбрать способ сортировки данных. На рис. 15.10 раскрыт список заголовка **Позиция**, и строки таблицы будут отсортированы в алфавитном порядке по значению в столбце данной категории.

Результат сортировки данных таблицы приведен на рис. 15.11.

В том же раскрываемом списке заголовка можно установить фильтр, в соответствии с которым данные отображаются в таблице. На рис. 15.12 в списке текстовых фильтров раскрываемого списка заголовка **Позиция** отменен флажок опции **Всего**.

В результате в таблице соответствующая позиция отображаться не будет, как на рис. 15.13.

При этом соответствующие данные не удаляются, они просто не отображаются в таблице. Чтобы изменить ситуацию, следует восстановить флажок опции для данной позиции в раскрываемом списке заголовка таблицы.

	B6		f _x	2002	
	A	B	C	D	E
1	Пример 15.2. Работа с выделенными стилями таблицами				
2					
3					
4	Акцизный сбор (млн. евро)				
5					
6	Позиция	2002	2003	2004	2005
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397
9	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968
10	Всего	291,4285714	351,9206349	513,6349206	638,4920635
11					

Рис. 15.9. Выделение столбца таблицы

	B6		f _x	2002	
	A	B	C	D	E
1	Пример 15.2. Работа с выделенными стилями таблицами				
2					
3					
4	Акцизный сбор (млн. евро)				
5					
6	Позиция	Сортировка от А до Я			2005
7	Вино	Сортировка от Я до А			36,98412698
8	Водка	Сортировка по цвету			330,6825397
9	Табак	Удалить фильтр с "Позиция"			270,8253968
10	Всего	Фильтр по цвету			638,4920635
11		Текстовые фильтры			
12		Поиск			
13		☒ (Выделить все)			
14		☒ Вино			
15		☒ Водка			
16		☒ Всего			
17		☒ Табак			
18					
19					
20					
21					
22					
23					
	Лист1	OK Отмена			во чисел: 4 Миним

Рис. 15.10. Сортировка данных в таблице

	A7		f _x	Вино	
	A	B	C	D	E
1	Пример 15.2. Работа с выделенными стилями таблицами				
2					
3					
4	Акцизный сбор (млн. евро)				
5					
6	Позиция	2002	2003	2004	2005
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397
9	Всего	183	214,6190476	287,1111111	367,6666667
10	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968
11					

Рис. 15.11. Результат сортировки данных в таблице

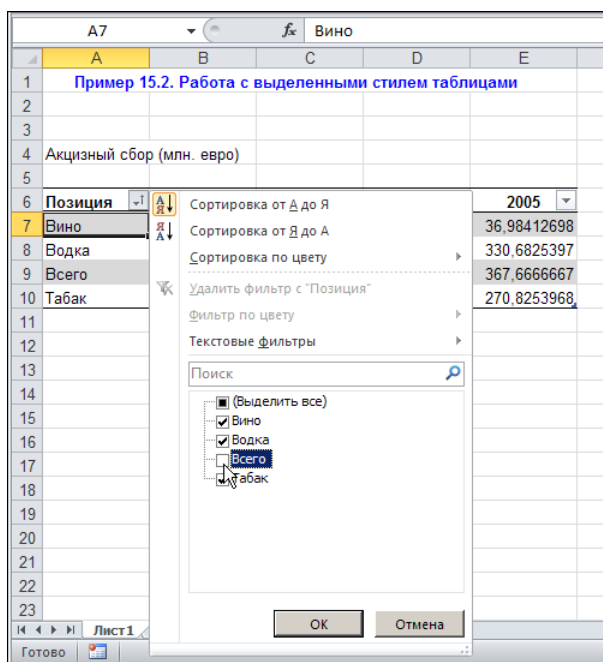


Рис. 15.12. Установка фильтра для отображения данных в таблице

A7		Вино			
	A	B	C	D	E
1	Пример 15.2. Работа с выделенными стилем таблицами				
2					
3					
4	Акцизный сбор (млн. евро)				
5					
6	Позиция	2002	2003	2004	2005
7	Вино	33,682,539	40,571,428	28,571,428	36,984,126
8	Водка	149,317,460	174,047,619	258,539,625	330,682,539
10	Табак	108,428,571	137,301,587	226,523,809	270,825,396
11					

Рис. 15.13. Таблица после установки фильтра

A7			f _x	Вино		
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 15.2. Работа с выделенными стилем таблицами					
2						
3						
4	Акцизный сбор (млн. евро)					
5						
6	Позиция	2002	2003	2004	2005	
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698	
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397	
10	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968	
11						
12						
13						
14						

Рис. 15.14. Изменение размеров таблицы

	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 15.2. Работа с выделенными стилями таблицами						
2							
3							
4	Акцизный сбор (млн. евро)						
5							
6	Позиция	2002	2003	2004	2005	2006	
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698		
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397		
10	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968		
11							
12							
13							
14							
15							
16							

Рис. 15.15. Таблица после изменения размеров

Изменять размеры можно простым перетаскиванием рамок таблицы, как это показано на рис. 15.14.

При этом новые ячейки, добавляемые в таблицу, автоматически форматируются в соответствии со стилем таблицы (рис. 15.15). Заполняем эти новые ячейки данными, как показано на рис. 15.16.

При этом большое число настроек может быть выполнено с помощью дополнительной вкладки **Работа с таблицами | Конструктор**, которая отображается каждый раз при выделении ячейки в таблице (см. рис. 15.16).

Настройки могут быть самыми разнообразными, начиная от общего стиля таблицы и заканчивая созданием сводной таблицы. Например, группа опций **Параметры стилей таблиц** позволяет выделять специальным образом первый и последний столбики таблицы (опции **Первый столбец** и **Последний столбец**), а также добавить строку с обобщенным показателем общего числа позиций в столбце (опция **Строка итогов**). На рис. 15.17 показан документ с выполненными настройками.

Саму обобщенную характеристику можно изменить на сумму значений в столбце или среднее значение. Для этого надо выделить ячейку с текущим значением обобщенной характеристики и раскрыть список пиктограммы справа внизу от ячейки, как на рис. 15.18.

В списке можно выбрать функцию для вычисления нужного показателя. Отметим также еще одну возможность, достаточно важную с практической точки зрения. Несмотря на удобство таблиц, иногда легче данные заносить в обычные диапазоны ячеек. Для преобразования таблицы в обычный диапазон ячеек щелкнем на пиктограмме **Преобразовать в диапазон** группе **Сервис** вкладки **Работа с таблицами | Конструктор** (рис. 15.19).

Результат преобразования таблицы в диапазон показан на рис. 15.20.

Перед преобразованием позиция **Всего** в таблице не отображалась и при расширении таблицы данные для этой позиции в последний столбец не заносились. После преобразования таблицы в диапазон отображены все позиции, и для позиции **Всего** одна ячейка не заполнена.

Пример 15.2.xlsx - Microsoft Excel

Работа с таблицами

Имя таблицы: Таблица4

Свойства

Сводная таблица

Удалить дубликаты

Преобразовать в диапазон

Сервис

Экспорт

Обновить

Данные из внешней та...

Строка заголовка

Строка итогов

Чередующиеся строки

Первый столбец

Последний столбец

Чередующиеся столбцы

Параметры стилей таблиц

Стили таблиц

Экспресс-стили

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5										
6	Позиция	2002	2003	2004	2005	2006				
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698	34,92063492				
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397	301,5873016				
10	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968	286,6666667				
11	Товар А	1,587301587	1,746031746	1,904761905	1,428571429	2,380952381				
12	Товар Б	20,63492063	23,80952381	25,3968254	22,38095238	20,15873016				
13	Товар В	38,88888889	42,85714286	41,11111111	42,53968254	44,28571429				
14	Товар С	17,76190476	18,71428571	20,14285714	23,15873016	21,41269841				
15										

Рис. 15.16. Таблица с заполненными дополнительными полями

Пример 15.2.xlsx - Microsoft Excel

Работа с таблицами

Имя таблицы: Таблица4

Свойства

Сводная таблица

Удалить дубликаты

Преобразовать в диапазон

Сервис

Экспорт

Обновить

Данные из внешней та...

Строка заголовка

Строка итогов

Чередующиеся строки

Первый столбец

Последний столбец

Чередующиеся столбцы

Параметры стилей таблиц

Стили таблиц

Экспресс-стили

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5										
6	Позиция	2002	2003	2004	2005	2006				
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698	34,92063492				
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397	301,5873016				
10	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968	286,6666667				
11	Товар А	1,587301587	1,746031746	1,904761905	1,428571429	2,380952381				
12	Товар Б	20,63492063	23,80952381	25,3968254	22,38095238	20,15873016				
13	Товар В	38,88888889	42,85714286	41,11111111	42,53968254	44,28571429				
14	Товар С	17,76190476	18,71428571	20,14285714	23,15873016	21,41269841				
15	Итого					711,4126984				
16										

Рис. 15.17. Изменение настроек таблицы

Пример 15.2. Работа с выделенными стилем таблицами

Акционный сбор (млн. евро)

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4							
5							
6	Позиция	2002	2003	2004	2005	2006	
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698	34,92063492	
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397	301,5873016	
10	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968	286,6666667	
11	Товар А	1,587301587	1,746031746	1,904761905	1,428571429	2,380952381	
12	Товар Б	20,63492063	23,80952381	25,3968254	22,38095238	20,15873016	
13	Товар В	38,88888889	42,85714286	41,11111111	42,53968254	44,28571429	
14	Товар С	17,76190476	18,71428571	20,14285714	23,15873016	21,41269841	
15	Итого					711,4126984	
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

711,4126984

- Нет
- Среднее
- Количество
- Количество чисел
- Максимум
- Минимум
- Сумма
- Смещение отклонения
- Смещение дисперсии
- Другие функции...

Рис. 15.18. Изменение способа расчета значения

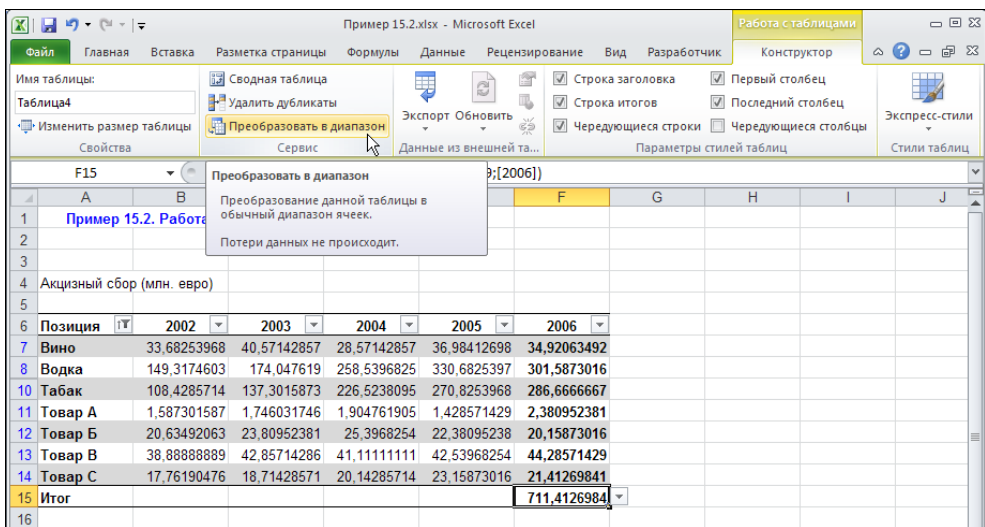


Рис. 15.19. Преобразование таблицы в диапазон

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 15.2. Работа с выделенными стилями таблицами					
2						
3						
4	Акцизный сбор (млн. евро)					
5						
6	Позиция	2002	2003	2004	2005	2006
7	Вино	33,68253968	40,57142857	28,57142857	36,98412698	34,92063492
8	Водка	149,3174603	174,047619	258,5396825	330,6825397	301,5873016
9	Всего	183	214,6190476	287,1111111	367,6666667	
10	Табак	108,4285714	137,3015873	226,5238095	270,8253968	286,6666667
11	Товар А	1,587301587	1,746031746	1,904761905	1,428571429	2,380952381
12	Товар Б	20,63492063	23,80952381	25,3968254	22,38095238	20,15873016
13	Товар В	38,88888889	42,85714286	41,11111111	42,53968254	44,28571429
14	Товар С	17,76190476	18,71428571	20,14285714	23,15873016	21,41269841
15	Итого					711,4126984
16						

Рис. 15.20. Таблица после преобразования в диапазон

Пример 15.3. Создание нового стиля таблицы

Хотя предлагаемых встроенных табличных стилей достаточно много, пользователю предоставлена возможность создавать собственные стили для таблиц. Для создания стиля следует на вкладке **Главная** ленты щелкнуть на пиктограмме **Форматировать как таблицу** и в раскрывшемся списке выбрать команду **Создать стиль таблицы** (рис. 15.21).

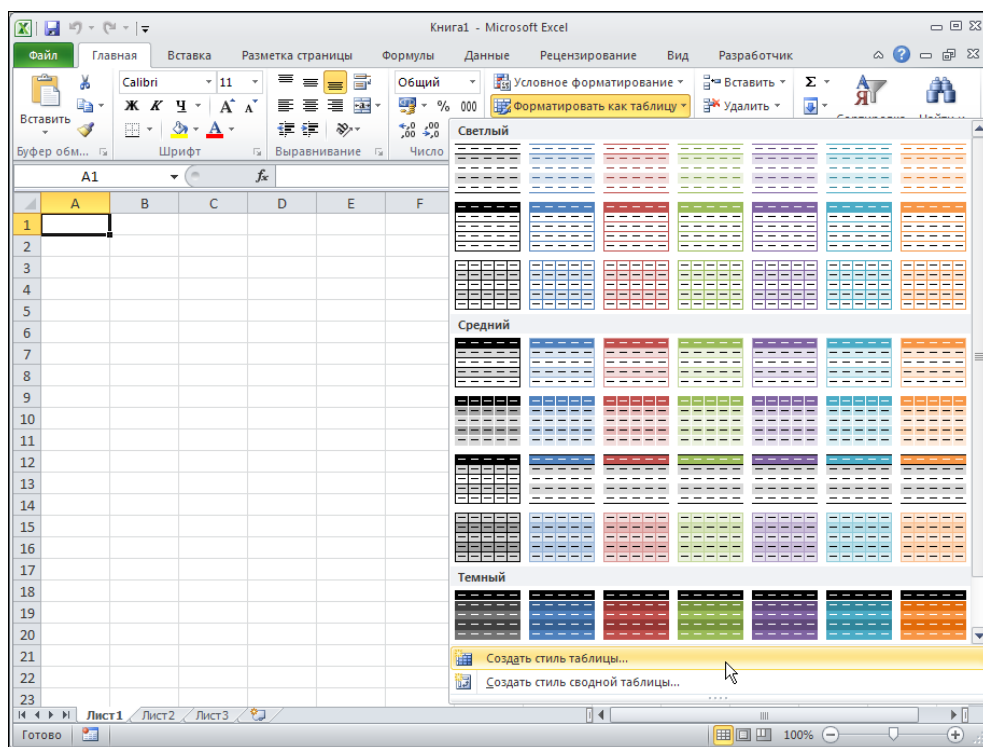


Рис. 15.21. Выбор команды создания нового стиля таблицы

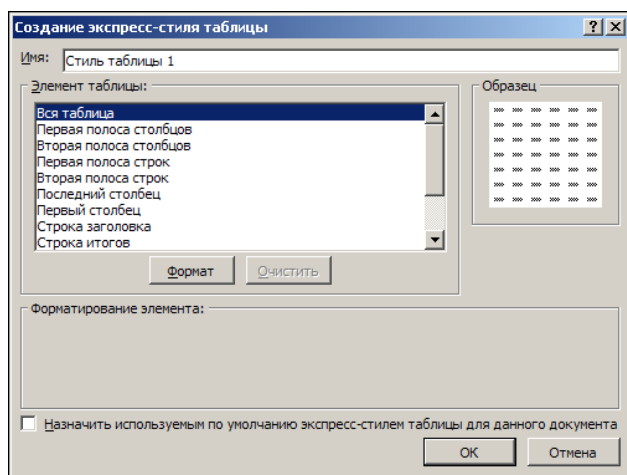


Рис. 15.22. Окно определения стиля таблицы

Откроется диалоговое окно, в котором выполняются настройки для создаваемого стиля (рис. 15.22).

В поле **Имя** указывается название создаваемого стиля. Список **Элемент таблицы** используется для выбора настраиваемого элемента таблицы, а формат этого элемента задается в стандартном диалоговом окне, которое открывается после щелчка кнопки **Формат**. Эффект от применяемых настроек отслеживают в поле предварительного просмотра **Образец**.

Пример 15.4. Использование встроенных стилей ячеек

В качестве иллюстрации к применению встроенных стилей рассмотрим документ, представленный на рис. 15.23.

A3		f _x Продажи				
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 15.4. Использование встроенных стилей					
2						
3	Продажи	1-й квартал	2-й квартал	3-й квартал	4-й квартал	Всего
4	Товар А	12300	11730	10320	12170	46520
5	Товар Б	11350	8760	8940	10340	39390
6	Товар В	9850	8600	9250	8590	36290
7	Всего	33500	29090	28510	31100	122200
8						

Рис. 15.23. Исходный документ перед применением форматирования с использованием встроенных стилей

Документ содержит условные данные о продажах трех типов товаров по кварталам. Никакое форматирование к данным в ячейках этого документа (той его части, что содержит фактические данные и названия полей) не применялось. Ячейки **B4:E6** содержат данные о продажах товаров (**Товар А** — ячейки **B4:E4**, **Товар Б** — ячейки **B5:E5**, **Товар В** — ячейки **B6:E6**), ячейки **B7:E7** дают представление об общих продажах по всем трем товарам за каждый из кварталов, в ячейках **F4:F6** вычисляется суммарный доход от продаж по каждому из товаров за год, а ячейка **F7** дает значение общего дохода от продажи всех товаров за год. Кроме этих ячеек, таблица содержит ячейки с названиями полей. В соответствии с характером данных в таблице будем выполнять форматирование (применять стили).

В первую очередь следует условно разбить данные на группы, подлежащие форматированию одинаковыми стилями. Делать это можно по-разному, одного рецепта нет. Многое зависит от того, какие данные и в каком аспекте представляют первоочередной интерес. Используем принцип группировки данных по позиции **Товар**, выделив отдельно позицию **Всего** (ячейки **F4:F6**). Более конкретно, процедура форматирования будет состоять из следующих этапов:

1. К ячейкам **A4:E4**, **A5:E5** и **A6:E6** применяем разные, но однотипные стили (т. е. единый спектр позиций форматирования, но разные значения соответствующих свойств).

2. Специальный стиль применяем к ячейкам **F4:F6** (общая выручка по товарам за год).
3. К ячейкам **A3:F3** (названия полей таблицы данных) и **A7:F7** (позиция **Всего** с названием поля и данными об общей выручке от продажи товаров) применяем одинаковый стиль.

Для реализации такого скромного плана выделим диапазон ячеек **A4:E4** и в группе **Стиль** вкладки **Главная** ленты щелкнем на пиктограмме **Стили ячеек** (рис. 15.24).

При этом открывается окно выбора стилей (рис. 15.25).

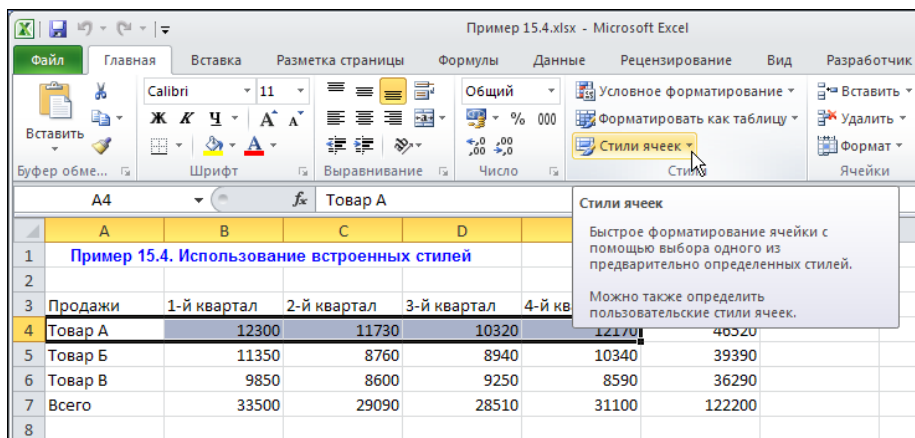


Рис. 15.24. Выбор стиля форматирования данных в ячейках

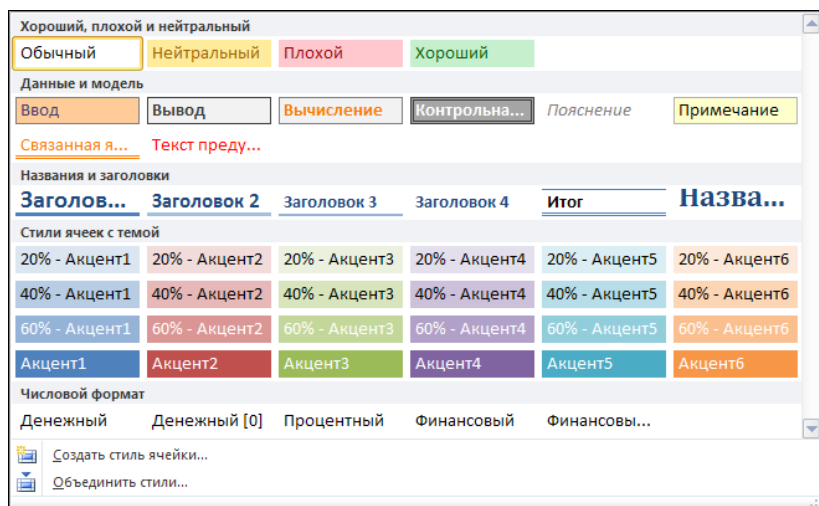


Рис. 15.25. Окно выбора стиля

В окне огромное количество пиктограмм, внешний вид которых дает представление о применяемом стиле. Стили разбиты на несколько групп и подразумевают выделение ячеек заливкой, шрифтом (размер, тип, цвет и т. п.) и пр. При наведении указателя мыши на пиктограмму стиля этот стиль автоматически применяется к диапазону ячеек (тому, который был выделен для применения стиля), так что есть возможность сразу оценить эффект от использования стиля. Для ячеек **A4:E4** задействуем стиль **Акцент 1** (нижняя часть раздела **Стили ячеек с темой**). Процедура применения формата проиллюстрирована на рис. 15.26.

К ячейкам **A5:E5** применяем стиль **Акцент2**, а к ячейкам **A6:E6** — стиль **Акцент3** (стили формально близки, основное различие состоит в цвете заливки). Результат форматирования ячеек указанными стилями показан на рис. 15.27.

К ячейкам **F4:F6** применим стиль **60%-Акцент1** (первая пиктограмма предпоследней строки раздела **Стили ячеек с темой**). Как документ будет выглядеть после этого, показано на рис. 15.28.

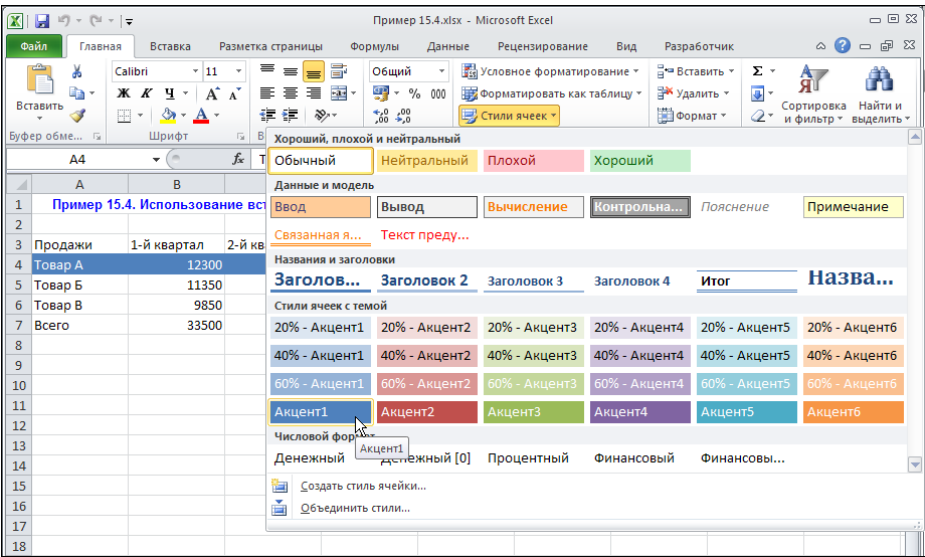


Рис. 15.26. Процесс применения стиля к диапазону ячеек

F4	=СУММ(B4:E4)				
	A	B	C	D	E
1	Пример 15.4. Использование встроенных стилей				
2					
3	Продажи	1-й квартал	2-й квартал	3-й квартал	4-й квартал
4	Товар А	12300	11730	10320	12170
5	Товар Б	11350	8760	8940	10340
6	Товар В	9850	8600	9250	8590
7	Всего	33500	29090	28510	31100
8					

Рис. 15.27. Результат применения стиля к диапазону ячеек и выделение ячеек для последующего форматирования

A7		Всего				
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 15.4. Использование встроенных стилей					
2						
3	Продажи	1-й квартал	2-й квартал	3-й квартал	4-й квартал	Всего
4	Товар А	12300	11730	10320	12170	46520
5	Товар Б	11350	8760	8940	10340	39390
6	Товар В	9850	8600	9250	8590	36290
7	Всего	33500	29090	28510	31100	122200
8						

Рис. 15.28. Дальнейшее применение стилей

Выделяем группу ячеек, состоящую из диапазонов **A3:F3** и **A7:F7**, и форматируем их стилем **Заголовок 2** (пиктограмма стиля находится в разделе **Названия и заголовки** в окне выбора стилей). После этого для применения валютного формата выделяется диапазон ячеек **B4:F7** (рис. 15.29).

B4		12300				
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 15.4. Использование встроенных стилей					
2						
3	Продажи	1-й квартал	2-й квартал	3-й квартал	4-й квартал	Всего
4	Товар А	12300	11730	10320	12170	46520
5	Товар Б	11350	8760	8940	10340	39390
6	Товар В	9850	8600	9250	8590	36290
7	Всего	33500	29090	28510	31100	122200
8						

Рис. 15.29. Выделен диапазон ячеек для применения формата валюты

Этот диапазон содержит фактические данные об объемах выручки от реализации товаров (по разным позициям). Для применения нужного стиля можно, например, щелкнуть на пиктограмме **Денежный [0]** в окне выбора стилей (см. рис. 15.25).

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 15.4. Использование встроенных стилей					
2						
3	Продажи	1-й квартал	2-й квартал	3-й квартал	4-й квартал	Всего
4	Товар А	12 300р.	11 730р.	10 320р.	12 170р.	46 520р.
5	Товар Б	11 350р.	8 760р.	8 940р.	10 340р.	39 390р.
6	Товар В	9 850р.	8 600р.	9 250р.	8 590р.	36 290р.
7	Всего	33 500р.	29 090р.	28 510р.	31 100р.	122 200р.
8						

Рис. 15.30. Конечный вид документа

На рис. 15.30 показано, как будет выглядеть рабочий документ после применения всех перечисленных выше стилей.

Пример 15.5. Создание нового стиля

Как и в случае стилей таблиц, существует возможность создания пользовательских стилей с целью их дальнейшего применения при форматировании документов. Для создания стиля на вкладке **Главная** следует щелкнуть на пиктограмме **Стили ячеек** и в раскрывшемся списке выбрать команду **Создать стиль ячейки** (рис. 15.31).

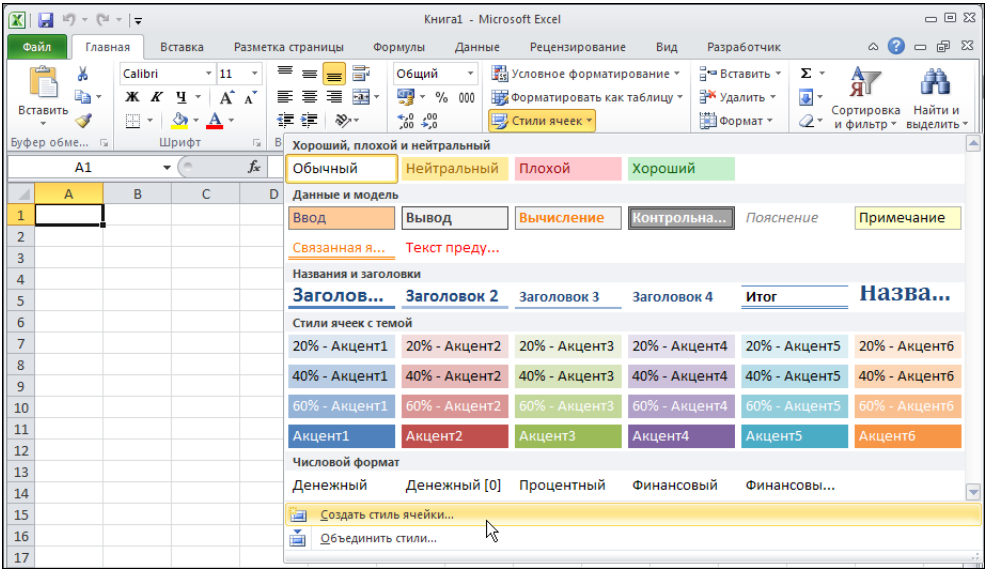


Рис. 15.31. Создание нового стиля

Как и при создании стиля таблицы, открывается окно настройки параметров стиля, правда, в этом случае оно намного проще выглядит (рис. 15.32).

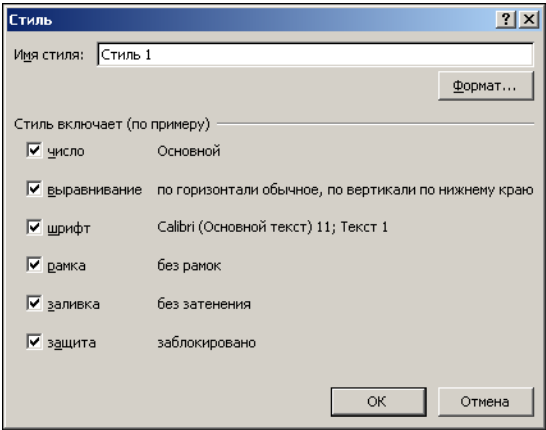
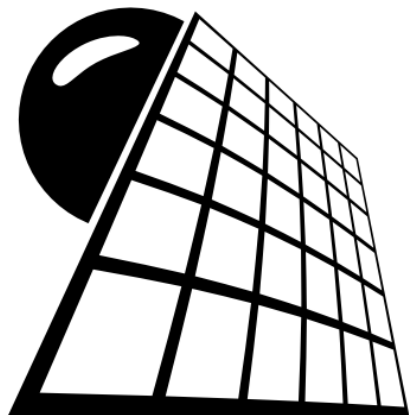


Рис. 15.32. Окно настройки параметров стиля

Название стиля указывается в поле **Имя стиля**. Применяемые параметры, такие как шрифт, выравнивание и заливка, определяются путем установки соответствующих флажков. Настройки параметров осуществляются в диалоговом окне формата ячеек. Чтобы открыть это окно, следует щелкнуть кнопку **Формат**.

После создания стиля он будет отображаться в списке команд пиктограммы **Стили ячеек** (в разделе **Пользовательские**) и его можно использовать точно так же, как и встроенные стили Excel. В списке команд пиктограммы **Стили ячеек** есть также команда **Объединить стили** (см. рис. 15.31). С помощью этой команды вызывается утилита копирования стилей из разных (открытых на данный момент) книг. Утилита весьма полезна, поскольку позволяет экономить время и усилия путем использования ранее созданных стилей.



ЧАСТЬ IV

Данные

Глава 16



Ввод и редактирование данных

Хотя данные в электронные таблицы вводить достаточно легко, если их слишком много, могут возникнуть определенного рода неудобства. К счастью, существуют механизмы, позволяющие этих неприятностей успешно избегать. В основном они связаны с методами ввода однотипных данных или данных, которые подчиняются определенным зависимостям (например, образуют прогрессию или формируют стандартный список, вроде дней недели или месяцев в году).

В этой главе рассматриваются примеры и задачи, иллюстрирующие особенности работы с приложением Excel в означенных случаях, а также описываются приемы, позволяющие экономить время и усилия в процессе подготовки объемных рабочих документов.

Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями

Нередко возникает ситуация, когда в диапазон ячеек следует ввести одинаковые значения. Можно, конечно, поочередно выделять все ячейки диапазона и в каждую ввести нужное значение. Однако есть альтернатива. Выделяем нужный диапазон, в строку формул вводим значение и нажимаем комбинацию клавиш <Ctrl>+<Enter> (напомним, что в обычном случае для ввода значения в ячейку нажимают клавишу <Enter>).

На рис. 16.1 показан фрагмент рабочего документа, в котором выделен диапазон ячеек **A3:G7**.

После выделения диапазона в строку формул вводим значение **5** и нажимаем комбинацию клавиш <Ctrl>+<Enter>. Результат всех этих действий представлен на рис. 16.2.

Как видим, во все ячейки диапазона **A3:G7** внесены одинаковые значения **5**. Немаловажен тот факт, что после заполнения описанным способом диапазона ячеек каждую из них впоследствии можно редактировать независимо от прочих ячеек диапазона. На рис. 16.3 значение ячейки **A3** установлено равным **3**.

Абсолютно так же вводятся и нечисловые значения. Результат ввода текстового значения **Текст** в ячейки диапазона **A3:G7** показан на рис. 16.4.

	A3							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями							
2								
3	5							
4								
5								
6								
7								
8								

Рис. 16.1. Выделение диапазона ячеек для дальнейшего заполнения одинаковыми значениями

	A3							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями							
2								
3	5	5	5	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	5
8								

Рис. 16.2. Во все ячейки диапазона введены одинаковые значения

	A3							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями							
2								
3	3	5	5	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	5
8								

Рис. 16.3. После ввода значений в диапазон каждую ячейку можно редактировать отдельно от остальных

	A3							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями							
2								
3	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	
4	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	
5	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	
6	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	
7	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	Текст	
8								

Рис. 16.4. Все ячейки диапазона заполнены одинаковыми текстовыми значениями

Несколько иная ситуация имеет место при заполнении диапазона ячеек формулами. На рис. 16.5 показан документ, в ячейку **B3** которого введено значение 5.

Выделяется диапазон ячеек **B5:E7**, и с помощью комбинации клавиш **<Ctrl>+<Enter>** вводится формула **=B3**. Результат показан на рис. 16.6.

Как видим, диапазон заполнен значениями весьма своеобразно. Все дело в том, что в этом случае остается в силе правило копирования ссылок, причем пустые ячейки, на которые есть ссылки, интерпретируются по умолчанию как нулевые. Так, в ячейке **B6** содержится ссылка на пустую ячейку **B4** (формула **=B4**, рис. 16.7), а в ячейке **B7** помещена ссылка на ячейку **B5** (формула **=B5**, а ячейка **B5** в свою очередь ссылается через формулу **=B3** на ячейку **B3**).

	СУММ		X	✓	fx	=B3	
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями						
2							
3	Значение для заполнения	5					
4							
5	Диапазон	=B3					
6							
7							
8							

Рис. 16.5. Заполнение диапазона ячеек формулами

	B5			=B3			
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями						
2							
3	Значение для заполнения	5					
4							
5	Диапазон	5	0	0	0		
6		0	0	0	0		
7		5	0	0	0		
8							

Рис. 16.6. Результат заполнения диапазона ячеек формулами

	СУММ						
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями						
2							
3	Значение для заполнения	5					
4							
5	Диапазон	5	0	0	0		
6		=B4	0	0	0		
7		5	0	0	0		
8							

Рис. 16.7. При заполнении диапазона ячеек формулами они вводятся в ячейки в соответствии с правилами копирования ссылок

Чтобы ячейки диапазона заполнялись одинаковыми значениями, необходимо использовать *абсолютные ссылки* (рис. 16.8).

Однако в любом случае, как бы ни заполнился диапазон ячеек, каждую ячейку можно редактировать отдельно (рис. 16.9).

B5		fx		=\$B\$3			
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями						
2							
3	Значение для заполнения	5					
4							
5	Диапазон	5	5	5	5		
6		5	5	5	5		
7		5	5	5	5		
8							

Рис. 16.8. Результат использования абсолютной ссылки

B5		fx		3			
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 16.1. Заполнение диапазона ячеек одинаковыми значениями						
2							
3	Значение для заполнения	5					
4							
5	Диапазон	3	5	5	5		
6		5	5	5	5		
7		5	5	5	5		
8							

Рис. 16.9. Даже если диапазон заполнялся формулами, каждую ячейку можно редактировать отдельно

Последнее замечание весьма актуально, поскольку, например, если к диапазону применяется формула массива (об этом еще будет рассказано), редактировать можно будет только весь диапазон целиком.

Пример 16.2. Автоматическое заполнение ячеек

Исключительно удобным средством заполнения ячеек является автоматическое заполнение. Речь идет о том, что для заполнения диапазона ячеек значениями, образующими некую структуру (например, арифметическую или геометрическую последовательность), достаточно ввести только несколько начальных значений (или вообще одно). Остальные ячейки заполняются автоматически или полуавтоматически после выполнения некоторых команд и настроек.

Если упомянутая структура представляет собой арифметическую последовательность, то для реализации этой последовательности в ячейки вводим начальные значения (два), выделяем диапазон с этими ячейками, наводим курсор мыши

на метку автоматического заполнения в правом нижнем углу рамки выделенного диапазона (курсор принимает вид простого креста) и, удерживая нажатой левую кнопку мыши, захватываем заполняемую область ячеек. На рис. 16.10 в ячейки **A3:A4** введены значения **1** и **2** соответственно.

Наводим курсор мыши на маркер заполнения и захватываем диапазон ячеек **A3:A10** (рис. 16.11).

При перемещении области захвата ячеек отображается подсказка со значением в граничной ячейке диапазона. Это удобно, особенно в ситуации, когда следует создать последовательность значений с известным последним членом. Результат заполнения диапазона ячеек показан на рис. 16.12.

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 16.2. Автоматическое заполнение ячеек					
2						
3	1					
4	2					
5						
6						

Рис. 16.10. Начальные значения для ввода арифметической последовательности

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 16.2. Автоматическое заполнение ячеек					
2						
3	1					
4	2					
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

Рис. 16.11. Автоматическое заполнение ячеек

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 16.2. Автоматическое заполнение ячеек					
2						
3	1					
4	2					
5	3					
6	4					
7	5					
8	6					
9	7					
10	8					
11						
12						

Рис. 16.12. Результат ввода арифметической прогрессии

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 16.2. Автоматическое заполнение ячеек					
2						
3	1	1				
4	2	2				
5	3	4				
6	4					
7	5					
8	6					
9	7					
10	8					
11						

Рис. 16.13. Автоматическое заполнение ячеек на основе трех начальных значений

Снизу справа от заполненной области отображается метка с раскрывающимся списком, с помощью которого можно изменить некоторые параметры заполнения (такие как применение форматов при копировании).

Введем теперь три начальных значения, причем не из арифметической, а геометрической последовательности: **1, 2 и 4** в ячейки **B3:B5** (рис. 16.13).

При попытке заполнить ячейки **B3:B10** на основе значений ячеек **B3:B5** описанным ранее способом получим несколько неожиданный результат, если судить по подсказке у курсора мыши на рис. 16.14.

Дело в том, что приложение пытается восстановить линейную (арифметическую) последовательность по значениям, которые такую последовательность не образуют. В результате имеем дело с аппроксимацией линейной зависимости.

Чтобы заполнить ячейки так, как надо, щелчком на пиктограмме автоматического заполнения в группе **Редактирование** вкладки **Главная** ленты (рис. 16.15).

В раскрывшемся списке выбираем команду **Прогрессия**, после чего в одноименном диалоговом окне выполняем ряд настроек: устанавливаем флажок **Автоматическое определение шага** и переключатель **Тип** переводим в положение **геометрическая** (рис. 16.16).

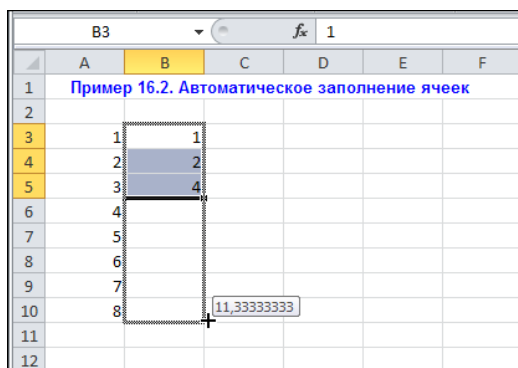


Рис. 16.14. Попытка восстановить линейную зависимость

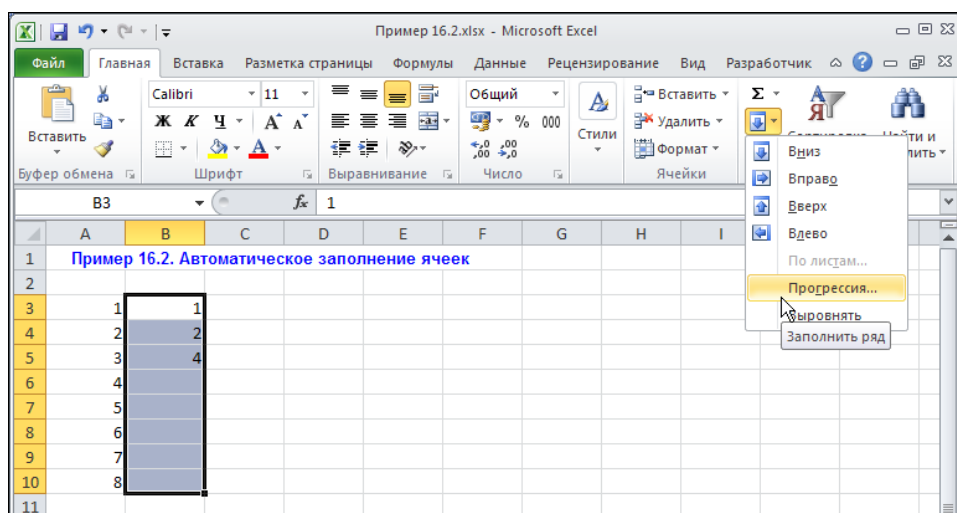


Рис. 16.15. Вызов утилиты автоматического заполнения ячеек

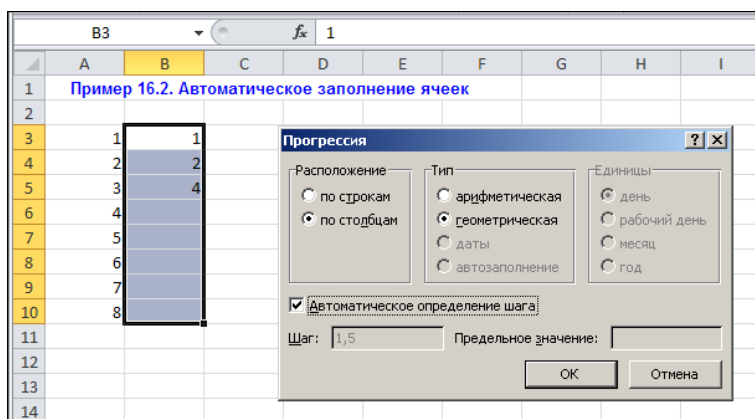


Рис. 16.16. Настройка параметров автоматического заполнения

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 16.2. Автоматическое заполнение ячеек					
2						
3		1	1			
4		2	2			
5		3	4			
6		4	8			
7		5	16			
8		6	32			
9		7	64			
10		8	128			
11						

Рис. 16.17. По начальным значениям восстановлена геометрическая последовательность

Результат заполнения диапазона ячеек в этом случае будет таким, как показано на рис. 16.17.

В ячейки **В3:В10** введены значения геометрической последовательности, что и требовалось сделать.

Пример 16.3. Ввод формул

Формулы начинаются со знака равенства. Именно знак равенства в начале выражения является инструкцией для Excel обрабатывать введенное значение как формулу. В формулах используют встроенные функции Excel, функции, созданные пользователем, и ссылки на ячейки. Причем адреса ячеек могут и вводиться непосредственно пользователем с клавиатуры, и выбираться с помощью щелчка мыши на соответствующей ячейке. На рис. 16.18 проиллюстрирован процесс ввода ссылки на ячейку в формуле.

Как только в формуле появляется ссылка на ячейку, ячейка выделяется. По умолчанию ссылка является *относительной*. Чтобы она стала *абсолютной*, следует

вручную ввести знаки доллара (\$) перед буквой и цифрой в адресе ячейки. Проще нажать клавишу <F4>. В результате относительная ссылка преобразуется в абсолютную автоматически (рис. 16.19).

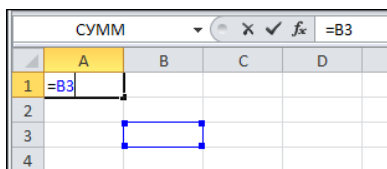


Рис. 16.18. При вводе адреса ячейки она автоматически выделяется в рабочем листе

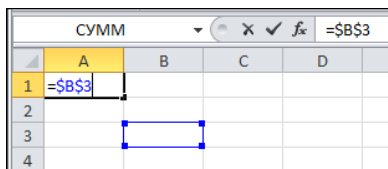


Рис. 16.19. Нажатие клавиши <F4> приводит к преобразованию относительной ссылки в абсолютную

Разница между абсолютными и относительными ссылками проявляется при копировании формул. Она будет проиллюстрирована в следующем примере.

Повторное нажатие клавиши <F4> приводит к преобразованию абсолютной ссылки в смешанную (абсолютная по строке и относительная по столбцу). Результат показан на рис. 16.20.

Еще раз нажав клавишу <F4>, меняем тип смешанной ссылки: по строке — относительная, по столбцу — абсолютная (рис. 16.21). Следующее нажатие клавиши <F4> приводит к тому, что ссылка становится относительной и т. д.

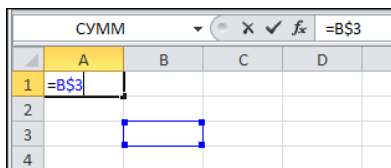


Рис. 16.20. Повторное нажатие клавиши <F4> трансформирует абсолютную ссылку в смешанную

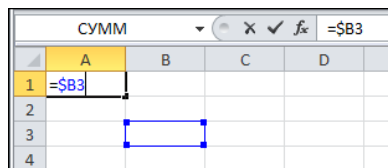


Рис. 16.21. Изменение типа смешанной ссылки при нажатии клавиши <F4>

В формулах используются общепринятые арифметические операторы:

- ☐ + для сложения;
- ☐ – для вычитания;
- ☐ * для умножения;
- ☐ / для деления;
- ☐ ^ для возведения в степень.

Если вводится функция, то на стадии ввода ее названия отображается подсказка в виде списка доступных функций с соответствующим синтаксисом (рис. 16.22).

При вводе аргументов функции также отображается подсказка, но уже по поводу аргумента (рис. 16.23).

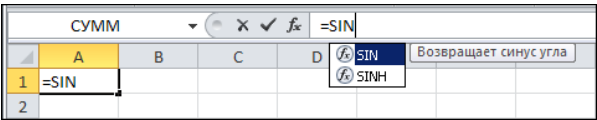


Рис. 16.22. Список-подсказка с названиями функций

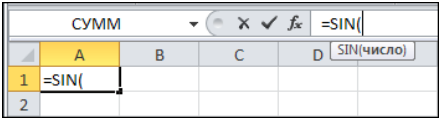


Рис. 16.23. Подсказка по аргументу вводимой функции

При вводе формул слева от строки формул отображаются три пиктограммы, назначение которых описано в табл. 16.1.

Таблица 16.1. Назначение пиктограмм строки формул

Пиктограмма	Назначение
	Отмена ввода
	Подтверждение ввода
	Вызов утилиты вставки функции

Более подробно методы вставки функций в формулы и работы с соответствующими утилитами описаны в примерах главы 17.

Пример 16.4. Копирование формул

Как отмечалось ранее, разница между относительными и абсолютными ссылками проявляется при копировании. Если копируется формула с относительными ссылками на ячейки, они автоматически преобразуются так, чтобы по отношению к новой ячейке, куда скопирована формула, относительное положение ячейки, на которую выполнена ссылка, не изменилось. При копировании абсолютной ссылки формула после копирования ссылается на ту же ячейку.

Копировать формулы можно через буфер обмена. Выделяется копируемая ячейка или ячейки, их содержимое копируется в буфер обмена, после чего содержимое буфера обмена копируется в новую ячейку (ячейки). По умолчанию, если ячейка содержит формулу, то копируется формула. Однако можно скопировать только значение. Следует щелкнуть на пиктограмме **Вставить** и в раскрывшемся списке выбрать нужную команду (рис. 16.24).

В версии Excel 2010 раскрывающийся список содержит не просто названия команд, а пиктограммы для команд. Название команды появляется при наведении курсора мыши на соответствующую пиктограмму. Все пиктограммы разбиты на три груп-

пы: **Вставка**, **Вставить значение** и **Другие параметры вставки**. Представленные в списке команды описаны в табл. 16.2.

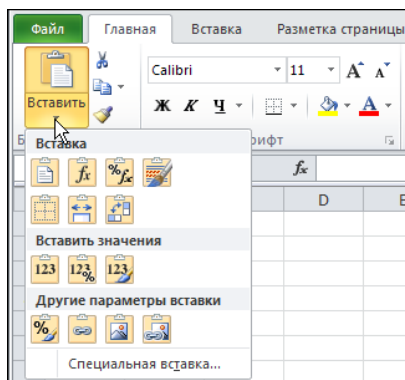


Рис. 16.24. Выбор способа вставки содержимого буфера обмена

Таблица 16.2. Назначение команд копирования буфера обмена

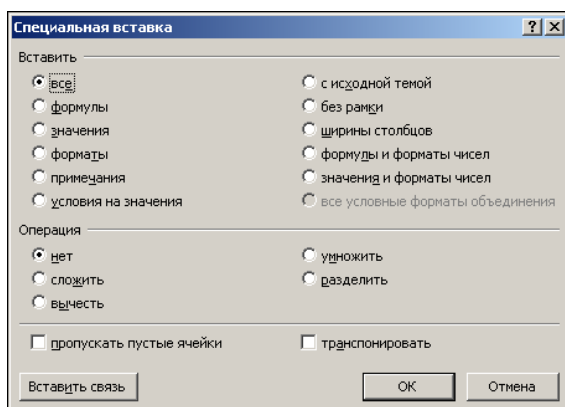
Команда	Пиктограмма	Назначение
Вставить		Вставка содержимого буфера обмена. Эта команда используется по умолчанию при щелчке на пиктограмме Вставить . Выполняется копирование формул, чисел и текста в соответствии с форматом исходных ячеек
Формулы		Вставка формул
Формулы и формат чисел		Вставка формулы и применение числовых форматов копируемых значений
Сохранить исходное форматирование		Вставка с сохранением исходного форматирования
Без рамок		Вставка содержимого без применения выделения границ ячеек
Сохранить ширину столбцов оригинала		Вставка с сохранением ширины столбцов исходной ячейки
Транспонировать		Вставка содержимого буфера обмена с одновременным транспонированием. Применяется при копировании и вставке значений диапазонов ячеек
Значения		Вставка значений
Значения и форматы чисел		Вставка значений с сохранением числового формата исходной ячейки

Таблица 16.2 (окончание)

Команда	Пиктограмма	Назначение
Значения и исходное форматирование		Вставка значений с сохранением исходного форматирования
Форматирование		Применение форматирования исходной ячейки
Вставить связь		Вставка ссылки на ячейку, содержимое которой было скопировано в буфер обмена
Рисунок		Вставка рисунка
Связанный рисунок		Вставка изображения исходной ячейки с поддержкой связи этого изображения и исходной ячейки
Специальная вставка	—	Вызов утилиты вставки содержимого буфера обмена для предварительных настроек параметров вставки

Интерес представляет команда **Специальная вставка**. После выбора этой команды открывается одноименное диалоговое окно (рис. 16.25).

Окно содержит три раздела. В первом разделе **Вставить** выбирается режим вставки содержимого буфера обмена. Во втором разделе **Операция** задается операция, выполняемая при вставке данных из буфера обмена в ячейки, уже содержащие данные. Дополнительные режимы устанавливаются в третьем разделе (опции **пропускать пустые ячейки** для пропуска при вставке пустых ячеек и **транспонировать** для транспонирования вставляемых массивов). Если необходимо вставить ссылки на ячейки, из которых копировались данные, следует щелкнуть кнопку **Вставить связь**.

Рис. 16.25. Диалоговое окно **Специальная вставка**

Достаточно популярный способ копирования ячеек состоит в использовании режима автоматического заполнения. В этом случае ячейка или диапазон ячеек с формулой выделяются, курсор наводится на маркер заполнения в правой нижней части рамки выделенного диапазона, после чего захватывается диапазон, в который копируются формулы ячеек. На рис. 16.26 выделена ячейка **B3**, в которую введена формула $=2*A3+1$.

Курсор наводится на маркер заполнения и затем захватывается диапазон ячеек **B3:B12** (рис. 16.27).

	A	B	C	D	E
1		Пример 16.4. Копирование формул			
2					
3	1	3			
4	2				
5	3				
6	4				
7	5				
8	6				
9	7				
10	8				
11	9				
12	10				
13					

Рис. 16.26. Выделение ячейки для копирования

	A	B	C	D	E
1		Пример 16.4. Копирование формул			
2					
3	1	3			
4	2				
5	3				
6	4				
7	5				
8	6				
9	7				
10	8				
11	9				
12	10				
13					

Рис. 16.27. Выделен диапазон ячеек для копирования формулы

	A	B	C	D	E
1		Пример 16.4. Копирование формул			
2					
3	1	3			
4	2	5			
5	3	7			
6	4	9			
7	5	11			
8	6	13			
9	7	15			
10	8	17			
11	9	19			
12	10	21			
13					
14					

Рис. 16.28. Результат копирования формулы в диапазон ячеек

	A	B	C	D	E
10	8	17			
11	9	19			
12	10	21			
13					

Рис. 16.29. Формула скопирована правильно

Результат копирования формулы из ячейки **B3** в прочие ячейки **B3:B12** показан на рис. 16.28.

Справа внизу размещена специальная пиктограмма, в раскрывающемся списке которой представлены команды, позволяющие изменить способ заполнения ячеек

диапазона. В каждую ячейку диапазона вставляется формула так, как если бы она предварительно была скопирована в буфер, а затем вставлена в соответствующую ячейку. На рис. 16.29 выделена ячейка **B12** с формулой **=2*A12+1**.

Обычно режим автоматического заполнения используется при вычислении значений на основе ряда данных по однотипным формулам.

Пример 16.5. Формулы массива

Часто случается ситуация, когда необходимо вычислить по одной и той же формуле значения для разных ячеек диапазона. Например, может статься, что следует вычислить синус для значений, представленных в ячейках диапазона ячеек, скажем, **A3:C5**. Вместо того чтобы вводить (или копировать) формулу для каждой ячейки из указанного диапазона, можем воспользоваться всего одной формулой, правда, введенной специальным образом. В этом случае говорят об использовании формулы массива. Если обычная формула вводится нажатием клавиши **<Enter>**, то для ввода формулы массива используют комбинацию клавиш **<Ctrl>+<Shift>+<Enter>**. В строке формул формула массива автоматически заключается в фигурные скобки.

Формула массива может вводиться в отдельную ячейку или диапазон ячеек. На рис. 16.30 показан результат ввода формулы **=SIN(A3:C5)** в диапазон ячеек **E3:G5**.

E3		fx		{=SIN(A3:C5)}			
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 16.5. Формулы массива						
2							
3	0,523599	1,047198	1,570796		0,5	0,866025	1
4	1,047198	2,094395	3,141593		0,866025	0,866025	1,23E-16
5	1,570796	3,141593	4,712389		1	1,23E-16	-1
6							

Рис. 16.30. Формула массива

В результате во всех ячейках диапазона **E3:G5** отображаются значения, вычисленные как синус от аргумента, представленного в соответствующей ячейке исходного диапазона **A3:C5**. Изменять значения ячеек, вычисленные по формулам массива, можно только вместе с тем диапазоном, в который входила ячейка при вводе формулы массива.

Пример 16.6. Ссылки на ячейки в разных листах

В Excel существует возможность выполнять ссылки на ячейки из разных рабочих листов и даже книг. Здесь на примере вычисления суммы двух матриц покажем, как выполняются ссылки на ячейки, размещенные в разных листах рабочей книги. Во второй рабочий лист книги вводим значения ячеек **A3:C6** (рис. 16.31).

Аналогично заполняем ячейки **A3:C6** третьего рабочего листа (рис. 16.32).

После этого возвращаемся к первому рабочему листу и в ячейки **A3:C6** вводим как формулу массива **=Лист2!A3:C5+Лист3!A3:C5** (рис. 16.33).

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

Рис. 16.31. Заполнен диапазон ячеек **A3:C6** второго рабочего листа

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

Рис. 16.32. Заполнен диапазон ячеек **A3:C6** третьего рабочего листа

	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 16.6. Ссылки на ячейки в разных листах						
2							
3	10	10	10				
4	10	10	10				
5	10	10	10				
6							

Формула в ячейке A3: {=Лист2!A3:C5+Лист3!A3:C5}

Рис. 16.33. Использование ссылок на ячейки из разных листов для вычисления суммы матриц

Формула вводится как формула массива для того, чтобы сумма вычислялась для каждой из ячеек диапазона **A3:C6**. Что касается ссылок на ячейки разных листов, то в них перед адресом ячейки или диапазона в листе указывается имя рабочего листа. Имя листа от адреса ячеек отделяется восклицательным знаком. Например, **=Лист2!A3** есть не что иное, как ссылка на ячейку **A3** рабочего листа **Лист2**.

Вводить ссылки на ячейки разных листов можно либо с клавиатуры, либо выбирая ячейки мышью в документе: сначала осуществляется переход к нужному листу, а затем в нем выбирается ячейка.

Пример 16.7. Ссылки на ячейки в разных книгах

Примерно так же, как ссылки на ячейки разных листов, выполняются и ссылки на ячейки во внешних книгах. По большому счету, к названию рабочего листа в этом случае добавляется имя рабочей книги. Имя книги заключено в квадратные скобки, а вся конструкция, состоящая из имени книги и названия рабочего листа, заключается

в одинарные кавычки. На рис. 16.34 выполнена ссылка `='[Пример 16.6.xlsx]Лист1'!$A$3` на ячейку **A3** рабочей книги **Пример 16.6.xlsx**.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 16.7. Ссылки на ячейки в разных книгах						
2							
3	Значение ячейки A4 из внешней книги						
4	10						
5							

Рис. 16.34. Ссылка на ячейку в открытой внешней книге

Если книга на момент создания ссылки открыта, в скобках указывается только ее название, без пути к файлу книги в системе. На рис. 16.35 проиллюстрирована ситуация, когда книга, на ячейку которой выполнена ссылка, закрыта.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Пример 16.7. Ссылки на ячейки в разных книгах											
2												
3	Значение ячейки A4 из внешней книги											
4	10											
5												

Рис. 16.35. Ссылка на ячейку в закрытой книге

В названии книги указан полный путь к ней. Как и ранее, ссылки вводятся либо непосредственным набором с клавиатуры, либо выбором в книге, даже если это книга внешняя. Правда, в этом случае она должна быть открыта.

Пример 16.8. Циклические ссылки

Возможна ситуация, при которой формула в ячейке содержит ссылку на саму эту ячейку. Такая ссылка называется *циклической*. С практической точки зрения использование циклических ссылок может быть достаточно продуктивным. Однако прежде чем циклические ссылки использовать, следует перейти в соответствующий режим. Дело в том, что по умолчанию, если в рабочем документе появляется циклическая ссылка, приложение ее воспринимает как ошибку и выводит угрожающего вида сообщение. Чтобы перейти в режим использования циклических ссылок, следует установить флажок **Включить итеративные вычисления** в разделе **Формулы** окна настроек **Параметры Excel** (рис. 16.36).

Расчеты выражений по циклическим ссылкам осуществляются следующим образом: в формулу подставляется начальное значение (если формула только введена в ячейку, то это нуль), вычисленный результат используется в качестве следующего приближения и т. д. Максимальное число итераций указано в поле **Предельное число итераций**. Еще один критерий для итерационной процедуры — максималь-

ное приращение значения ячейки в поле **Относительная погрешность** (см. рис. 16.36). Может сложиться ситуация, когда после вычисления значения по циклической ссылке в документ вносятся изменения, в силу чего осуществляется пересчет документа. В таких ситуациях в ячейке с циклической ссылкой вычисляются дополнительные итерации с начальным приближением, действительным на момент пересчета документа.

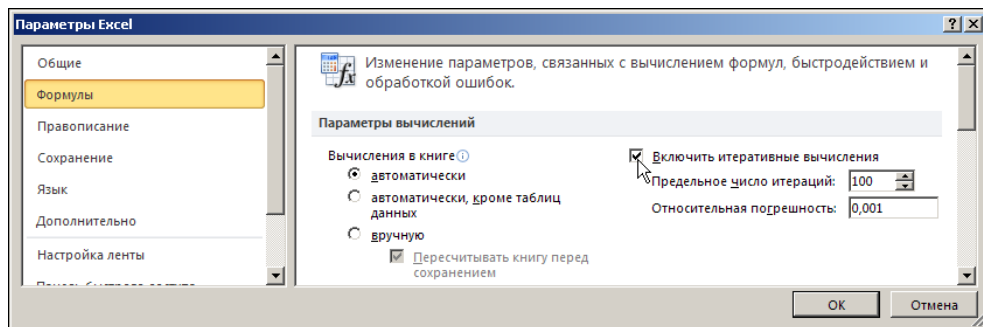


Рис. 16.36. Переход в режим использования циклических ссылок

Циклическая ссылка может быть прямой, когда ссылка на ячейку с формулой содержится непосредственно в этой формуле, и косвенной, когда ячейка ссылается сама на себя через другие ячейки.

В качестве примера использования циклической ссылки решим уравнение $x = \ln(x + 2)$. Для этого в ячейку, например, **B4** достаточно ввести формулу **=LN(B4+2)** (рис. 16.37).

Отображаемый в ячейке результат немного изменится после сохранения документа. Причины этого объяснялись ранее.

	B4	f_x	=LN(B4+2)		
	A	B	C	D	E
1	Пример 16.8. Циклические ссылки				
2					
3	Решение уравнения $x = \ln(x+2)$				
4	x =	1,1460268			
5					

Рис. 16.37. Использование циклической ссылки для решения уравнения

Пример 16.9. Использование числовых формул

Ряд задач успешно решается в Excel путем копирования формул методом автоматического заполнения ячеек. Нередко складывается ситуация, когда копируемые ячейки содержат не только формулы, но и числовые значения. Если все эти данные копируются одновременно, может возникнуть неприятная ситуация, когда на осно-

ве числовых значений приложением при копировании генерируется арифметическая прогрессия, в то время как этого делать не нужно. Например, если ввести в ячейки значения **1** и **2**, а потом заполнить на их основе диапазон ячеек, будет образована арифметическая последовательность. Но если ввести в ячейки формулы **=1** и **=2** соответственно, то после копирования значения будут периодически повторены до заполнения диапазона (рис. 16.38).

Этот прием хотя и незатейлив, но в некоторых случаях бывает очень полезен, и им не следует пренебрегать.

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

Рис. 16.38. Результат копирования числовых формул

Глава 17



Встроенные функции Excel

В электронных таблицах данные не только записываются и хранятся, но и обрабатываются. Причем под обработкой обычно подразумевается вычисление на основе данных таблицы некоторых характеристик или параметров, которые также записываются в таблицу и, в свою очередь, могут служить основанием для последующих вычислений. Функциональная взаимосвязь между данными таблиц может быть достаточно сложной. На практике она реализуется через систему ссылок и формул. Формулы фактически являются инструкциями по методам преобразования данных. Эти инструкции часто сложны, поэтому в Excel имеется целый набор встроенных функций, использование которых существенно упрощает решение многих задач. Условно функции Excel распределены по нескольким тематическим группам, и они перекрывают большинство математических, статистических и логических функций. Кроме этого, в Excel много полезных функций для работы с датой и временем, текстом, а также есть специальные финансовые функции, являющиеся незаменимым инструментом финансово-экономического анализа. Далее рассматриваются примеры по использованию функций Excel на практике.

Пример 17.1. Вставка встроенной функции

В принципе, название встроенной функции в ячейку или строку формул можно вводить с клавиатуры. Однако встроенных функций в Excel достаточно много, поэтому запомнить синтаксис каждой функции практически нереально, особенно для новичков. Благо в Excel есть специальная утилита вставки встроенных функций, с помощью которой эта задача трансформируется в довольно приятную и несложную процедуру.

Выделяем ячейку, в которую вводится формула с функцией, и щелкаем, например, на пиктограмме с изображением символа функции слева от строки формул (рис. 17.1).

Можно также воспользоваться специальной пиктограммой **Вставить функцию** (также с изображением функции) на вкладке **Формулы** (рис. 17.2).

В каждом из этих случаев открывается диалоговое окно **Мастер функций** (рис. 17.3).

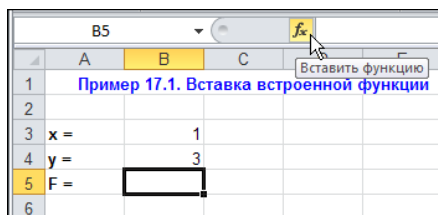


Рис. 17.1. Вызов утилиты вставки функции с помощью пиктограммы строки формул

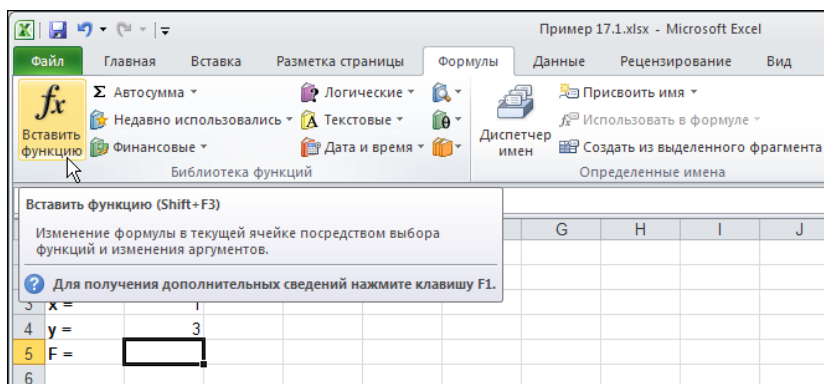


Рис. 17.2. Вызов утилиты вставки функции с помощью пиктограммы на вкладке **Формулы**

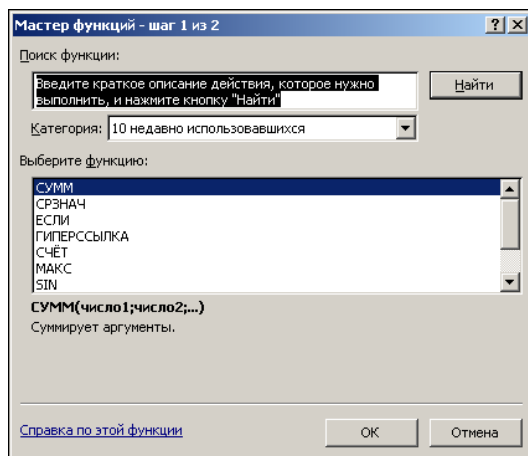


Рис. 17.3. Окно вставки функции **Мастер функций**

Нужную функцию можно искать по описанию, которое вводит пользователь в поле **Поиск функции**. Однако это не тот путь, которым следует идти. Намного разумнее в раскрывающемся списке **Категория** выбрать ту категорию, к которой относится искомая функция. Если такая классификация не является очевидной, можно выбрать элемент **Полный алфавитный перечень** для отображения в нижней части окна списка всех доступных функций, в том числе и созданных пользователем (рис. 17.4).

Далее в списке функций выбираем нужную: в данном случае это функция Бесселя (рис. 17.5).

Но этим преимущества использования утилиты вставки функций не ограничиваются. Самое интересное начинается дальше. После того как функция выбрана, открывается диалоговое окно **Аргументы функции**, с помощью которого пользователю предлагается ввести аргументы функции (рис. 17.6).

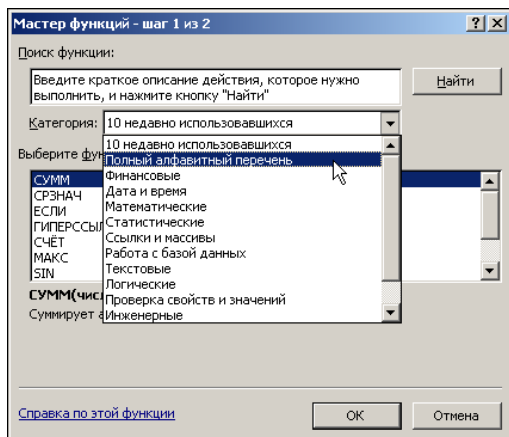


Рис. 17.4. Выбор типа функции в окне **Мастер функций**

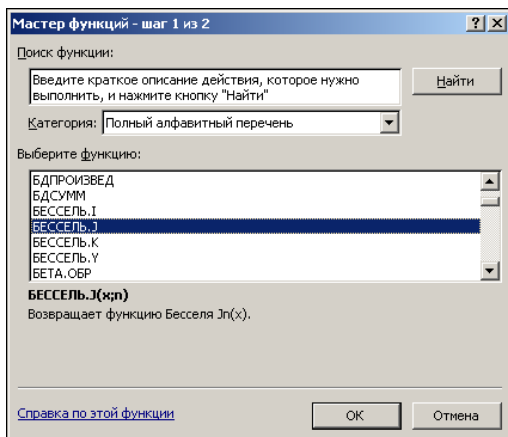


Рис. 17.5. Выбор функции в окне **Мастер функций**

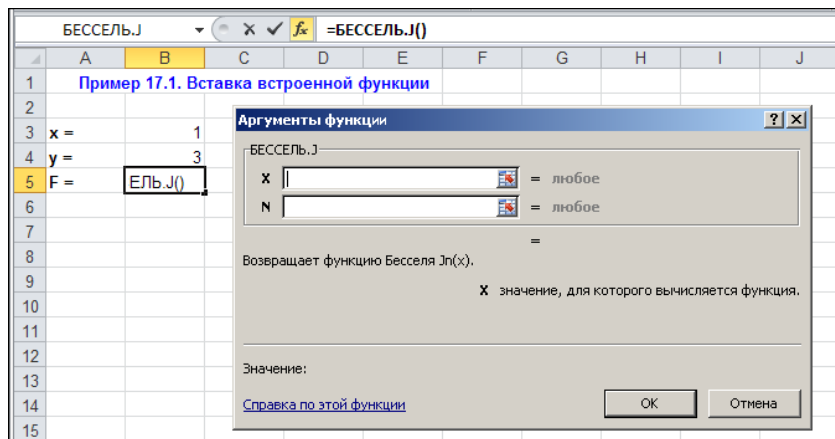


Рис. 17.6. Ввод аргументов функции с помощью окна **Аргументы функции**

Окно имеет разный вид в зависимости от вставляемой функции. Однако некоторые его черты неизменны. Окно имеет поля для ввода аргументов. Аргументы можно вводить путем выбора ячеек в рабочем листе. В окне приводится справка по функции и аргументам, а также отображается предварительный результат вычислений (рис. 17.7).

Конечный результат показан на рис. 17.8.

Существуют более быстрые и простые способы вставки функций. Например, с помощью пиктограммы автосуммы (пиктограмма с изображением знака суммы) на вкладке **Формулы** ленты можно вставлять наиболее часто используемые функции (такие как поиск суммы, среднего, максимального или минимального значений). На рис. 17.9 показан процесс вставки функции вычисления суммы.

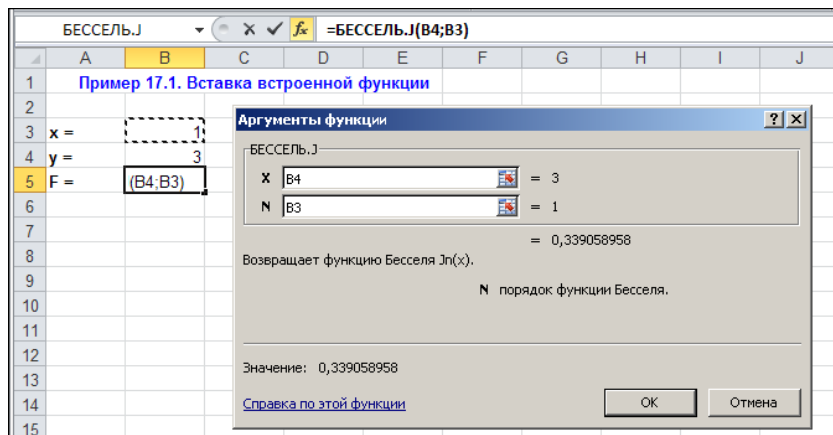


Рис. 17.7. Результат ввода аргументов функции в окне **Аргументы функции**: отображается справка по функции и результат вычислений

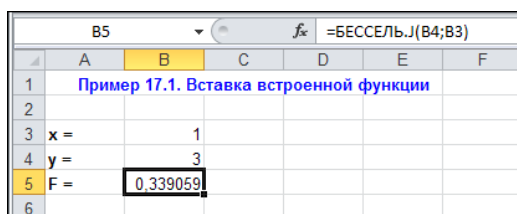


Рис. 17.8. Результат вычисления функции

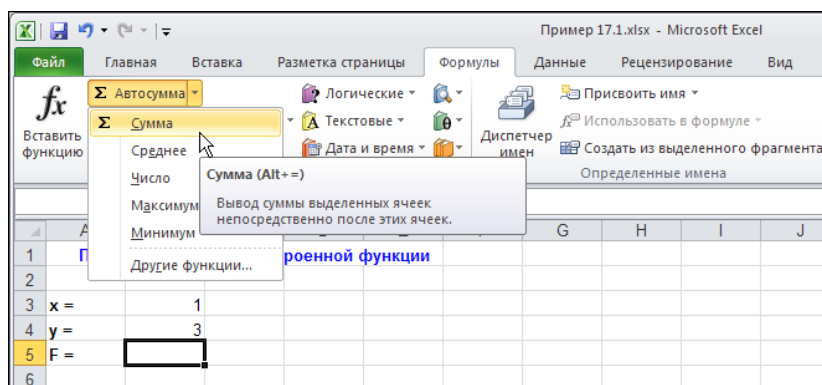


Рис. 17.9. Ввод функции суммирования с помощью пиктограммы автосуммы

При этом для вставляемой функции на основе структуры данных в ячейках таблицы автоматически предлагается аргумент (диапазон ячеек). Ситуация проиллюстрирована на рис. 17.10.

Специальные пиктограммы существуют для вставки функций различных типов. На рис. 17.11 показано, как с помощью пиктограммы **Логические** на вкладке **Формулы** ленты выполняется вставка в рабочий документ логической функции.

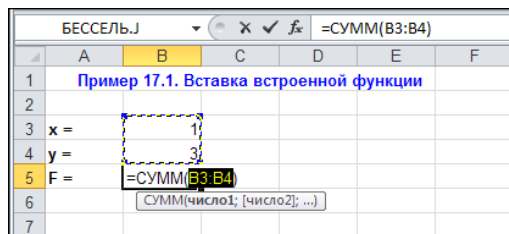


Рис. 17.10. При вставке функции с помощью пиктограммы автосуммы аргументы предлагаются автоматически

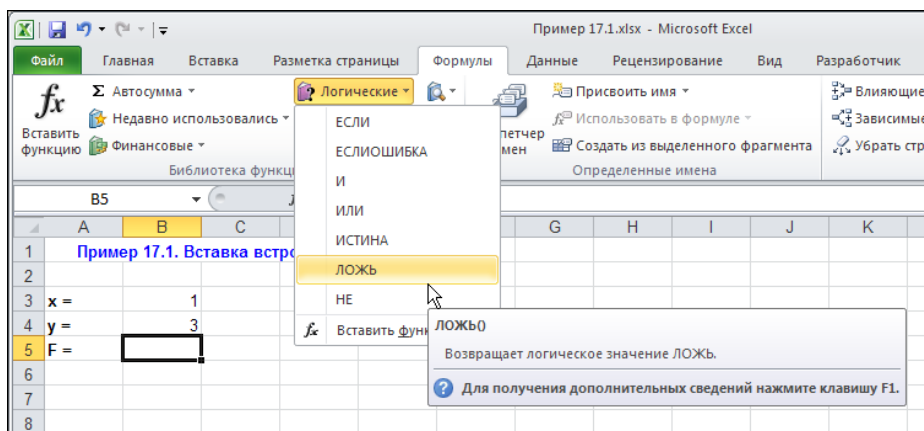


Рис. 17.11. Для вставки функций разных типов на вкладке **Формулы** ленты есть специальные пиктограммы

Разумеется, ничто не мешает пользователю вводить названия функций в строке формул без всяких вспомогательных утилит. При этом если синтаксис корректный, появляется подсказка относительно аргументов (правда, не такая информативная, как описывалось выше).

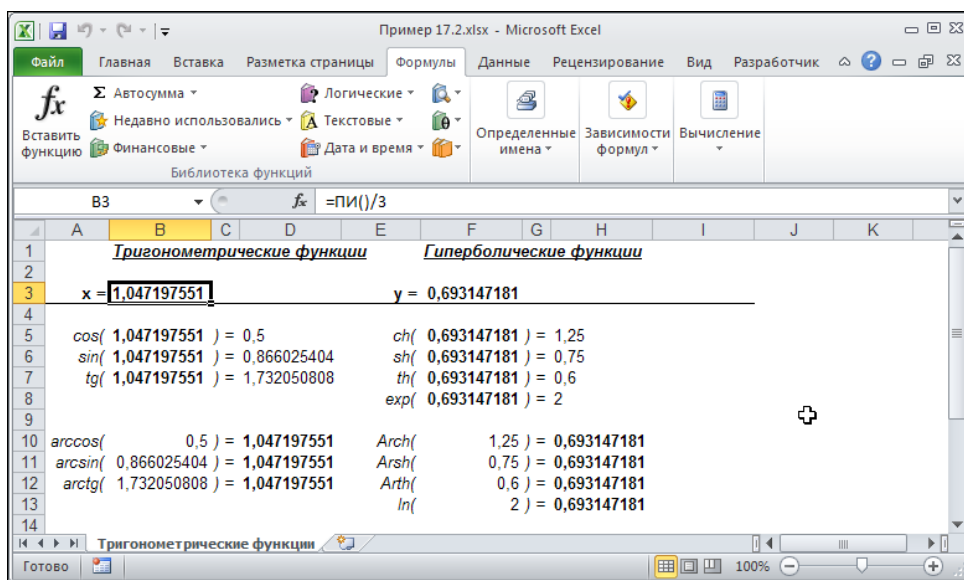
Пример 17.2. Тригонометрические и гиперболические функции

К математическим функциям относят те из встроенных функций Excel, которыми в качестве значения возвращается число. При этом аргументы функций могут быть самыми разными, во всяком случае, ограничения на то, чтобы это были численные

значения, нет. Среди математических функций Excel особое место занимают так называемые элементарные математические функции (синус, косинус, логарифм, экспонента и т. п.). Любое сколько-нибудь приличное экономико-математическое исследование было бы крайне проблематично провести без привлечения этих функций. Можно также отдельно выделить набор функций, позволяющих вычислять всевозможные произведения и суммы над большими массивами данных. Они незаменимы при анализе статистических данных.

Когда речь заходит об элементарных математических функциях, в первую очередь на ум приходят тригонометрические и гиперболические функции (прямые и обратные). На рис. 17.12 приведен фрагмент документа с примерами вызова прямых и обратных тригонометрических и гиперболических функций.

В документе использовались прямые и обратные тригонометрические и гиперболические функции: косинус $\cos()$, синус $\sin()$, тангенс $\tan()$, арккосинус $\arccos()$, арксинус $\arcsin()$, арктангенс $\arctan()$, косинус гиперболический $\cosh()$, синус гиперболический $\sinh()$, тангенс гиперболический $\tanh()$, экспонента $\exp()$, арккосинус гиперболический $\operatorname{arccosh}()$, арксинус гиперболический $\operatorname{arsinh}()$, арктангенс гиперболический $\operatorname{artanh}()$, логарифм натуральный $\ln()$, а также функция $\pi()$, вызываемая без аргумента и возвращающая в качестве значения число π . В ячейке В3 указан аргумент для тригонометрических функций, а в ячейке F3 — аргумент для гиперболических функций. Обратные функции вызываются с такими аргументами, чтобы они возвращали исходные аргументы, использованные в прямых функциях. Другими словами, аргументами обратных функций указываются результаты вызова соответствующих прямых функций. Для большего удобства все значения в ячейках документа, вычисляемые по формулам, перечислены в табл. 17.1.



Тригонометрические функции		Гиперболические функции	
x = 1,047197551	y = 0,693147181		
$\cos(1,047197551) = 0,5$	$\operatorname{ch}(0,693147181) = 1,25$		
$\sin(1,047197551) = 0,866025404$	$\operatorname{sh}(0,693147181) = 0,75$		
$\operatorname{tg}(1,047197551) = 1,732050808$	$\operatorname{th}(0,693147181) = 0,6$		
	$\exp(0,693147181) = 2$		
$\arccos(0,5) = 1,047197551$	$\operatorname{Arch}(1,25) = 0,693147181$		
$\arcsin(0,866025404) = 1,047197551$	$\operatorname{Arsh}(0,75) = 0,693147181$		
$\operatorname{arctg}(1,732050808) = 1,047197551$	$\operatorname{Arth}(0,6) = 0,693147181$		
	$\ln(2) = 0,693147181$		

Рис. 17.12. Пример вызова некоторых тригонометрических и гиперболических функций

Таблица 17.1. Примеры вызова тригонометрических и гиперболических функций

Адрес ячейки	Формула	Значение	Комментарий
B3	=ПИ()/3	1,047197551	Аргумент для тригонометрических функций (значение $\pi/3$)
B5	=\$B\$3	1,047197551	Аргумент для вычисления косинуса. Использована абсолютная ссылка на ячейку B3
B6	=\$B\$3	1,047197551	Аргумент для вычисления синуса. Абсолютно тот же, что и в предыдущем случае
B7	=\$B\$3	1,047197551	Аргумент для вычисления тангенса
D5	=COS(\$B\$3)	0,5	Вычисление косинуса
D6	=SIN(\$B\$3)	0,866025404	Вычисление синуса
D7	=TAN(\$B\$3)	1,732050808	Вычисление тангенса
B10	=D5	0,5	Аргумент для вычисления арккосинуса. Совпадает со значением ячейки D5 , которое в свою очередь вычисляется как косинус аргумента, указанного в ячейке B3 (через ссылку в ячейке B5). Поэтому результатом должно быть такое же значение, как и в ячейке B3
B11	=D6	0,866025404	Аргумент для вычисления арксинуса. Совпадает со значением ячейки D6 (синус аргумента, указанного в ячейке B3 и B6 , со всеми вытекающими отсюда последствиями)
B12	=D7	1,732050808	Аргумент для вычисления арктангенса (совпадает со значением ячейки D5). Результатом должно быть такое же значение, как и в ячейке B3
D10	=ACOS(B10)	1,047197551	Вычисление арккосинуса
D11	=ASIN(B11)	1,047197551	Вычисление арксинуса
D12	=ATAN(B12)	1,047197551	Вычисление арктангенса
F3	=LN(2)	0,693147181	Значение аргумента для гиперболических функций. Вычисляется как логарифм натуральный от двух
F5	=\$F\$3	0,693147181	Аргумент для вычисления косинуса гиперболического
F6	=\$F\$3	0,693147181	Аргумент для вычисления синуса гиперболического
F7	=\$F\$3	0,693147181	Аргумент для вычисления тангенса гиперболического
F8	=\$F\$3	0,693147181	Аргумент для вычисления экспоненты в соответствующей степени
H5	=COSH(\$F\$3)	1,25	Вычисление косинуса гиперболического
H6	=SINH(\$F\$3)	0,75	Вычисление синуса гиперболического

Таблица 17.1 (окончание)

Адрес ячейки	Формула	Значение	Комментарий
H7	=TANH(\$F\$3)	0,6	Вычисление тангенса гиперболического
H8	=EXP(\$F\$3)	2	Вычисление экспоненциальной функции
F10	=H5	1,25	Аргумент для вычисления арккосинуса гиперболического. Определяется значением ячейки H5, т. е. аргумент является результатом вычисления косинуса гиперболического от ln(2). Значение должно совпадать со значением в ячейках из диапазона F5:F8
F11	=H6	0,75	Аргумент для вычисления арксинуса гиперболического. Совпадает со значением в ячейке H6 (синус гиперболический от ln(2))
F12	=H7	0,6	Аргумент для вычисления арктангенса гиперболического. Совпадает со значением в ячейке H7
F13	=H8	2	Аргумент для вычисления натурального логарифма (обратная функция к экспоненте). Совпадает со значением в ячейке H8
H10	=ACOSH(F10)	0,693147181	Вычисление арккосинуса гиперболического
H11	=ASINH(F11)	0,693147181	Вычисление арксинуса гиперболического
H12	=ATANH(F12)	0,693147181	Вычисление арктангенса гиперболического
H13	=LN(F13)	0,693147181	Вычисление натурального логарифма

Те значения в таблице на рис. 17.12, которые должны совпадать, выделены жирным шрифтом. Кроме этого, по отношению ко всему рабочему листу применена заливка белым цветом.

Пример 17.3. Вычисление рядов

Достаточно полезной в Excel является функция `ряд.сумм()`. Функцией вычисляется степенной ряд, и у нее четыре аргумента. Первым аргументом указывается переменная степенного ряда, второй аргумент определяет степень начального слагаемого, третий аргумент — шаг изменения показателя степени и, наконец, массив коэффициентов степенного ряда. Далее воспользуемся этой функцией для вычисления некоторых степенных рядов (если точнее, то сумм, которые представляют собой конечное число членов степенного ряда). На рис. 17.13 показан документ, содержащий подобного рода вычисления.

Документ в диапазоне ячеек **A2:A14** содержит набор целых чисел от **0** до **12**, которые являются значениями индекса суммирования ряда. Следующие три диапазона

(имеются в виду диапазоны ячеек **B2:B14**, **C2:C14** и **D2:D14**) содержат значения числовых коэффициентов рядов (их будет три). В ячейках диапазона **B2:B14** представлены биномиальные коэффициенты C_n^k для значения $n = 12$ и индексов k , пробегающих значения от **0** до **12** (в соответствии с числами в ячейках диапазона **A2:A14**). По этим коэффициентам будет вычисляться ряд $\sum_{k=0}^n C_n^k x^k = (1+x)^n$. Значение переменной x задается в ячейке **B15** согласно формуле **=ПИ()/3**. В диапазонах ячеек **C2:C14** и **D2:D14** представлены коэффициенты для вычисления частичных сумм рядов Тейлора для экспоненты (ряд $\exp(x) = \sum_{k=0}^{\infty} x^k/k!$) и косинуса (ряд $\cos(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k x^{2k}/(2k)!$) соответственно. Более детальная информация о данных в ячейках документа, представленного на рис. 17.13, собрана в табл. 17.2.

Помимо уже описывавшихся функций, для вычислений привлекались функции **ЧИСЛКОМБ()**, **ФАКТР()** и **СТЕПЕНЬ()**. Функция **ЧИСЛКОМБ(n, m)** имеет два аргумента (n и m), а в качестве результата функцией возвращается число комбинаций m элементов из n , т. е. биномиальный коэффициент $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$. Функцией **ФАКТР(n)** по аргументу n вычисляется факториал $n!$. Наконец, функция **СТЕПЕНЬ(x, y)** дает значение x в степени y .

D18		fx		=РЯД.СУММ(\$B\$15;\$A2;2;D2:D14)		
	A	B	C	D	E	F
	Номер индекса k	Биномиальный коэффициент	1/k!	(-1)^k/(2k)!		
1						
2	0	1	1	1		
3	1	12	1	-0,5		
4	2	66	0,5	0,041666667		
5	3	220	0,166666667	-0,001388889		
6	4	495	0,041666667	2,48016E-05		
7	5	792	0,008333333	-2,75573E-07		
8	6	924	0,001388889	2,08768E-09		
9	7	792	0,000198413	-1,14707E-11		
10	8	495	2,48016E-05	4,77948E-14		
11	9	220	2,75573E-06	-1,56192E-16		
12	10	66	2,75573E-07	4,11032E-19		
13	11	12	2,50521E-08	-8,89679E-22		
14	12	1	2,08768E-09	1,61174E-24		
15	x = 1,047197551					
16	N = 12					
17	(1+x)^N =		exp(x) =	cos(x) =		
18	5418,973668		2,849653908	0,5		
19	Проверка	5418,973668	2,849653908	0,5		
20						
Готово						

Рис. 17.13. Вычисление рядов

Таблица 17.2. Примеры вычисления рядов

Адрес ячейки	Формула	Комментарий
B2	=ЧИСЛКОМБ(\$A\$14;A2)	Вычисление биномиального коэффициента с верхним индексом в ячейке A2 и нижним индексом в ячейке A14
C2	=1/ФАКТР(A2)	Соответствующий индексу из ячейки A2 коэффициент ряда Тейлора (единица, деленная на факториал индекса) для экспоненты
D2	=СТЕПЕНЬ(-1;A2)/ФАКТР(2*A2)	Коэффициент ряда Тейлора для косинуса: $(-1)^k / (2k)!$, где k — индекс из ячейки A2
B18	=РЯД.СУММ(\$B\$15;\$A2;1;B2:B14)	Вычисление ряда $\sum_{k=0}^{12} C_{12}^k x^k$: значение переменной x в ячейке B15, степень начального слагаемого 0 (ячейка A2), шаг изменения степени равен 1, биномиальные коэффициенты в диапазоне ячеек B2:B14
B19	=СТЕПЕНЬ(1+B15;B16)	Проверка результата вычисления ряда по точной формуле
C18	=РЯД.СУММ(\$B\$15;\$A2;1;C2:C14)	Вычисление суммы $\exp(x) \approx \sum_{k=0}^{12} x^k / k!$. Это приближенная формула для экспоненты. Коэффициенты ряда — в ячейках диапазона C2:C14
C19	=EXP(B15)	Значение экспоненты, возвращаемое встроенной функцией Excel
D18	=РЯД.СУММ(\$B\$15;\$A2;2;D2:D14)	Вычисление суммы $\cos(x) \approx \sum_{k=0}^{12} (-1)^k x^{2k} / (2k)!$. Это приближенная формула для косинуса. Коэффициенты ряда — в ячейках диапазона D2:D14
D19	=COS(B15)	Проверка значения, возвращаемого встроенной функцией Excel

В табл. 17.2 значения для ячеек из диапазона B2:D14 приведены только для ячеек B2:D2. Для остальных ячеек из этого диапазона формулы аналогичны тем, что приведены для ячеек B2:D2, и могут быть получены их копированием. Что касается фактических данных, то несложно заметить, что все значения, в том числе для экспоненты и косинуса, вычисляются с вполне приемлемой степенью точности.

Пример 17.4. Работа с матрицами

Аппарат линейной алгебры широко используется при решении инженерных, теоретико-экономических, производственных и экономико-математических задач. В основном это касается обработки матриц и выполнения некоторых преобразований над ними. В Excel существует возможность достаточно успешно решать подобные задачи. В наиболее простом виде матрица может интерпретироваться как некоторый диапазон ячеек в рабочем листе (кстати, не только!). С таким диапазоном можно проделывать все базовые операции, допускаемые при работе с матрицами. Остановимся на перемножении матриц (функция `МУМНОЖ()`), нахождении обратной матрицы (функция `МОБР()`), транспонировании (функция `ТРАНСП()`) и вычислении определителя матрицы (иногда его еще называют детерминантом — функция `МОПРЕД()`). Здесь дается только краткая иллюстрация к возможностям Excel в этой области. Все остальные операции (а также и те, что упомянуты выше) по мере необходимости будут рассматриваться в последующих главах книги.

На рис. 17.14 представлен рабочий документ, в котором определены две матрицы, которые затем перемножаются, а для одной из них вычисляются обратная и транспонированная матрицы. В этом же документе есть пример вычисления определителя.

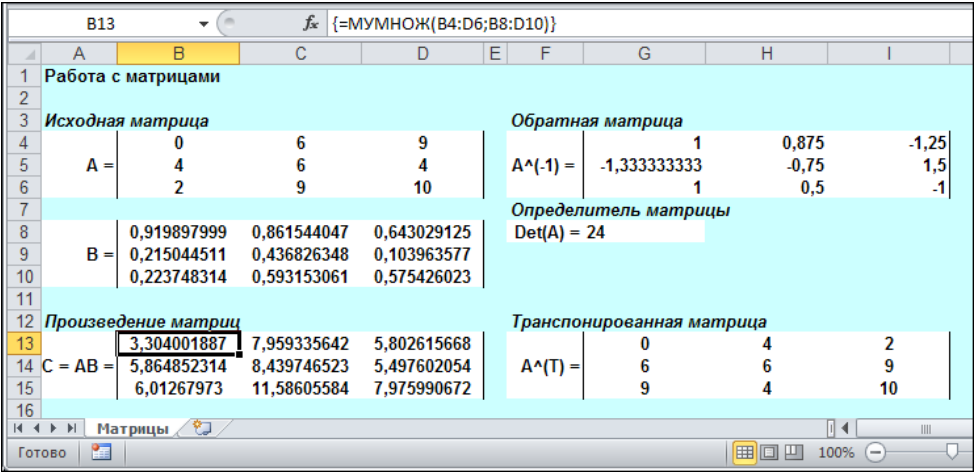


Рис. 17.14. Основные операции с матрицами

Первая матрица формируется значениями ячеек из диапазона **B4:D6**. Эти ячейки заполняются случайными целыми числами в диапазоне значений от **0** до **10**. Для этого использована формула `=СЛУЧМЕЖДУ(0;10)`, которая введена в каждую ячейку диапазона.

Есть два важных момента, на которые следует обратить внимание. Во-первых, совсем необязательно вручную вводить формулу `=СЛУЧМЕЖДУ(0;10)` в каждую ячейку диапазона **B4:D6**. Для этого достаточно выделить диапазон ячеек, ввести в строку формул `=СЛУЧМЕЖДУ(0;10)` и нажать комбинацию клавиш `<Ctrl>+<Enter>`.

Во-вторых, Excel может поначалу не узнать функцию `СЛУЧМЕЖДУ()`. В этом случае придется подключить надстройку **Пакет анализа**.

Еще одна таблица в документе на рис. 17.14 сформирована ячейками из диапазона **B8:D10**. В каждой ячейке этого диапазона записана формула `=СЛЧИС()`, в силу чего ячейки заполняются случайными числами в диапазоне от **0** до **1**. Прочие формулы, вводившиеся в различные ячейки этого документа, представлены и кратко описаны в табл. 17.3.

Таблица 17.3. Операции с матрицами

Адрес ячейки	Формула	Комментарий
B4:D6	<code>=СЛУЧМЕЖДУ(0;10)</code>	Ячейки-элементы матрицы заполняются случайными целыми числами в диапазоне значений от 0 до 10
B8:D10	<code>=СЛЧИС()</code>	Ячейки-элементы матрицы заполняются случайными числами в диапазоне от 0 до 1
B13:D15	<code>=МУМНОЖ(B4:D6;B8:D10)</code>	Матрица определяется как результат умножения двух матриц (диапазоны ячеек B4:D6 и B8:D10). Формула вводится при выделенном диапазоне B13:D15 нажатием комбинации клавиш <code><Ctrl>+<Shift>+<Enter></code>
G4:I6	<code>=МОБР(B4:D6)</code>	Обратная матрица к матрице, представленной значениями ячеек из диапазона B4:D6 . Формула вводится при выделенном диапазоне G4:I6 нажатием комбинации клавиш <code><Ctrl>+<Shift>+<Enter></code>
G8	<code>=МОПРЕД(B4:D6)</code>	Вычисление определителя (детерминанта) матрицы
G13:I15	<code>=ТРАНСП(B4:D6)</code>	Вычисление транспонированной матрицы. Формула вводится при выделенном диапазоне G13:I15 нажатием комбинации клавиш <code><Ctrl>+<Shift>+<Enter></code>

Имеет смысл детальнее остановиться на особенностях вычисления обратной, транспонированной матрицы, а также матричного произведения. Дело в том, что в данном случае речь идет о вычислении по формуле значения не одной ячейки, а целого диапазона. Поэтому существенно изменяется процедура ввода формул в соответствующие ячейки. Если быть более точным, то формула вводится всего одна и применяется к целому диапазону ячеек. Для этого соответствующий диапазон выделяется, в строку формул вводится формула, после чего нажимают комбинацию клавиш `<Ctrl>+<Shift>+<Enter>`. Напомним, что про формулу, которая введена с помощью нажатия такой комбинации клавиш, говорят, что это *формула массива*. В дальнейшем, если будет выделена одна из ячеек диапазона, в который вводилась формула массива, в строке формул можно увидеть, как обычно, формулу. Разница по сравнению с обычной формулой состоит в том, что формула массива (включая

знак равенства!) заключена в фигурные скобки. Если попытаться при вводе формулы массива вместо нажатия комбинации клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter> заключить формулу в фигурные скобки, то формула будет восприниматься не как формула, а как текст, т. е. эффект получится совсем не тот, на который можно было бы рассчитывать. Вообще же использование формул массива является достаточно серьезным методом оптимизации структуры рабочего документа, благодаря чему часто удается свести работу по структурированию и обработке данных к минимуму. Причем в формулах массива допускается использование самых разных функций, которые, казалось бы, вообще не предназначены для этого. Другими словами, очень многие функции, будучи использованы в формулах массива, существенно изменяют свое поведение по сравнению с теми ситуациями, когда они вызываются в обычном режиме.

Пример 17.5. Вычисление сумм

В этом примере иллюстрируется способ вызова функций, которыми вычисляются всевозможные суммы. К наиболее характерным можно, пожалуй, отнести функции вычисления обычной суммы СУММ() (суммируются аргументы этой функции), СУММКВ() (вычисление суммы квадратов аргументов функции), СУММКВРАЗН() (сумма квадратов разностей соответственных элементов массивов, указанных аргументами функции), СУММПРОИЗВ() (вычисление суммы произведений соответственных элементов массивов, указанных аргументами функции), СУММРАЗНКВ() (сумма разностей квадратов соответственных элементов массивов, указанных аргументами функции), СУММСУММКВ() (сумма сумм квадратов соответственных элементов массивов-аргументов функции) и СУММЕСЛИ(). Последняя функция обычно имеет три аргумента. Первый аргумент — это диапазон ячеек, значения которых проверяются на предмет выполнения условия, указанного вторым аргументом функции. Выполнение условия является критерием того, учитывать или нет значение, соответствующее значению ячейки из диапазона, указанного третьим аргументом функции. Если третьего аргумента нет, то в его качестве используется первый аргумент.

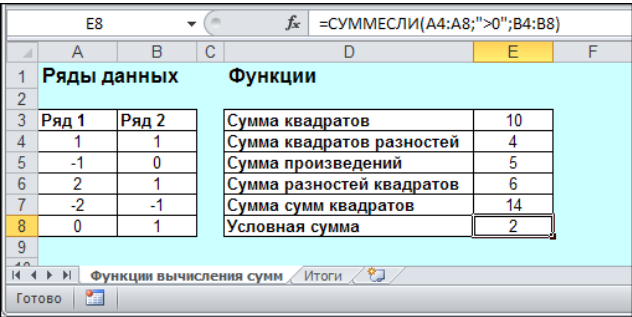


Рис. 17.15. Вызов функций для вычисления сумм

Документ на рис. 17.15 содержит две формальные таблицы: в одной представлены численные данные, которые используются при вызове функций, а результаты вызова функций представлены в другой таблице, расположенной справа от первой.

Использованные функции (в структуре формул вместе с аргументами) перечислены в табл. 17.4.

Таблица 17.4. Использование функций вычисления сумм

Адрес ячейки	Формула	Комментарий
E3	=СУММКВ(A4:A8)	Сумма квадратов значений в ячейках из диапазона A4:A8 . Это же значение могло бы быть вычислено с помощью формулы =СУММ(A4:A8*A4:A8) , если вводить ее как формулу массива, т. е. путем нажатия комбинации клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>. В этом случае в результате выполнения команды A4:A8*A4:A8 значения ячеек диапазона A4:A8 умножаются сами на себя, т. е. формируется набор значений, равных квадратам значений ячеек из диапазона A4:A8*A4:A8 . Далее с помощью функции СУММ() эти значения суммируются
E4	=СУММКВРАЗН(A4:A8;B4:B8)	Сумма квадратов разностей значений в ячейках из диапазонов A4:A8 и B4:B8 . Можно было воспользоваться формулой массива =СУММКВ(A4:A8-B4:B8) (т. е. формулу необходимо вводить нажатием комбинации клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>). Согласно этой формуле сначала вычисляются разности значений ячеек из диапазонов A4:A8 и B4:B8 , после чего суммируются квадраты этих значений
E5	=СУММПРОИЗВ(A4:A8;B4:B8)	Сумма произведений соответственных значений в ячейках из диапазонов A4:A8 и B4:B8 . Альтернативная формула массива имеет вид =СУММ(A4:A8*B4:B8) . Сначала вычисляется массив произведений соответственных элементов диапазонов A4:A8 и B4:B8 , затем значения суммируются
E6	=СУММРАЗНКВ(A4:A8;B4:B8)	Сумма разностей квадратов значений в ячейках из диапазонов A4:A8 и B4:B8 . Можно прибегнуть к помощи формулы =СУММКВ(A4:A8)-СУММКВ(B4:B8)
E7	=СУММСУММКВ(A4:A8;B4:B8)	Сумма сумм квадратов значений в ячейках из диапазонов A4:A8 и B4:B8 . В качестве альтернативы можно указать формулу =СУММКВ(A4:B8)
E8	=СУММЕСЛИ(A4:A8;">0";B4:B8)	Условная сумма. При ее вычислении суммируются значения ячеек из диапазона B4:B8 . Однако значение ячейки из этого диапазона при вычислении суммы принимается во внимание только в том случае, если значение соответствующей ячейки из диапазона A4:A8 больше нуля

Среди всех функций суммирования есть одна достаточно интересная, которая позволяет, используя фактически одну и ту же формулу, вычислять различные характеристики, в зависимости от аргументов функции. Речь идет о функции `ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ()`. У этой функции несколько аргументов, но особый интерес представляет первый. Им определяется базовая функция, на основе которой вычисляется результат. Первый аргумент является целым числом из диапазона от 1 до 11 или от 101 до 111. В табл. 17.5 собрана более детальная информация о первом аргументе функции `ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ()`.

Таблица 17.5. Первый аргумент функции `ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ()`

Значение аргумента	Реализуемая функция
1 или 101	<code>СРЗНАЧ()</code>
2 или 102	<code>СЧЁТ()</code>
3 или 103	<code>СЧЁТЗ()</code>
4 или 104	<code>МАКС()</code>
5 или 105	<code>МИН()</code>
6 или 106	<code>ПРОИЗВЕД()</code>
7 или 107	<code>СТАНДОТКЛОН()</code>
8 или 108	<code>СТАНДОТКЛОНП()</code>
9 или 109	<code>СУММ()</code>
10 или 110	<code>ДИСП()</code>
11 или 111	<code>ДИСПР()</code>

Фактически в зависимости от того, каков первый аргумент функции `ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ()`, она интерпретируется как одна из функций, перечисленных в табл. 17.6. Одной и той же функции соответствуют два значения аргумента. Аргумент в диапазоне от 1 до 11 используется в том случае, если при вычислениях необходимо принимать во внимание значения в скрытых ячейках. В противном случае используется значение аргумента в диапазоне от 101 до 111.

Пример документа, в котором вызывается функция `ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ()`, можно видеть на рис. 17.16.

Значения основных ячеек в таблице документа представлены в табл. 17.6.

Использование функции вычисления итогов бывает весьма продуктивным, особенно если в документе используются управляющие элементы. В этом случае путем минимальных изменений в рабочем документе можно качественно менять характер проводимых в документе вычислений.

B8		=ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ(\$B\$10;B5:B7)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Выпуск продукции						
2							
3		Изделие 1	Изделие 2	Изделие 3	Изделие 4	Всего	В ден. ед.
4	Цена за шт. (руб.)	5,00р.	6,50р.	8,70р.	4,00р.		
5	Фирма А	6000	9000	5000	10000	30000	172 000,00р.
6	Фирма Б	5000	7000	4000	12000	28000	153 300,00р.
7	Фирма В	4000	8000	6000	8000	26000	156 200,00р.
8	Итого	15000	24000	15000	30000	84000	481 500,00р.
9	В ден. ед.	75 000,00р.	156 000,00р.	130 500,00р.	120 000,00р.		
10	Индекс для функции итогов	9					
11							

Рис. 17.16. Документ с использованием функции вычисления итогов

Таблица 17.6. Использование функции вычисления итогов

Адрес ячейки	Формула	Комментарий
B8	=ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ(\$B\$10;B5:B7)	Результат вычисляется в соответствии со значением, введенным в ячейку B10 (первый аргумент функции). Результат вычисляется на основе значений в ячейках диапазона B5:B7 . Значения в ячейках диапазона C8:E8 получают копированием значения ячейки B8 . Поскольку ссылка на ячейку B10 абсолютная, то во всех ячейках диапазона B8:E8 выполняется одна и та же операция, но только по отношению к разным диапазонам ячеек. В рассматриваемом примере значение в ячейке B10 равно 9, что соответствует вычислению суммы. Например, если поменять это значение на 1, в ячейках диапазона B5:B7 будет вычисляться среднее значение выпуска определенного товара по группе выпускающих предприятий
B9	=B4*B8	Денежный эквивалент значения в ячейке B8 (при значении в ячейке B10 равном 9 — это общий объем выпуска данного товара) в соответствии с его стоимостью (ячейка B4). Значения в ячейках из диапазона C9:E9 получают копированием значения ячейки B9
F5	=СУММ(B5:E5)	Количество единиц продукции, выпускаемой первым предприятием. Значения в ячейках F6:F8 получают копированием значения ячейки F5
G5	=СУММПРОИЗВ(\$B\$4:\$E\$4;B5:E5)	Объем в денежном эквиваленте продукции, выпускаемой первым предприятием. Значения в ячейках G6:G8 получают копированием значения ячейки G5

Пример 17.6. Логические функции

Логические функции в качестве результата могут возвращать одно из двух значений: **ИСТИНА** или **ЛОЖЬ**. Эти значения возвращаются на основе аргументов, передаваемых функции. Логических функций совсем немного. Это, например, функции **ложь()** и **истина()**, которые не имеют аргументов и в качестве значений возвращают значения **ЛОЖЬ** и **ИСТИНА** соответственно. Функцией **и()** (логическое И) возвращается значение **ИСТИНА** если все ее логические аргументы равны **ИСТИНА**, в противном случае (т. е. если хотя бы один аргумент равен **ЛОЖЬ**) функцией возвращается значение **ЛОЖЬ**. Функция **или()** (логическое ИЛИ) дает значение **ИСТИНА** в том случае, если хотя бы один ее аргумент равен **ИСТИНА**. Функция логического отрицания **не()** инвертирует аргумент: если аргумент равен **ИСТИНА**, результат будет **ЛОЖЬ**, и наоборот. Здесь же разумно упомянуть и функцию условного выбора **если()**, которую, если честно, логической функцией можно назвать с довольно большой натяжкой, однако к логическим функциям она некоторое отношение имеет. У функции три аргумента, первым из которых указывается проверяемое условие. Если оно выполнено, значение функции определяется вторым ее аргументом, в противном случае — третьим.

Следует сразу отметить, что в качестве логических значений обычно можно использовать числа. В этом случае все значения, за исключением нулевого, интерпретируются как логическое значение **ИСТИНА** (нулевое соответственно **ЛОЖЬ**). Примеры использования логических функций приведены в документе, представленном на рис. 17.17.

B6 fx =ЕСЛИ(B4>B5;ИСТИНА();ЛОЖЬ())				
	A	B	C	D
1	Логические функции			
2				
3		Фирма А	Фирма Б	Фирма В
4	Выпуск за I кв. (фактически)	6000	5000	4000
5	Выпуск за I кв. (прогноз)	4500	5500	3800
6	Превышение прогноза (за I кв.)	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА
7	Выпуск за II кв. (фактически)	4800	5200	4200
8	Выпуск за II кв. (прогноз)	5000	5500	4000
9	Превышение прогноза (за II кв.)	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА
10				
11	Превышение прогноза хотя бы в одном кв.	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА
12	Превышение прогноза в двух кв.	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА
13	Нет превышения прогноза ни в одном кв.	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ
14				

Рис. 17.17. Использование логических функций

Документ содержит условные сведения об объемах производства трех предприятий за два квартала. Эти данные сопоставляются с прогнозируемыми объемами выпуска. Для этого используются логические функции. Точнее, с их помощью выводится подсказка о том, превышены ли объемы производства по сравнению с прогнозируемыми или нет. В табл. 17.7 собраны сведения о формулах в ячейках документа.

Таблица 17.7. Применение логических функций

Адрес ячейки	Формула	Комментарий
B6	=ЕСЛИ(B4>B5;ИСТИНА();ЛОЖЬ())	Если значение в ячейке B4 превышает значение B5 , функцией возвращается логическое значение ИСТИНА . В противном случае значением является ЛОЖЬ . Значения в ячейках C6 и D6 могут быть получены копированием значения ячейки B6 . Следует отметить, что результат был бы таким же, если в ячейку ввести формулу =B4>B5 . Здесь использованы функции ЕСЛИ() , ИСТИНА() и ЛОЖЬ() исключительно в целях наглядности как пример использования логических функций
B9	=ЕСЛИ(B7>B8;ИСТИНА();ЛОЖЬ())	Эта формула может быть получена копированием формулы из ячейки B6 . Функцией возвращается логическое значение ИСТИНА или ЛОЖЬ в зависимости от того, больше значение в ячейке B7 значения в ячейке B8 или нет. Значения в ячейках C9 и D9 заполняются копированием значения ячейки B9
B11	=ИЛИ(B6;B9)	Возвращается значение ИСТИНА , если хотя бы одним из значений в ячейках B6 или B9 является ИСТИНА , в противном случае результат — логическое значение ЛОЖЬ
B12	=И(B6;B9)	Возвращается значение ИСТИНА , если значениями в каждой из ячеек B6 и B9 является ИСТИНА , в противном случае результат — логическое значение ЛОЖЬ
B13	=НЕ(B11)	Если значением ячейки B11 является ЛОЖЬ , то результат операции — значение ИСТИНА , и наоборот

Обычно логические функции используются при анализе сценариев, в условных операторах (т. е. таких, результат выполнения которых зависит от некоторого условия). В отличие от рассмотренного выше примера, где логические значения в явном виде выводились в таблице, обычно логические значения обрабатываются на промежуточных этапах вычислений, конечный же результат — это текст и числа, и это (если не считать диаграмм) самая красноречивая информация.

Пример 17.7. Статистические функции

Статистические функции Excel — это тема для отдельной книги. Поэтому здесь кратко остановимся только на самых общих и наиболее часто используемых. Сразу отметим, что некоторые статистические функции в версии Excel 2010 получили новые названия, которые более соответствуют назначению функций. При этом старые названия функций также остаются доступными. Для обеспечения обратной совместимости в программных кодах оставлены старые названия для функций. При этом новые названия в тексте книги приводятся в дополнение к старым.

Очень часто анализ данных, в первую очередь финансово-экономических, подразумевает в той или иной мере вычисление таких статистических характеристик, как средние значения, стандартные отклонения, оценки для дисперсии и т. п. Для всех этих параметров в Excel есть специальные встроенные функции. Полезным будет документ, представленный на рис. 7.18.

C7		{=1/СРЗНАЧ(СТЕПЕНЬ(B3:H3;-1))}										
	A	B	C	D	E	F	G	H				
1	Объемы продаж											
2	Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль				
3	Продано, шт.	1000	1200	1300	800	1100	1000	1200				
4	Средние значения											
5	Среднее арифметическое	1085,7143	1085,7143									
6	Среднее геометрическое	1073,9147	1073,9147									
7	Среднее гармоническое	1061,412	1061,412									
8	Среднее отклонение	130,61224	130,61224									
9	Сумма квадратов отклонений	168571,43	168571,43									
10	Урезанное среднее	1100										
11	Количество значений	7										
12	Дисперсия или стандартное отклонение											
13	Отклонение по выборке	167,61634	167,61634	167,61634								
14	Отклонение по генеральной совокупности	155,18258	155,18258	155,18258								
15	Дисперсия по выборке	28095,238	28095,238	28095,238								
16	Дисперсия по генеральной совокупности	24081,633	24081,633	24081,633								

Рис. 17.18. Вычисление основных статистических характеристик

Документ содержит сведения о продажах за семь месяцев: с января по июль включительно. Эти данные занесены в ячейки диапазона В3:Н3. Ниже под этими данными в документе собраны некоторые полезные сведения: средние значения (арифметическое, гармоническое, геометрическое), а также характеристики степени разброса данных (стандартные отклонения и дисперсии). Некоторые данные дублируются, т. е. одни и те же значения вычисляются разными методами. С одной стороны, это позволяет более полно проиллюстрировать вычислительные возможности Excel и возможные способы работы с приложением, а с другой — раскрывает взаимосвязь между разными статистическими характеристиками. Для вычисления статистических характеристик, кроме уже известных, использовались функции СРЗНАЧ() (среднее значение, вычисленное по аргументам функции), СРГЕОМ() (среднее геометрическое значение, вычисленное по аргументам функции), СРГАРМ() (среднее гармоническое значение, вычисленное по аргументам функции), УРЕЗСРЕДНЕЕ() (среднее значение с отбрасыванием наиболее экстремальных значений), СРОТКЛ() (среднее модулей отклонений чисел от их средних значений), КВАДРОТКЛ() (вычисление суммы квадратов отклонений чисел от их среднего значения), СТАНДОТКЛОН() (стандартное отклонение, несмещенная оценка — новое название функции СТАНДОТКЛОН.В()), СТАНДОТКЛОНП() (стандартное отклонение по генеральной совокупности — новое название функции СТАНДОТКЛОН.Г()), ДИСП() (несмещенная дисперсия, т. е. дисперсия по выборке — новое название функции ДИСП.В()), ДИСПР() (смещенная дисперсия, т. е. дисперсия по генеральной совокуп-

ности — новое название функции ДИСП.Г (), ПРОИЗВЕД () (произведение чисел, указанных аргументами функции), ABS () (модуль числа — аргумента функции), СЧЁТ () (значение — количество чисел в списке аргументов), КОРЕНЬ () (корень квадратный из числа — аргумента функции). Сведения об использованных в документе командах и функциях собраны в табл. 17.8.

Таблица 17.8. Применение статистических функций

Адрес ячейки	Формула	Комментарий
B5	=СРЗНАЧ(B3:H3)	Среднее значение вычисляется по набору данных из диапазона ячеек B3:H3
C5	=СУММ(B3:H3)/B11	Среднее значение вычисляется как сумма значений в ячейках диапазона B3:H3 , деленная на количество ячеек в этом диапазоне. Количество ячеек занесено в ячейку B11 (вычисляется с помощью формулы =СЧЁТ(B3:H3))
B6	=СРГЕОМ(B3:H3)	Среднее геометрическое значение. Вычисляется с помощью функции СРГЕОМ ()
C6	=СТЕПЕНЬ(ПРОИЗВЕД(B3:H3); 1/B11)	Среднее геометрическое вычисляется как корень степени, определяемой количеством множителей из произведения значений в ячейках диапазона B3:H3 . Общая формула при вычислении среднего геометрического по набору данных $\{x_i\}$, как известно, имеет вид $\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$. Для вычисления среднего геометрического использована функция СТЕПЕНЬ (), первым аргументом которой указано произведение (функция ПРОИЗВЕД ()) с аргументом B3:H3 , а второй аргумент — степень (это 1/B11), в которую возводится результат вычисления произведения
B7	=СРГАРМ(B3:H3)	Вычисление среднего гармонического по значениям в ячейках диапазона B3:H3
C7	=1/СРЗНАЧ(СТЕПЕНЬ(B3:H3;-1))	Среднее гармоническое вычисляется по набору значений $\{x_i\}$ как $\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} \right]^{-1}$. Поэтому сначала вычисляется среднее значение обратных элементов из диапазона B3:H3 , после чего результат возвращается как величина, обратная к этому среднему значению. Значения, обратные к значениям в ячейках диапазона B3:H3 , вычисляются с помощью функции СТЕПЕНЬ (). Первый ее аргумент — ссылка на диапазон ячеек B3:H3 , а второй — -1 . Чтобы в результате вычисления по соответствующей формуле каждый элемент диапазона B3:H3 возводился в степень -1 , необходимо формулу вводить как формулу массива, т. е. нажатием комбинации клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>

Таблица 17.8 (продолжение)

Адрес ячейки	Формула	Комментарий
B8	=СРОТКЛ(B3:H3)	Среднее значение модулей отклонений от среднего значения для данных диапазона B3:H3
C8	=СРЗНАЧ(ABS(B3:H3-B5))	Среднее значение модулей отклонений. Вычисляется так: сначала формируется набор значений — модулей отклонений от среднего значения данных из диапазона ячеек B3:H3 . Среднее значение занесено в ячейку B5 . Формула вводится как формула массива, т. е. путем нажатия комбинации клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>. Среднее значение по сформированному набору значений вычисляется при помощи функции СРЗНАЧ()
B9	=КВАДРОТКЛ(B3:H3)	Сумма квадратов отклонений значений в ячейках диапазона B3:H3 от среднего значения
C9	=СУММКВ(B3:H3-B5)	Формула массива, позволяющая вычислить сумму квадратов отклонений значений в ячейках диапазона B3:H3 от среднего значения (ячейка B5). Аргументом функции СУММКВ() указана разница массива B3:H3 и ячейки B5 . Чтобы в результате выполнения соответствующей команды формировалась последовательность данных, как разница значения в ячейках и среднего значения, необходимо вводить формулу нажатием комбинации клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>
B10	=УРЕЗСРЕДНЕЕ(B3:H3;0,3)	Среднее значение, вычисленное по диапазону ячеек B3:H3 (первый аргумент функции УРЕЗСРЕДНЕЕ()) с отбрасыванием граничных значений (уровень отбрасываемых значений 0,3 указан вторым аргументом функции УРЕЗСРЕДНЕЕ())
B11	=СЧЁТ(B3:H3)	Командой возвращается количество ячеек из диапазона B3:H3 с численными значениями. В рассматриваемом случае оно равно количеству ячеек диапазона B3:H3
B13	=СТАНДОТКЛОН(B3:H3)	Стандартное среднеквадратичное отклонение, вычисленное по выборке (несмещенная оценка)
C13	=КОРЕНЬ(B15)	Стандартное среднеквадратичное отклонение, вычисленное как корень квадратный из дисперсии по выборке (несмещенная оценка). Дисперсия вычислена в ячейке B15
D13	=КОРЕНЬ(B9/(B11-1))	Вычисление среднеквадратичного отклонения через сумму квадратов отклонений: это корень квадратный из суммы квадратов, деленной на число, на единицу меньшее количества элементов выборки (значений в ячейках диапазона B3:H3)

Таблица 17.8 (окончание)

Адрес ячейки	Формула	Комментарий
B14	=СТАНДОТКЛОНП(В3:Н3)	Вычисление стандартного среднеквадратного отклонения по генеральной совокупности (смещенная оценка)
C14	=КОРЕНЬ(B16)	Вычисление среднеквадратичного отклонения по дисперсии для генеральной совокупности (смещенная оценка)
D14	=КОРЕНЬ(B9/B11)	Вычисление среднеквадратного отклонения по сумме квадратов отклонений. Сумма квадратов делится на число элементов (ячеек в диапазоне В3:Н3) и из полученного значения извлекается квадратный корень
B15	=ДИСП(В3:Н3)	Дисперсия по выборке (несмещенная оценка)
C15	=B16*B11/(B11-1)	Вычисление несмещенной выборочной дисперсии по смещенной дисперсии для генеральной совокупности: дисперсия, вычисленная по генеральной совокупности (ячейка В16), умножается на количество элементов в выборке и делится на число, на единицу меньшее количества элементов в выборке
D15	=B9/(B11-1)	Вычисление дисперсии по выборке (несмещенная оценка) через сумму квадратов отклонений значений в выборке (диапазон ячеек В3:Н3) от среднего значения (сумма квадратов делится на количество элементов в выборке минус один)
B16	=ДИСПР(В3:Н3)	Дисперсия для генеральной совокупности (смещенная оценка)
C16	=B15*(B11-1)/B11	Вычисление смещенной дисперсии по известным значениям для несмещенной дисперсии и количества элементов в выборке
D16	=B9/B11	Вычисление смещенной дисперсии: это сумма квадратов отклонений значений из выборки от среднего значения, деленная на количество элементов в выборке

Примеры по использованию других статистических функций Excel можно найти в главе 27.

Пример 17.8. Функции для работы с текстом, датой и временем

В этом примере рассматриваются функции для работы с текстом, датой и временем (рис. 17.19).

В табл. 7.9 приведены формулы, по которым вычислялись значения в ячейках рабочего документа. Там же приведена справочная информация об использованных

в формулах функциях для работы с текстовыми значениями, а также значениями типа "Дата" и "Время".

Обычно такие функции используются на промежуточных этапах вычислений или в процессе оформления документа. Наиболее актуально это для функции `ДАТА()`, поскольку в большинстве функций, аргументами которых являются данные типа "Дата", подразумевается, что соответствующие аргументы есть результат вызова именно функции `ДАТА()`. Их, по сравнению, например, со статистическими функциями, существенно меньше, однако они перекрывают практически весь спектр возникающих в результате исследования вопросов.

Разумеется, перечень встроенных функций Excel был бы неполным, если в него не были бы включены функции, предназначенные для расчетов в финансовой сфере. Эти функции в Excel есть, и их много. Примеры работы с финансово-экономическими функциями приведены в *главе 28*.

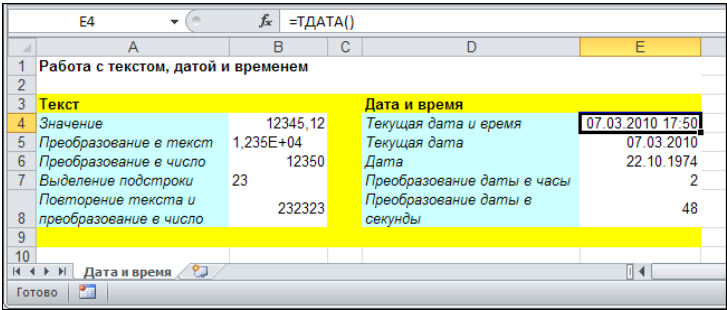


Рис. 17.19. Функции для работы с текстом, датой и временем

Таблица 7.9. Работа с текстом, датой и временем

Адрес ячейки	Формула или значение	Комментарий
B4	12345,12	Числовое значение для дальнейшего преобразования
B5	=ТЕКСТ(B4;"0,000E+00")	Преобразование числового значения в текстовое. Осуществляется с помощью функции ТЕКСТ(). Аргументами функции указывается численное значение, преобразуемое к текстовому значению, а также код формата, в соответствии с которым осуществляется преобразование числа в текст. Код формата заключается в кавычки, а правила его составления описывались в главе 12 при описании методов форматирования. Приведенной формулой численное значение в ячейке B4 преобразуется к текстовому формату. В соответствии с форматом 0,000E+00 число сначала записывается в экспоненциальном представлении с отображением, по меньшей мере, трех цифр в десятичной части в мантиссе числа и двух цифр — в показателе степени, причем знак степени отображается в явном виде. Несмотря на то, что отображаемое в ячейке значение очень напоминает число, это текстовое значение, и как число оно системой не обрабатывается

Таблица 7.9 (окончание)

Адрес ячейки	Формула или значение	Комментарий
B6	=ЗНАЧЕН(B5)	Преобразование текстового значения в число. Использована функция ЗНАЧЕН()
B7	=ПСТР(B5;3;2)	Выделение подстроки из текстовой строки. Применена функция ПСТР(). У функции три аргумента. Первым является текстовая строка, из которой извлекается подстрока. Второй аргумент функции определяет позицию символа в строке, начиная с которого будет выделяться подстрока, а третий аргумент служит для определения длины выделяемой подстроки (в символах)
B8	=ЗНАЧЕН(ПОВТОР(B7;3))	В команде использована функция ПОВТОР(), с помощью которой на основе текстовой строки, указанной первым аргументом функции, путем многократного ее повторения формируется новая строка. Количество повторений указывается вторым аргументом функции. Далее, согласно приведенной команде, сформированная таким образом текстовая строка преобразуется к числовому значению
E4	=ТДАТА()	Функцией ТДАТА() возвращается текущая дата и время. Функция аргументов не имеет
E5	=СЕГОДНЯ()	Функцией СЕГОДНЯ() возвращается текущая дата. Функция аргументов не имеет
E6	=ДАТА(1974;10;22)	Функцией ДАТА() в качестве значения генерируется и возвращается дата (в числовом формате). Аргументами функции указывают год, месяц и день. На основе этих аргументов и определяется дата
E7	=ЧАС(B4)	Функцией ЧАС() осуществляется преобразование аргумента в часы (число в диапазоне значений от 0 до 23). Аргументом функции указывается время в числовом формате
E8	=СЕКУНДЫ(B4)	Функцией СЕКУНДЫ() из аргумента, являющегося временем в числовом формате, выделяются секунды



Глава 18

Диаграммы

Диаграммы и графики вне всяких сомнений — самый наглядный способ представления данных. В Excel диаграммы самого разного типа создаются легко и неприужденно. По большому счету, достаточно выделить в рабочем документе диапазон ячеек с данными, на основе которых строится диаграмма, и щелкнуть на соответствующей пиктограмме. Диаграмма создается автоматически (или почти автоматически). В случае необходимости в уже созданную диаграмму можно вносить изменения. Спектр настроек диаграмм в Excel позволяет создавать графики и диаграммы практически любого вида и любой сложности. Полезной является утилита создания шаблонов диаграмм. В этом случае пользователем определяются основные параметры диаграмм и настройки, на основе которых в дальнейшем строятся новые диаграммы.

В этой главе рассматриваются некоторые наиболее характерные ситуации, встречающиеся на практике при создании, редактировании и использовании диаграмм и графиков.

Пример 18.1. Быстрое создание диаграммы

Прежде чем выбирать тип диаграммы, желательно определиться с данными, на основе которых диаграмма будет создаваться. В качестве иллюстрации рассмотрим рис. 18.1, на котором представлены табулированные значения для полинома $x(x-1)(x-2)$.

Ячейки **A4:A20** содержат значения аргумента, а соответствующие им значения полинома вычислены в ячейках **B4:B20**. В ячейке **A3** подпись **Аргумент** для аргументов полинома, а в ячейке **B3** подпись **Функция**.

Для создания диаграммы выделяем диапазон ячеек **B3:B20** и в группе **Диаграммы** вкладки **Вставка** ленты выбираем тип диаграммы: сначала следует выбрать категорию (**Гистограмма**, **График**, **Круговая**, **Линейчатая**, **С областями**, **Точечная** или **Другие диаграммы**), раскрыть соответствующий список и выбрать тип диаграммы. На рис. 18.2 выбран способ отображения диаграммы в виде графика с метками базисных точек (определяются табличными значениями).

В результате создается диаграмма, как это показано на рис. 18.3.

	B4				$=A4*(A4-1)*(A4-2)$
	A	B	C	D	E
1	Пример 18.1. Быстрое создание диаграммы				
2					
3	Аргумент	Функция			
4	0	0			
5	0,15	0,235875			
6	0,35	0,375375			
7	0,55	0,358875			
8	0,75	0,234375			
9	0,95	0,049875			
10	1,15	-0,146625			
11	1,35	-0,307125			
12	1,55	-0,383625			
13	1,75	-0,328125			
14	1,95	-0,092625			
15	2,15	0,370875			
16	2,35	1,110375			
17	2,55	2,173875			
18	2,75	3,609375			
19	2,95	5,464875			
20	3,15	7,788375			
21					

Рис. 18.1. Документ с данными для создания на их основе диаграммы

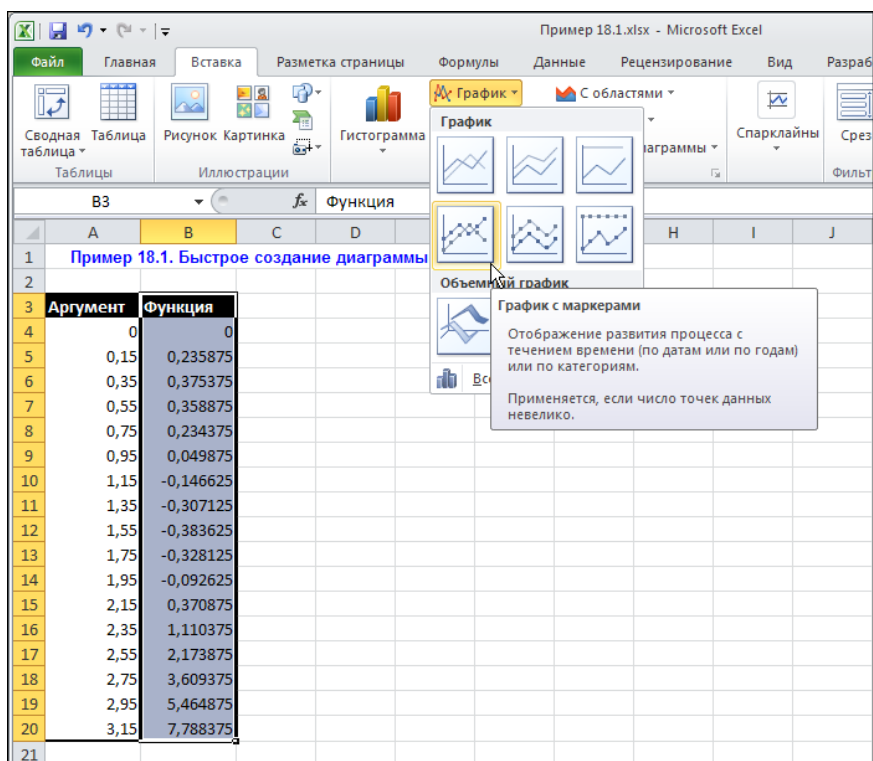


Рис. 18.2. Выбор типа диаграммы при выделенных данных в документе

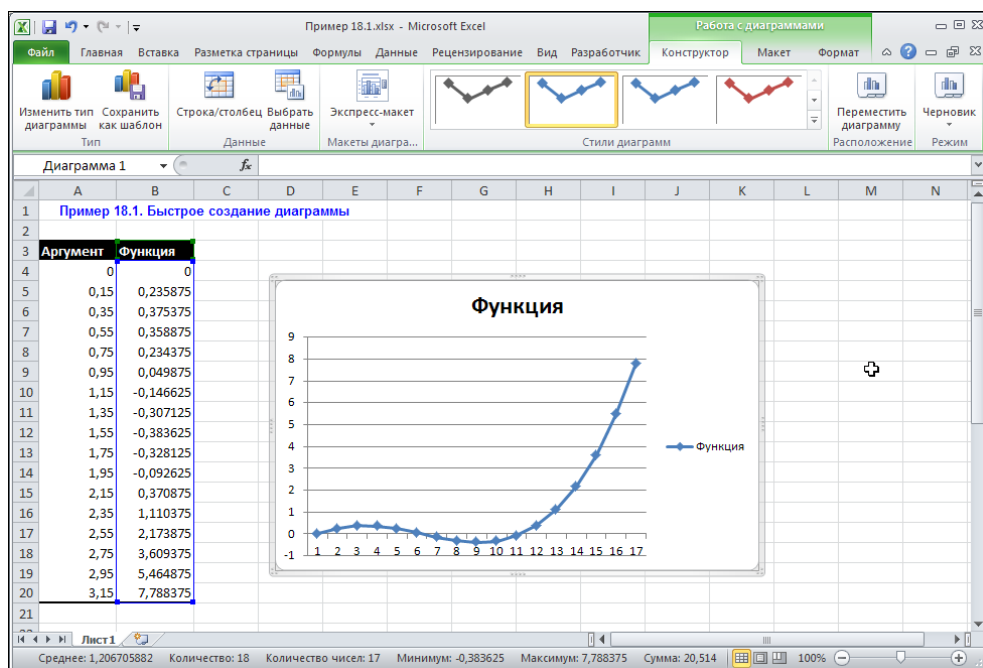


Рис. 18.3. Результат создания диаграммы

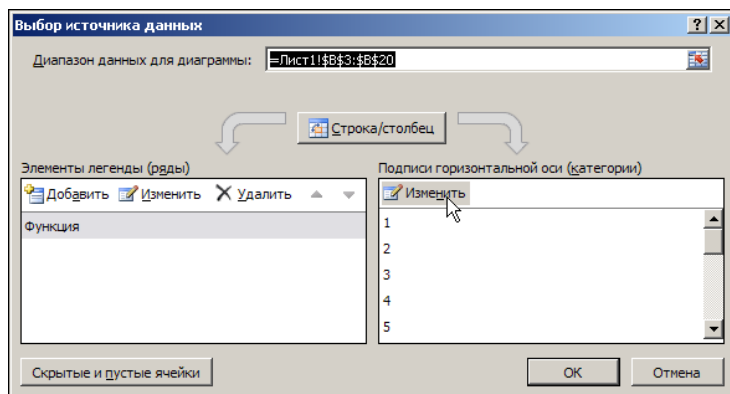


Рис. 18.4. Внесение изменений в ось категорий диаграммы

Функция отображена достаточно точно, однако горизонтальная координатная ось (ось категорий) содержит вместо реальных аргументов функции натуральные числа. Такое положение дел лучше изменить. Для этого при выделенной в рабочем листе диаграмме щелкаем на пиктограмме **Выбрать данные** (см. рис. 18.3). Откроется диалоговое окно **Выбор источника данных**, в котором следует указать диапазон значений для оси категорий. В разделе **Подписи горизонтальной оси (категории)** в правой части окна следует щелкнуть на пиктограмме **Изменить** (рис. 18.4).

Откроется еще одно вспомогательное окно **Подписи оси**. В единственном поле этого окна указывается диапазон ячеек, значения которых будут служить подписями для оси категорий. Достаточно при активном поле выделить диапазон ячеек **A4:A20** в рабочем документе (рис. 18.5).

После подтверждения внесенных изменений диаграмма несколько меняет свой вид и становится такой, как на рис. 18.6.

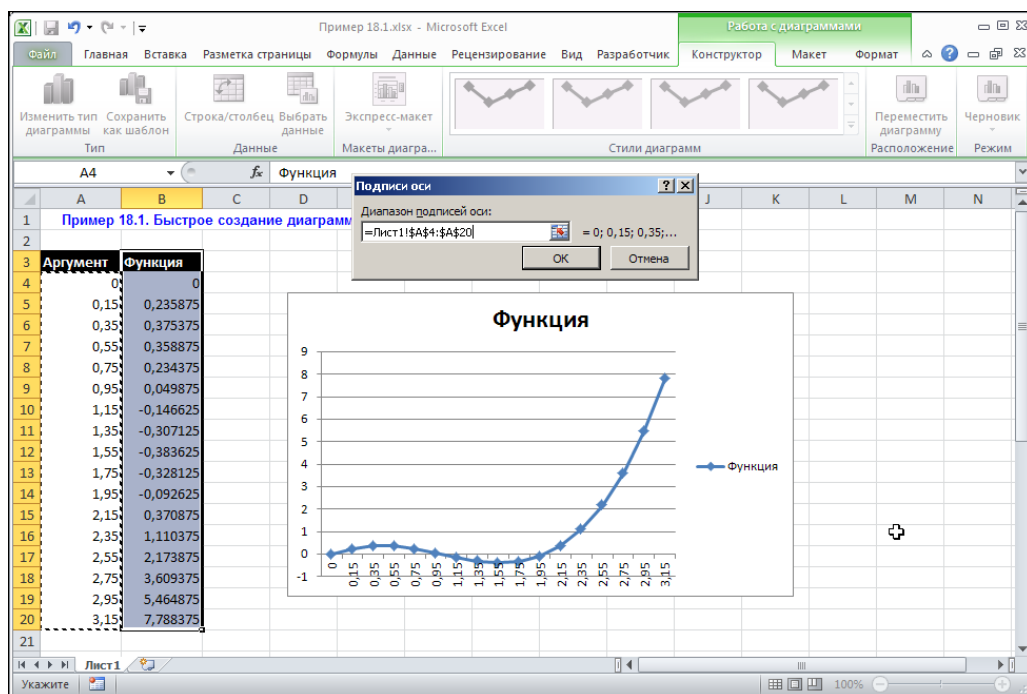


Рис. 18.5. Указание диапазона значений для оси категорий диаграммы



Рис. 18.6. Диаграмма в виде графика с метками создана

Выбирать тип диаграммы можно и несколько иначе. В частности, при выделенном диапазоне ячеек **B3:B20** можно щелкнуть на активной метке группы **Диаграммы** вкладки **Вставка** ленты. Откроется окно **Вставка диаграммы**, в котором в левой части представлен список категорий, а в правой — пиктограммы для выбора типа диаграммы (рис. 18.7).

Преимущество этого способа состоит в том, что в окне можно просмотреть все доступные типы диаграмм. Например, выберем диаграмму с отображением данных в рядах в виде цилиндрических столбиков (рис. 18.8).

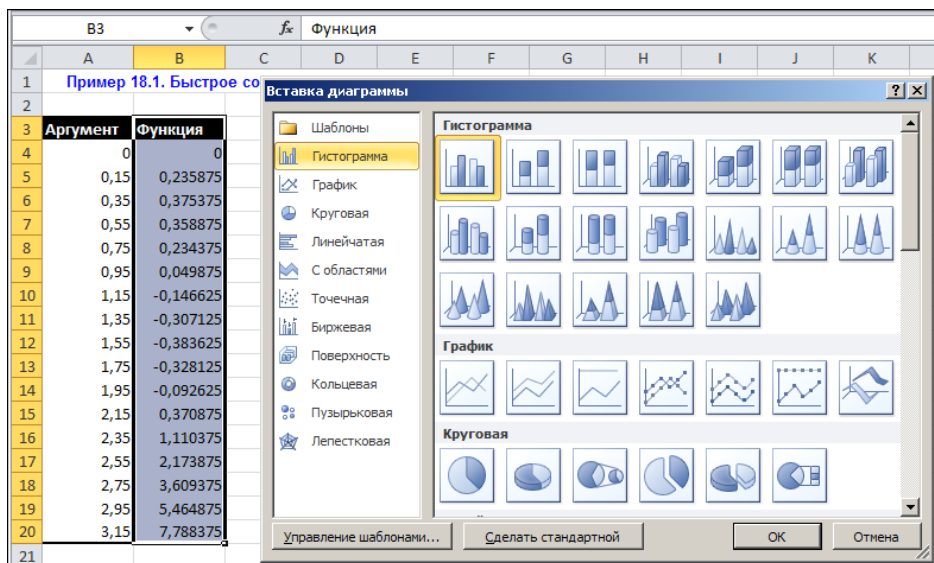


Рис. 18.7. После щелчка на активной метке раздела **Диаграммы** открывается окно выбора типа диаграммы

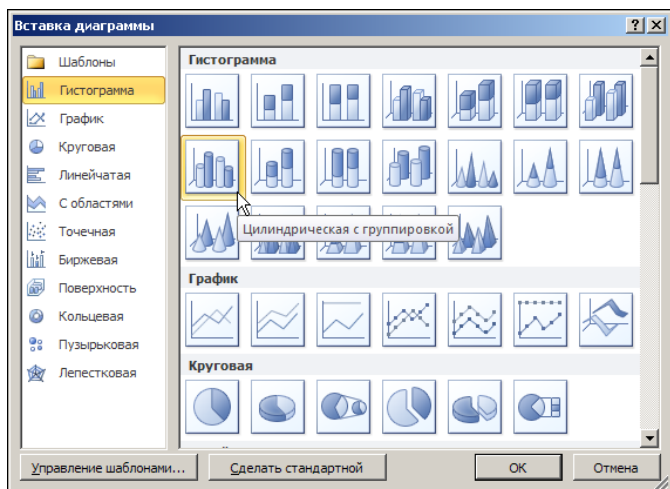


Рис. 18.8. Выбор типа диаграммы с отображением значений в рядах данных в виде цилиндров

Созданная диаграмма в окне рабочего документа показана на рис. 18.9.

После внесения правок подписи оси категорий (последовательность действий абсолютно такая же, как и в первом случае при создании диаграммы в виде графика) получаем диаграмму, представленную на рис. 18.10.

Отметим также, что в процессе редактирования уже созданной диаграммы можно менять практически все ее параметры, в том числе и тип диаграммы (при условии, что это позволяют сделать исходные, отображаемые в диаграмме данные).

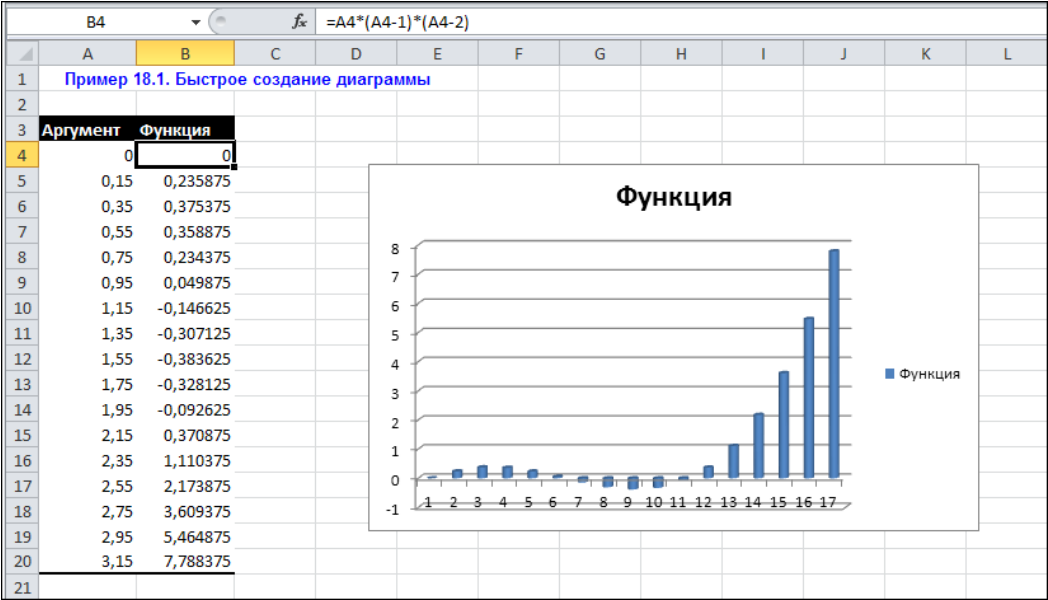


Рис. 18.9. В диаграмме следует отредактировать данные для оси категорий



Рис. 18.10. Диаграмма построена

Пример 18.2. Изменение типа диаграммы

После того как диаграмма создана, в нее можно вносить изменения. Изменения могут касаться самых разных параметров таблицы, в том числе базовых диапазонов данных, на основе которых построена диаграмма, и ее типа.

Чтобы изменить тип созданной диаграммы, ее предварительно следует выделить в рабочем документе. После этого можно выполнить щелчок правой кнопкой мыши и выбрать в раскрывающемся списке команду **Изменить тип диаграммы** (рис. 18.11).

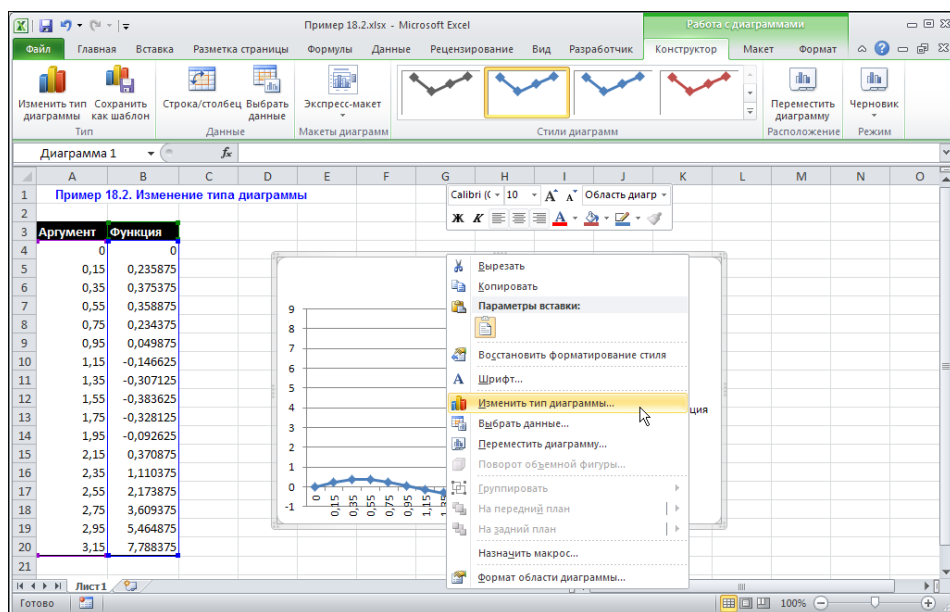


Рис. 18.11. Выбор команды изменения типа диаграммы

Можно также воспользоваться специальной пиктограммой **Изменить тип диаграммы** в группе **Тип** дополнительной вкладки **Работа с диаграммами | Конструктор** (рис. 18.12).

В любом случае откроется уже известное читателю окно выбора типа диаграммы, в котором следует реализовать свои предпочтения (рис. 18.13).

После применения новых настроек диаграмма может выглядеть так, как показано на рис. 18.14.

Не всегда прибегают к таким кардинальным мерам, как изменение типа диаграммы. Иногда достаточно изменить ее стиль. При изменении стиля формально структура диаграммы остается неизменной, меняются только настройки для ее отдельных частей, таких как фон, цвет заливки и т. п. Для изменения стиля диаграммы используют одну из пиктограмм в группе **Стили диаграмм** вкладки **Работа с диаграммами | Конструктор** (рис. 18.15).

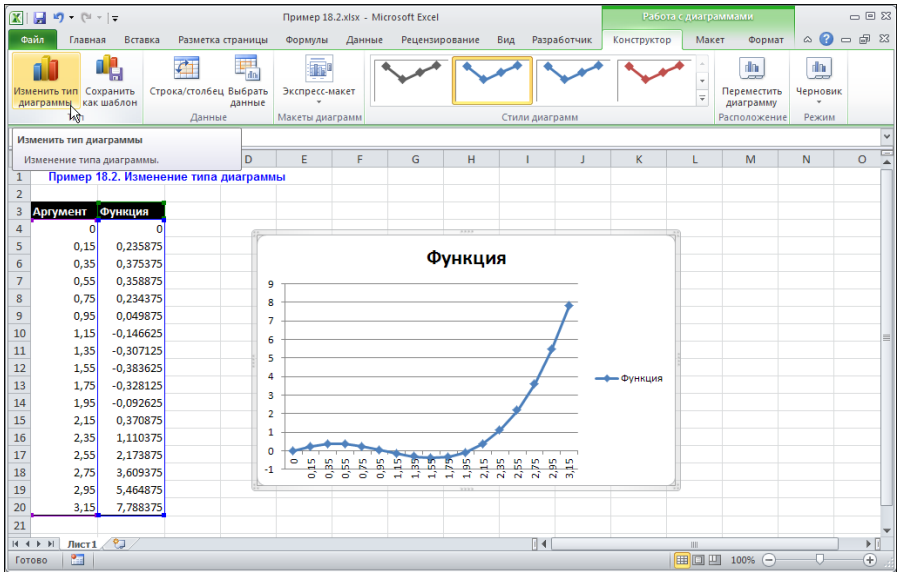


Рис. 18.12. Использование пиктограммы на вкладке **Работа с диаграммами** для изменения типа диаграммы

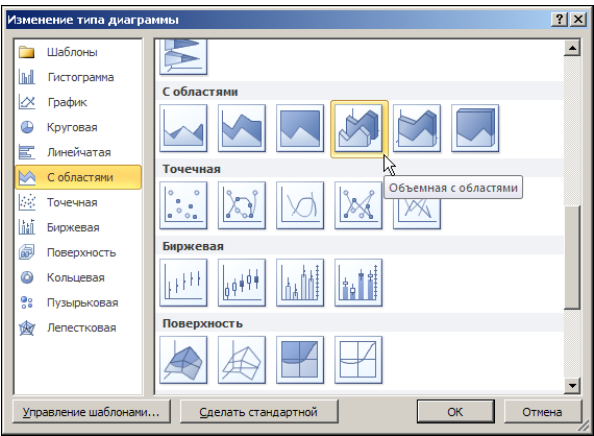


Рис. 18.13. Окно изменения типа диаграммы

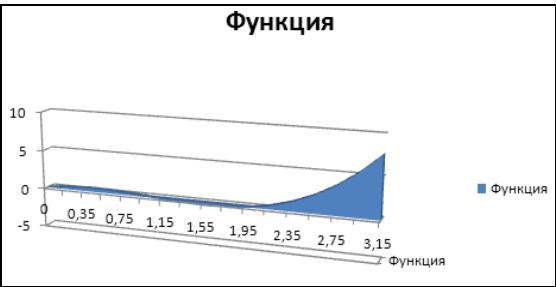


Рис. 18.14. Диаграмма после изменения типа

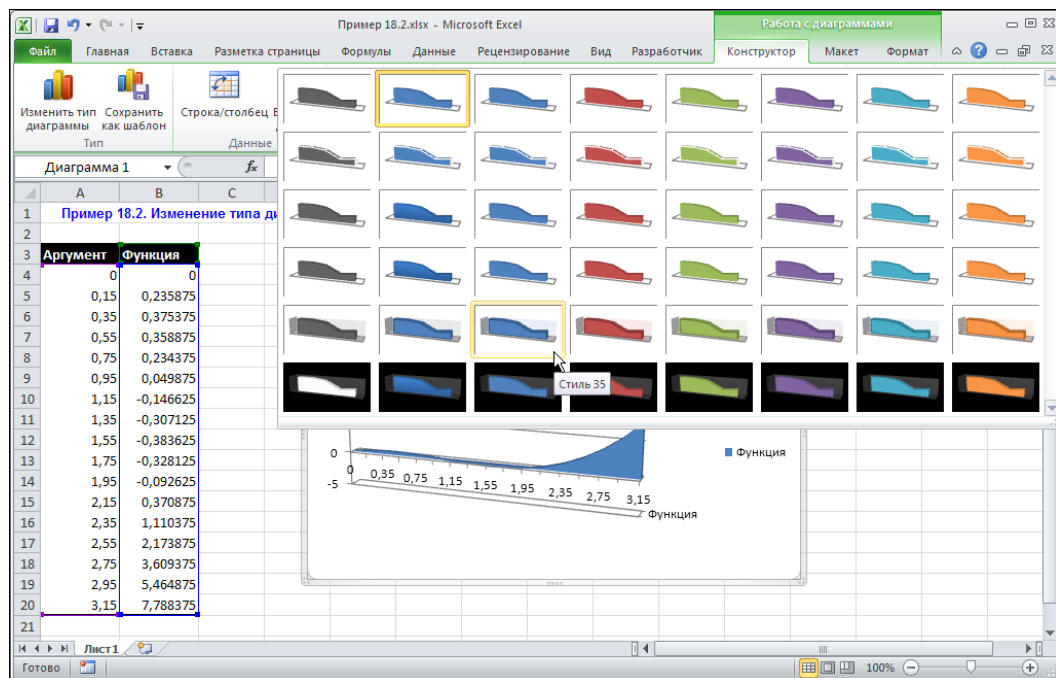


Рис. 18.15. Изменение стиля диаграммы

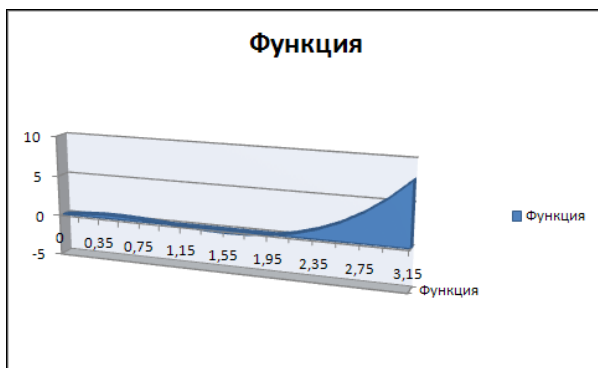


Рис. 18.16. Диаграмма после изменения стиля

В частности, после изменения стиля диаграмма примет вид, как на рис. 18.16.

Обычно тип и стиль диаграммы выбирают так, чтобы они максимально соответствовали виду, к которому приводится диаграмма. В этом случае в настройки диаграммы придется вносить минимальное число изменений.

Пример 18.3. Редактирование области диаграммы

Каждый элемент диаграммы может редактироваться в отдельности. Редактирование может осуществляться как непосредственно в области диаграммы через команды контекстного меню, так и с помощью пиктограмм дополнительной вкладки **Работа с диаграммами**. Процесс выбора команды **Формат области диаграммы** проиллюстрирован на рис. 18.17.

Открывается окно форматирования области диаграммы, показанное на рис. 18.18, а.

Окно содержит несколько разделов. В каждом разделе выполняются всевозможные настройки: от способа заливки области диаграммы до применения трехмерных эффектов. Вид разных разделов окна с выполненными настройками показан на рис. 18.18, б—18.18, л. После применения этих настроек диаграмма будет иметь вид, как на рис. 18.19.

Полезной может оказаться и дополнительная вкладка **Работа с диаграммами | Формат** (рис. 18.20).

Более точно, интерес представляет группа **Стили фигур**. Список с графическими элементами в левой части группы используется для выбора стиля внешней рамки (рис. 18.21).

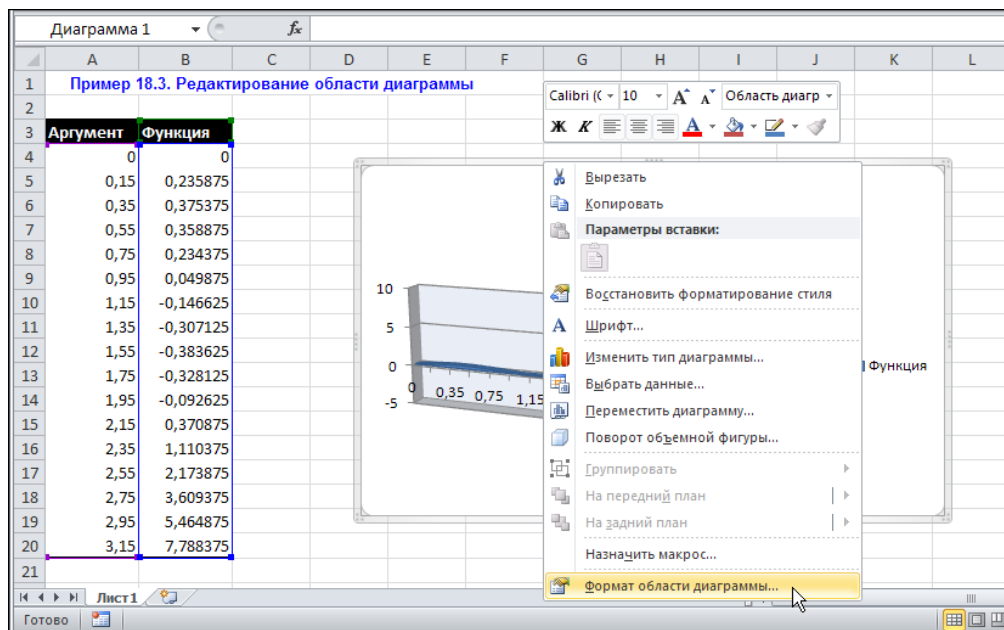


Рис. 18.17. Выбор из контекстного меню команды редактирования области диаграммы

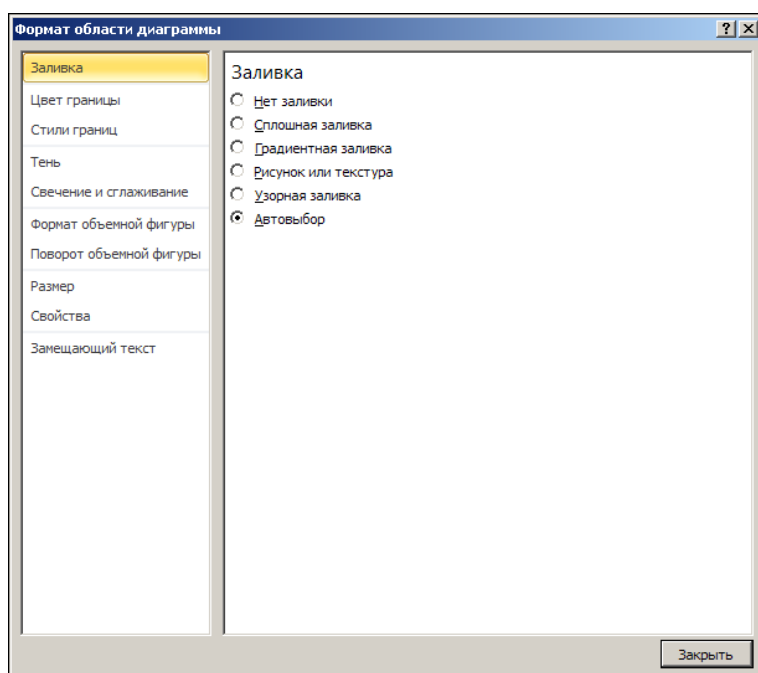


Рис. 18.18, а. Окно форматирования области диаграммы

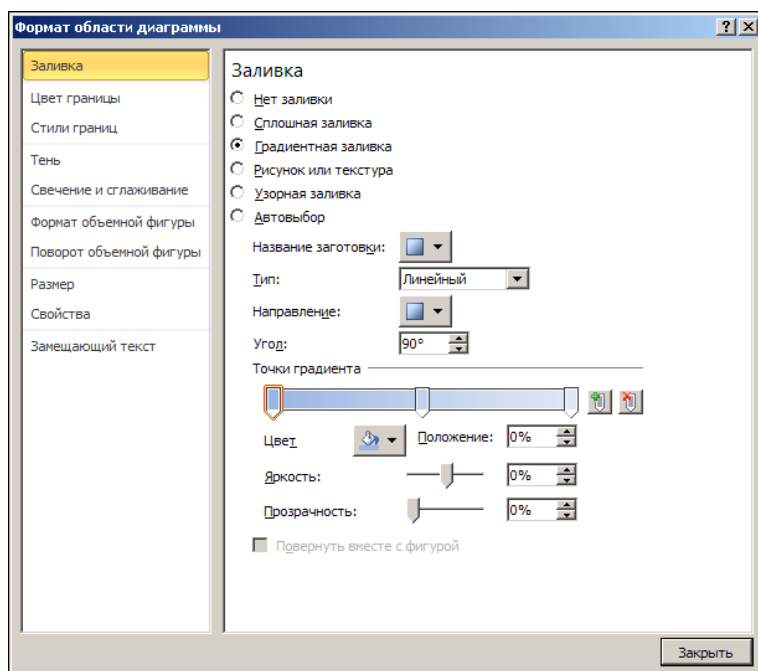
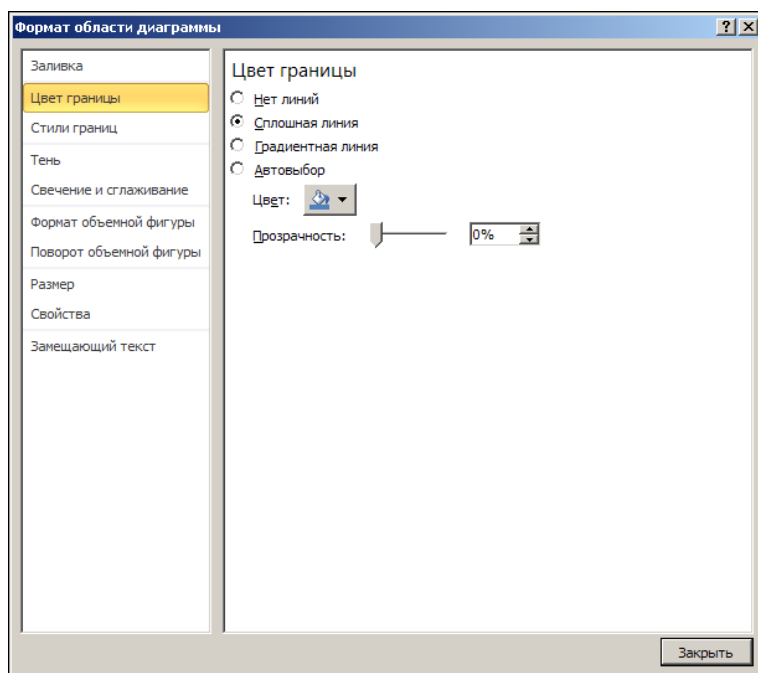
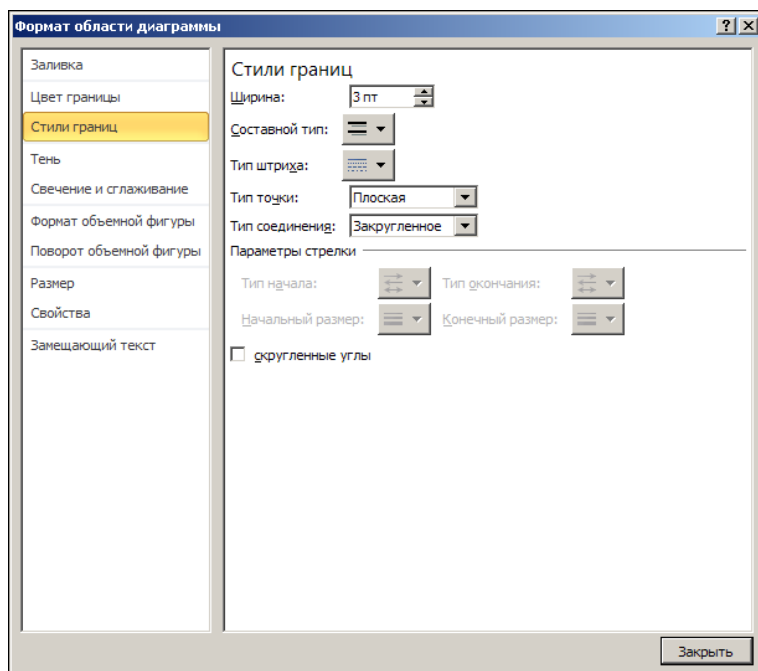


Рис. 18.18, б. Раздел настройки параметров заливки Заливка

Рис. 18.18, в. Раздел настройки параметров линий границы **Цвет границы**Рис. 18.18, г. Раздел настройки параметров типа линий **Стили границ**

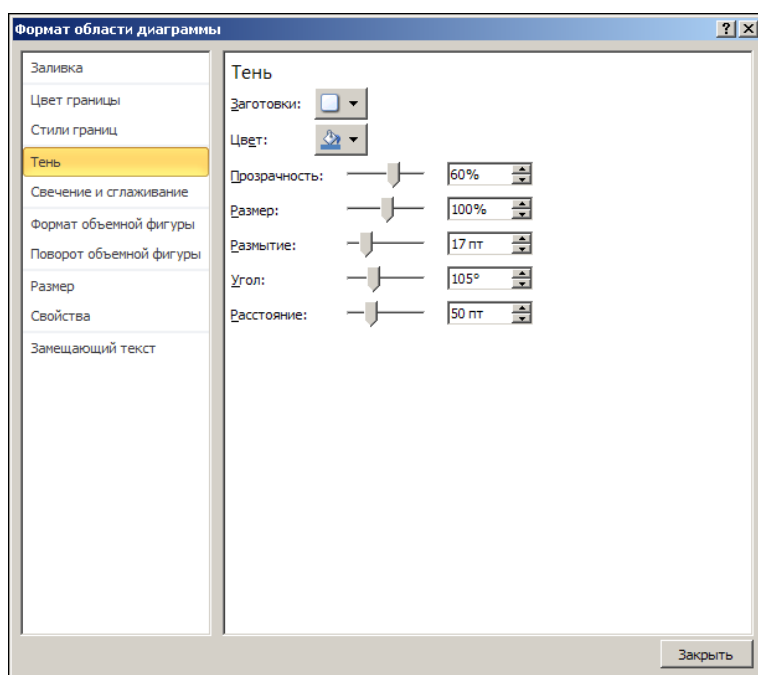


Рис. 18.18, д. Раздел настройки параметров отображения тени **Тень**

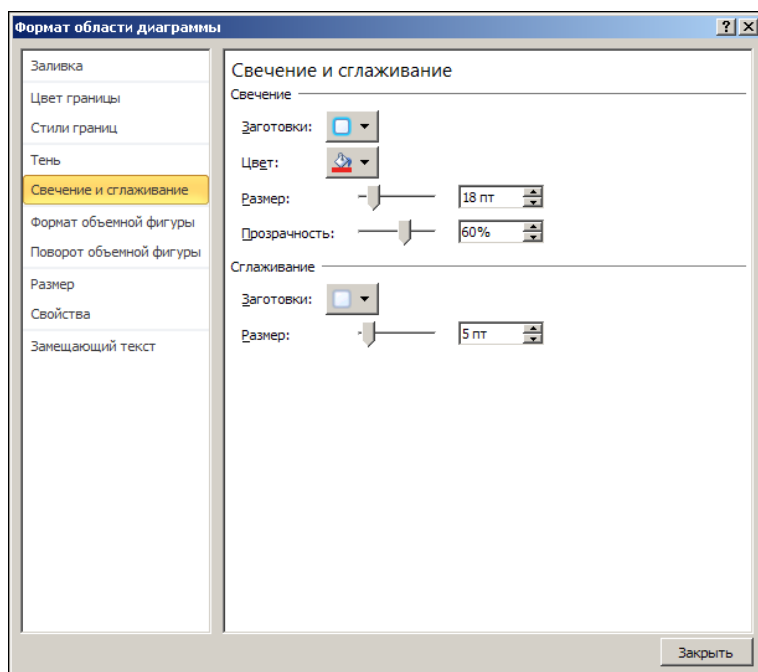
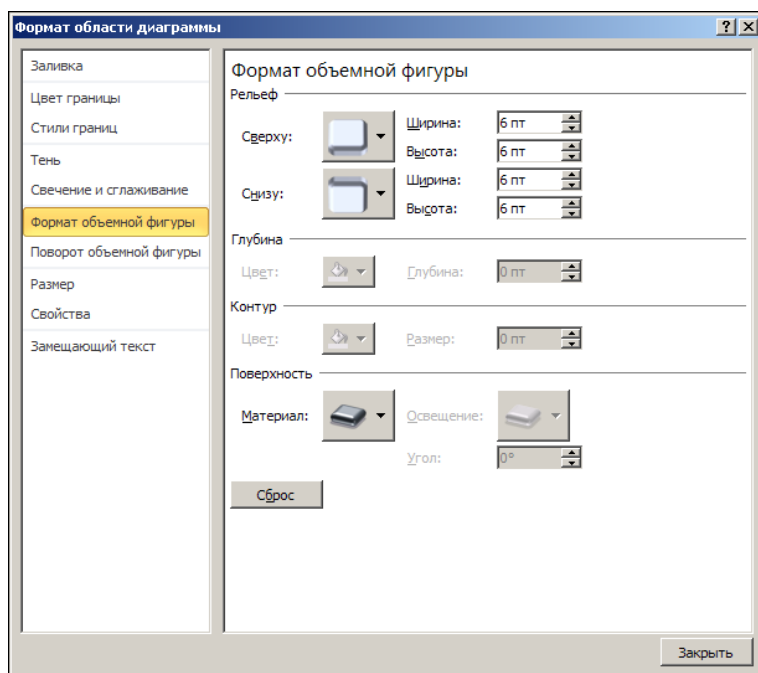
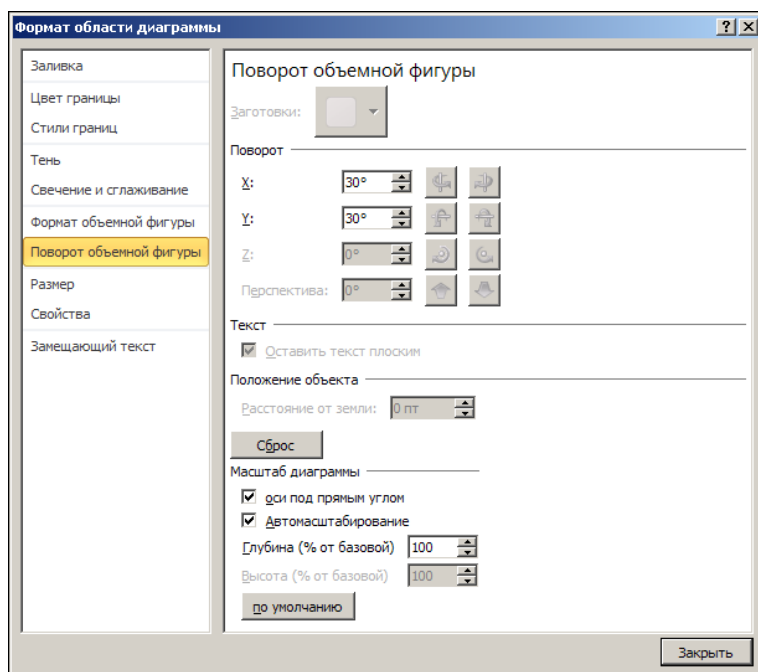
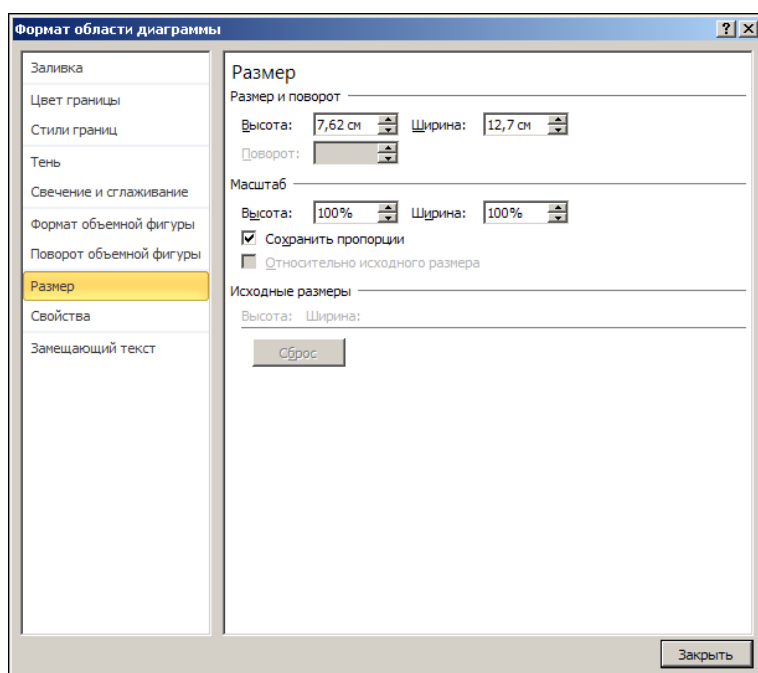
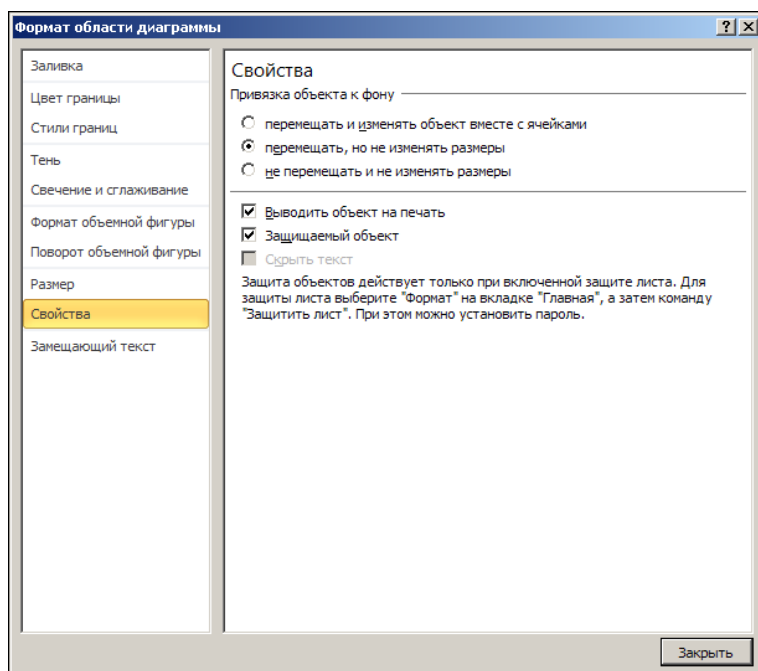


Рис. 18.18, е. Раздел настройки эффекта подсветки **Свечение и сглаживание**

Рис. 18.18, ж. Раздел настройки трехмерных эффектов **Формат объемной фигуры**Рис. 18.18, з. Раздел настройки параметров трехмерных поворотов **Поворот объемной фигуры**

Рис. 18.18, и. Раздел настройки размера **Размер**Рис. 18.18, к. Раздел настройки параметров перемещения **Свойства**

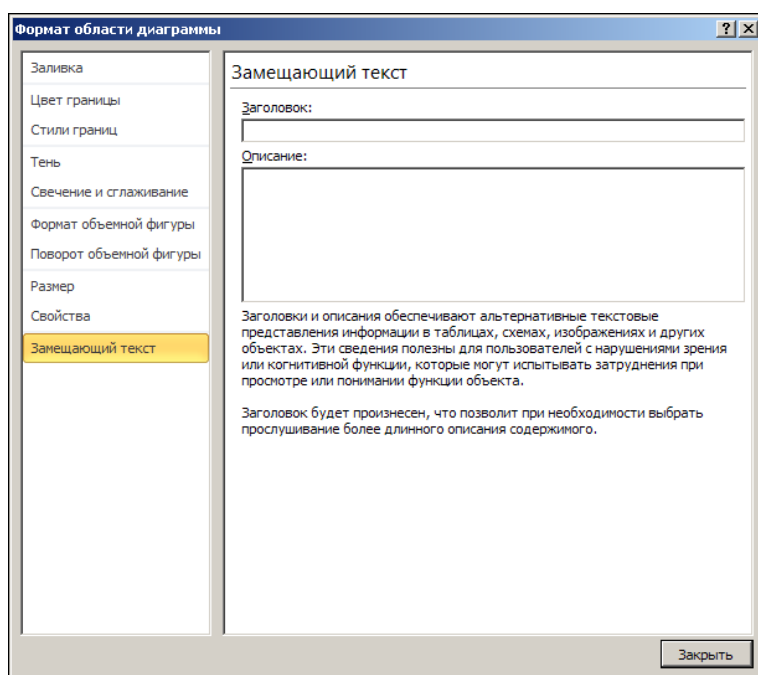
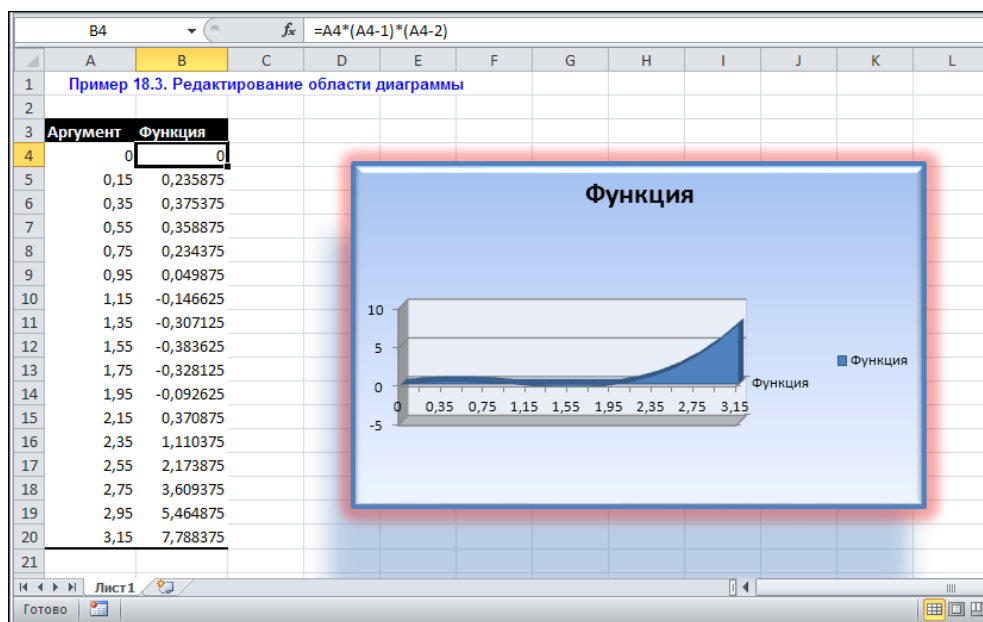
Рис. 18.18, л. Раздел настройки замещающего текста **Замещающий текст**

Рис. 18.19. Результат форматирования области диаграммы

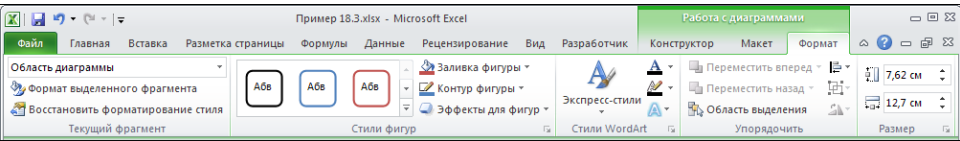


Рис. 18.20. Дополнительная вкладка **Работа с диаграммами | Формат**

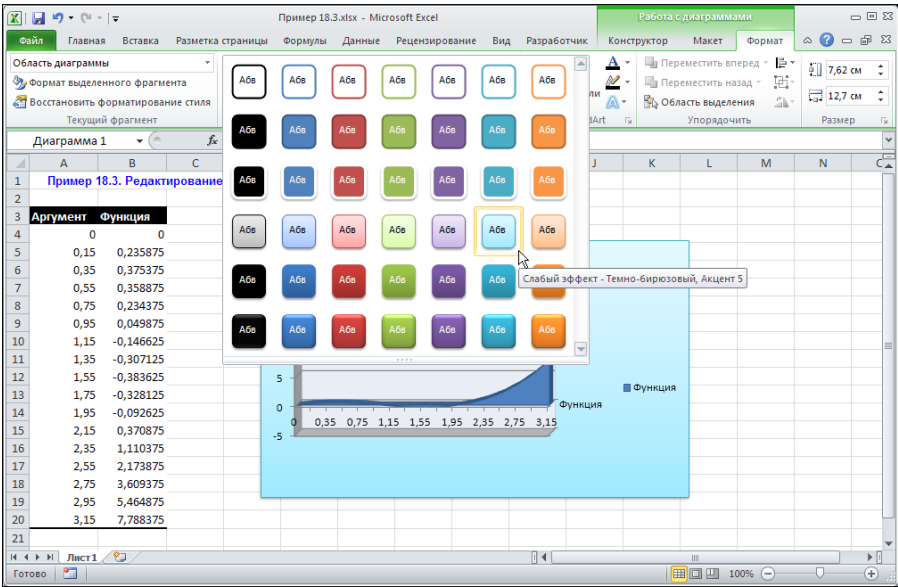


Рис. 18.21. Изменение стиля внешней рамки

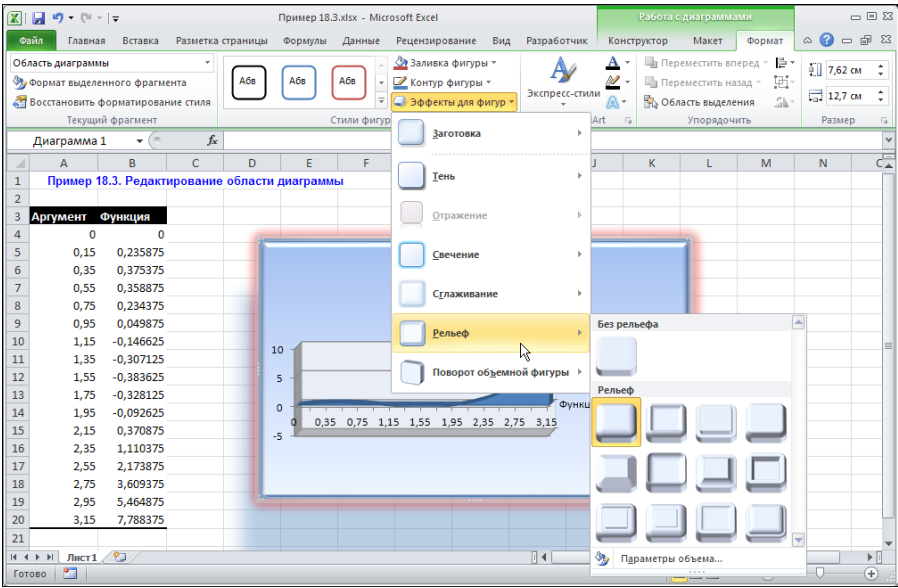


Рис. 18.22. Использование объемных эффектов

Для выбора типа заливки используют пиктограмму **Заливка фигуры**, а цвет и тип линий рамки задается в раскрывающемся списке пиктограммы **Контур фигуры** (см. рис. 18.20). Пиктограмма **Эффекты для фигур** используется для настройки объемных эффектов (рис. 18.22).

Разумеется, возможности Excel позволяют выполнять и более замысловатые настройки. Причем это относится как к диаграмме в целом, так и к отдельным ее элементам.

Пример 18.4. Настройки отдельных элементов диаграммы

Стандартный рецепт по настройке отдельного элемента диаграммы выглядит так: нужно выделить этот элемент в диаграмме и воспользоваться контекстным меню.

Разумеется, существуют и другие варианты. Например, на рис. 18.23 в контекстном меню при выделенной сетке диаграммы выбирается команда **Формат линий сетки** для форматирования линий сетки.

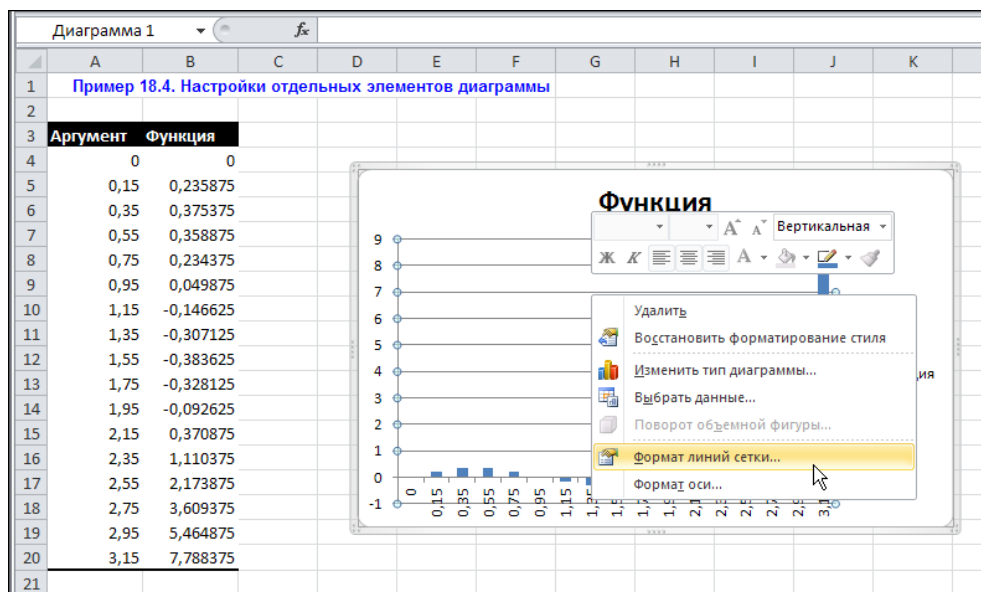


Рис. 18.23. Выбор в контекстном списке команды форматирования линий сетки диаграммы

Настройки выполняются в диалоговом окне **Формат основных линий сетки** (рис. 18.24).

Это, по сути, упрощенный вариант окна **Формат области диаграммы** (см. рис. 18.18, б—18.18, л). Окно содержит разделы **Цвет линии**, **Тип линии** и **Тень** для выбора стиля и параметров линии. В данном случае используется сплошная линия красного цвета без тени.

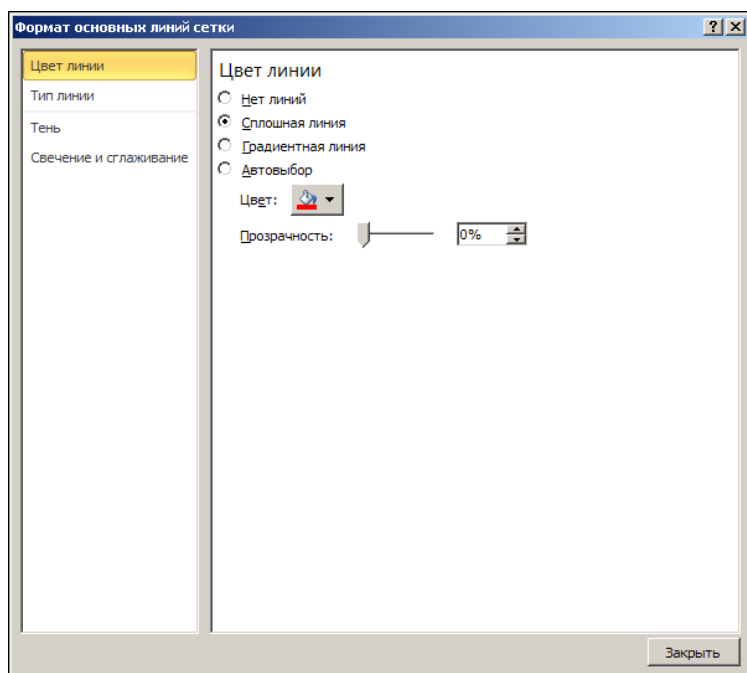


Рис. 18.24. Окно настройки формата линий сетки

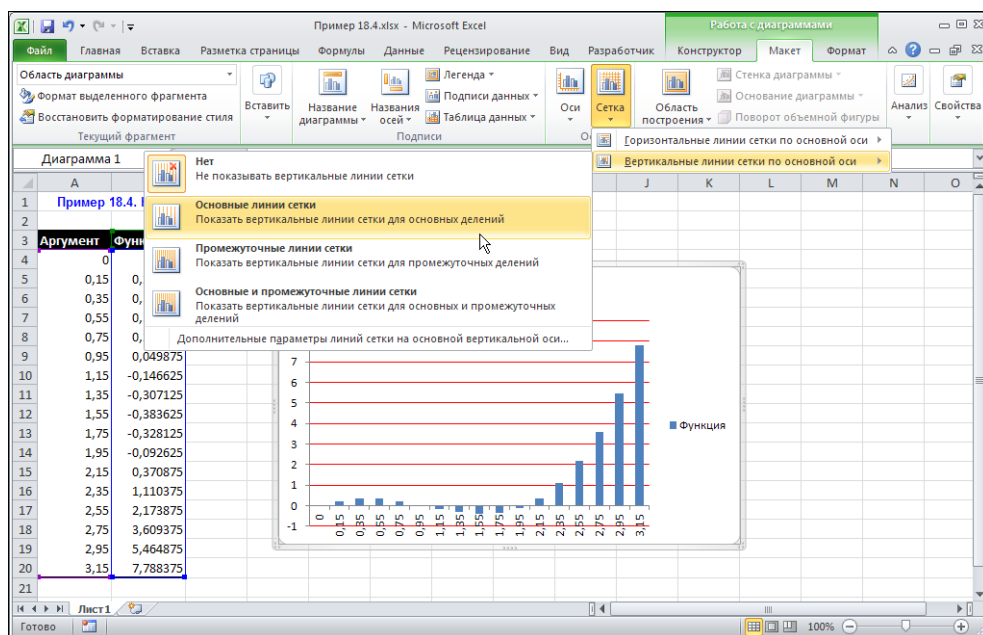


Рис. 18.25. Добавление вертикальных линий сетки

На дополнительной вкладке **Работа с диаграммами | Макет** большинство пиктограмм предназначено для настройки отдельных элементов диаграммы. Если требуется, чтобы в области диаграммы отображались не только горизонтальные, но и вертикальные линии сетки, в списке команд пиктограммы **Сетка** выбираем команду **Вертикальные линии сетки по основной оси | Основные линии сетки** (рис. 18.25).

В результате в диаграмму добавляются основные вертикальные линии сетки (кроме основных, существуют еще и дополнительные линии сетки), как это показано на рис. 18.26.



Рис. 18.26. В диаграмму добавлены вертикальные линии сетки

Для добавления или редактирования подписей координатных осей используем пиктограмму **Названия осей** (рис. 18.27). Для отображения подписи под координатной осью выбираем команду **Название под осью**. В результате внизу добавляется специальное поле, которое можно перемещать, изменять его размеры и редактировать содержимое (рис. 18.28).

Пиктограмма **Оси** предназначена для работы непосредственно с координатными осями (рис. 18.29).

В частности, если воспользоваться командой **Оси | Основная горизонтальная ось | Справа налево**, будет изменено направление горизонтальной координатной оси, в результате чего диаграмма примет вид, как показано на рис. 18.30.

Для более конкретных и детальных настроек, относящихся прямо или косвенно к виду и типу координатной оси диаграммы, ось следует выделить и щелкнуть в контекстном меню на команде **Формат оси** (рис. 18.31).

Открывающееся в результате диалоговое окно **Формат оси** содержит несколько разделов (рис. 18.32).

Настройки, выполняемые в разделах диалогового окна **Формат оси**, достаточно стандартны для большинства элементов диаграммы.

В разделе **Параметры оси** задаются такие настройки, как интервал между засечками координатной оси (значение **2** в поле **Интервал между делениями**), интервал между отображаемыми у оси значениями (значение **4** в поле **Единица измерения**

интервала раздела **Интервал между подписями**). Для того чтобы засечки отображались внутри, устанавливаем значение поля-списка **Основные** равным **внутри**, а если установить значение поля-списка **Подписи оси** равным **вверху**, метки координатной оси будут отображаться в верхней части диаграммы. Наконец, можно в явном виде определить место пересечения вертикальной и горизонтальной осей. Для этого переключатель **Вертикальная ось пересекает** устанавливаем в положение **в категории с номером** и в соответствующее поле вводим значение **1** для категории, на которой будут пересекаться оси. Позиционирование осей по засечкам осуществляется через установку переключателя **Положение оси** в положение **по делениям**. Результат описанных настроек приведен на рис. 18.33.

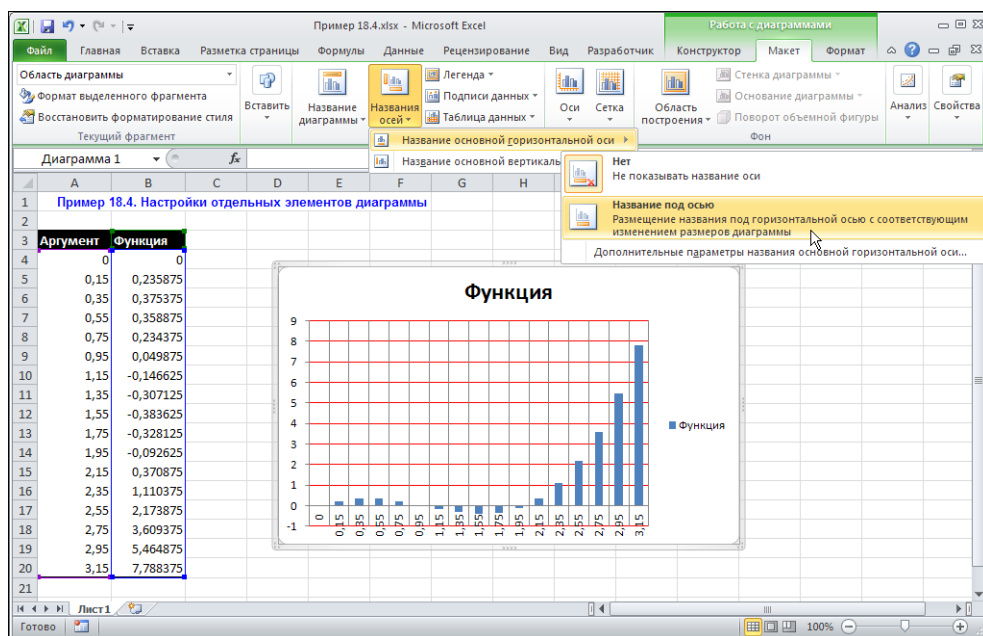


Рис. 18.27. Добавление подписи координатной оси



Рис. 18.28. Редактирование поля подписи координатной оси

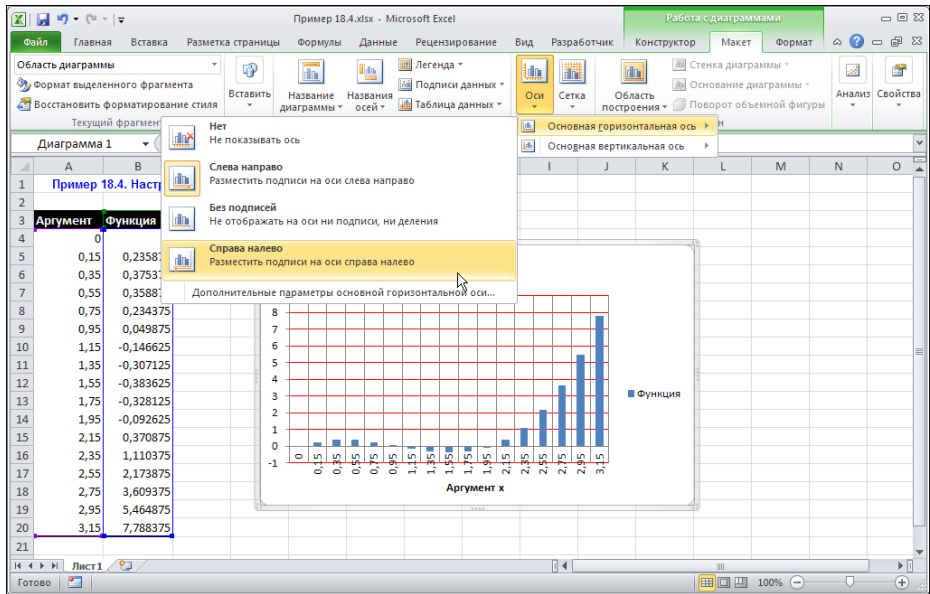


Рис. 18.29. Изменение направления координатной оси



Рис. 18.30. В диаграмме изменено направление горизонтальной координатной оси

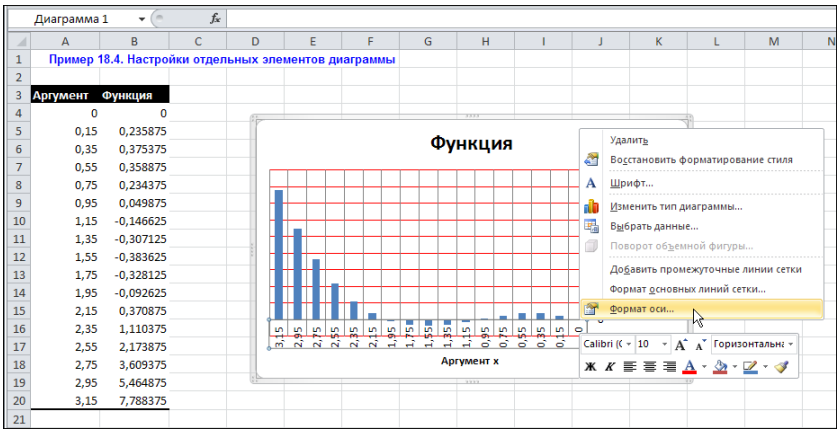


Рис. 18.31. Выбор команды форматирования координатной оси

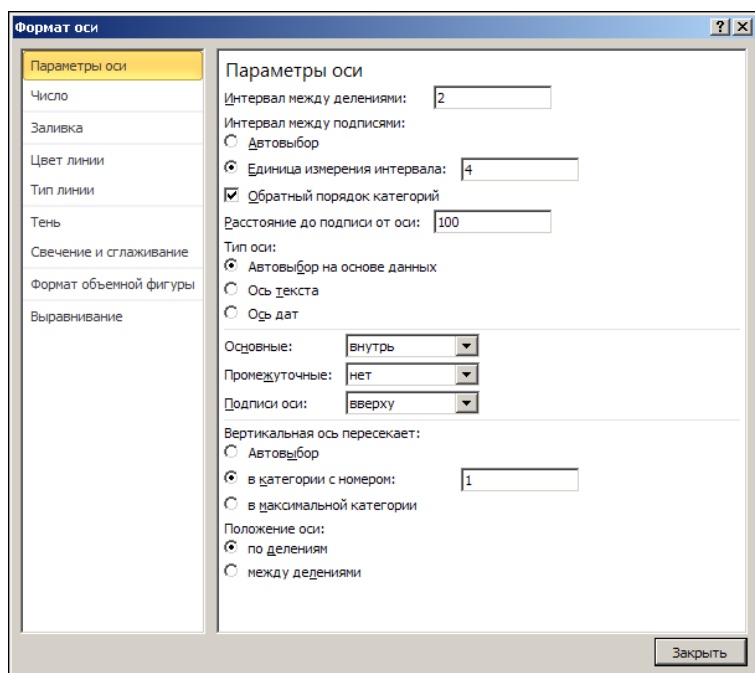


Рис. 18.32. Диалоговое окно **Формат оси** открыто в разделе **Параметры оси**

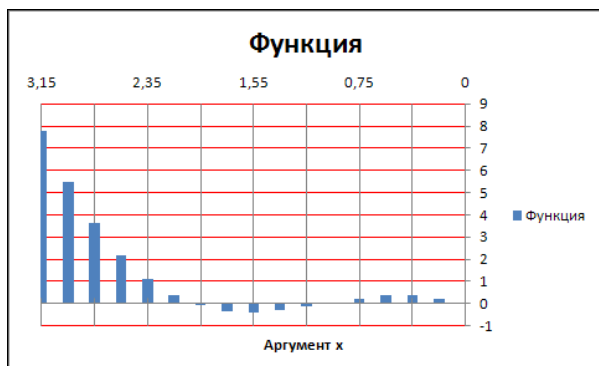


Рис. 18.33. Результат применения настроек для координатной оси

Пример 18.5. Отображение пустых и скрытых ячеек

Нередко складывается такая ситуация, что массив данных, на основании которых строится диаграмма, содержит пустые и (или) скрытые ячейки. В некоторых случаях пустые ячейки следует игнорировать, а в некоторых — рассматривать как содержащие нулевые значения. Но если в случае пустых ячеек между указанными

режимами разница не очень большая, то при наличии скрытых ячеек ситуация значительно сложнее. На рис. 18.34 показана диаграмма (график функции), построенная на основании данных в ячейках диапазона **A4:B20**, при этом ячейки **A6:B11** скрыты.

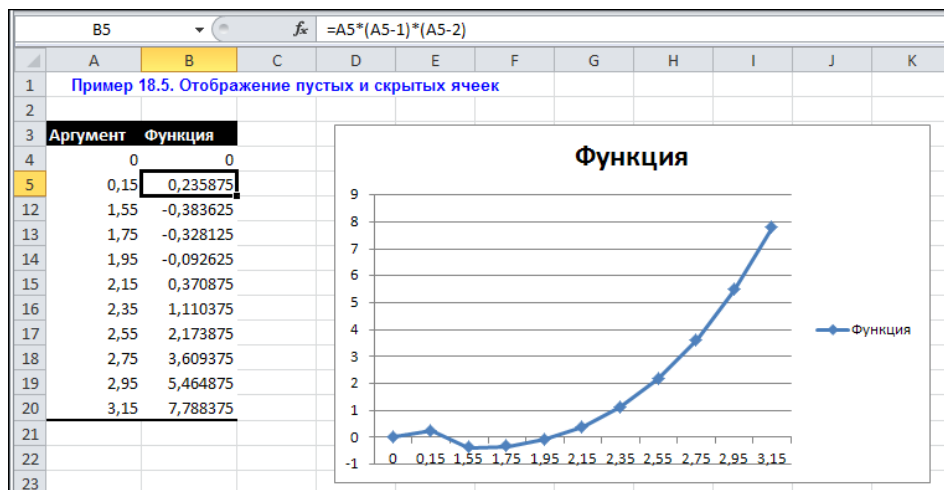


Рис. 18.34. Отображение диаграммы на основе диапазона со скрытыми ячейками

По умолчанию скрытые ячейки игнорируются, поэтому график функции (как и ранее, это полиномиальное выражение) содержит явный неаналитический фрагмент. Иногда такой режим удобен, но только не в данном случае. Чтобы исправить ситуацию, запускаем утилиту **Выбрать данные** редактирования базовых данных, на основе которых строится диаграмма (можно воспользоваться одноименной пиктограммой или командой контекстного меню), и в открывшемся диалоговом окне щелчком на кнопке **Скрытые и пустые ячейки** (рис. 18.35).

Откроется еще окно **Настройка скрытых и пустых ячеек**, в котором есть опция **Показывать данные в скрытых строках и столбцах** и переключатель **Показывать пустые ячейки как** на три положения (рис. 18.36).

Чтобы в диаграмме отображались данные скрытых ячеек, устанавливаем флажок **Показывать данные в скрытых строках и столбцах**, а пустые ячейки могут, в зависимости от положения переключателя, обрабатываться следующим образом: пропускаться (положение **пустые значения**), интерпретироваться как содержащие нулевое значение (положение **нулевые значения**) и интерполироваться прямой (положение переключателя **линию**). На рис. 18.37 показано, как будет выглядеть диаграмма после перехода в режим отображения данных скрытых ячеек.

Обычно такой режим используют при построении графиков табулированных функций на больших интервалах значений (с малым шагом дискретизации), когда базовый диапазон слишком большой и его приходится скрывать в документе.

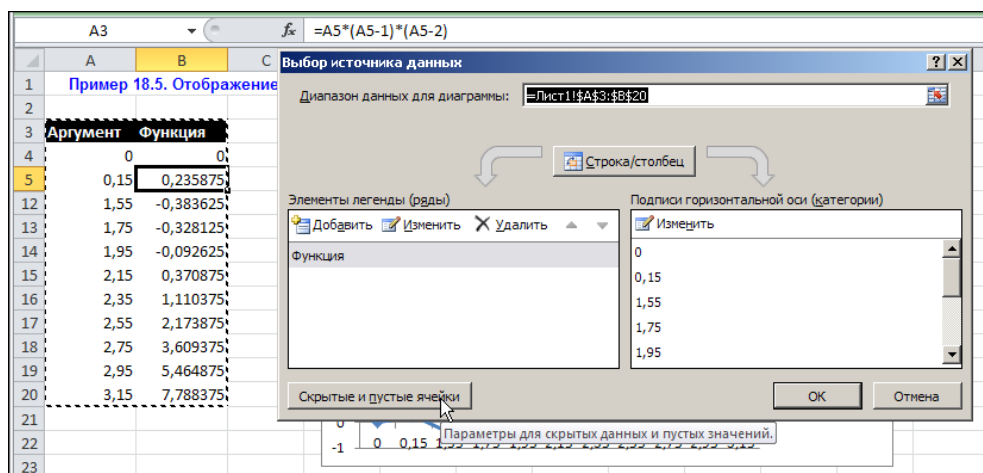


Рис. 18.35. Для настройки режима отображения в диаграмме данных скрытых и пустых ячеек щелчком на кнопке **Скрытые и пустые ячейки**

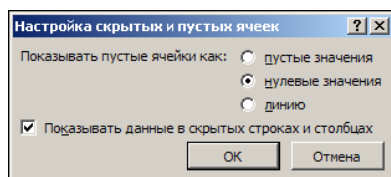


Рис. 18.36. Настройка режима отображения в диаграмме данных скрытых и пустых ячеек

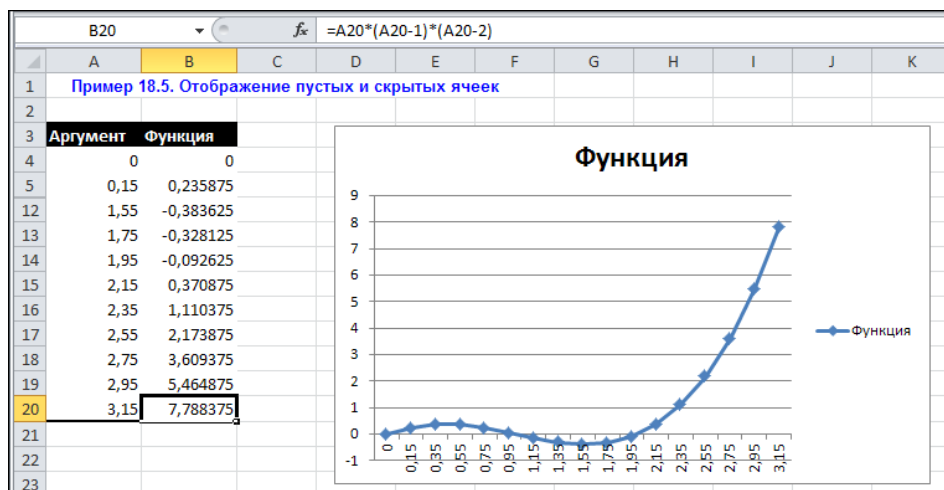


Рис. 18.37. В диаграмме отображаются данные скрытых ячеек

Пример 18.6. Создание шаблона диаграммы

Хотя всевозможных типов диаграмм и встроенных стилей в Excel более чем достаточно, нередко приходится создавать диаграммы, которые существенно отличаются от тех, что предлагаются системой. Если это единичная ситуация, проблем не возникает. Однако когда речь идет о создании значительного числа однотипных диаграмм, разумнее и удобнее создать специальный шаблон, на основе которого в дальнейшем будут формироваться диаграммы.

Шаблон диаграммы создается просто. Достаточно выделить в документе диаграмму, настройки которой будут служить базовыми для формирования шаблона, и щелкнуть на пиктограмме **Сохранить как шаблон** дополнительной вкладки **Работа с диаграммами | Конструктор** (рис. 18.38).

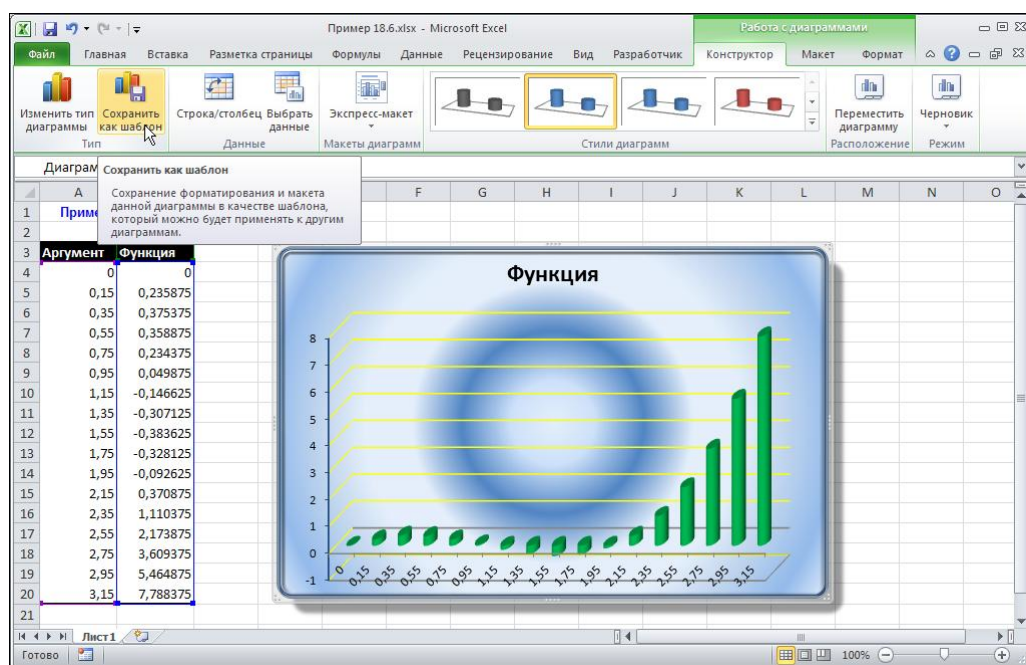


Рис. 18.38. Исходная диаграмма для создания шаблона

Откроется специальное диалоговое окно, в котором указывается название для шаблона диаграммы и место для хранения соответствующего файла в системе. Рекомендуется использовать предлагаемую по умолчанию папку. В этом случае при создании новой диаграммы в окне **Вставка диаграммы** в папке **Шаблоны** можно выбрать тип диаграммы, созданный пользователем (рис. 18.39).

Если шаблон был сохранен пользователем в месте, отличном от используемой по умолчанию папки для шаблонов диаграмм, придется воспользоваться кнопкой **Управление шаблонами** для поиска шаблона в системе.

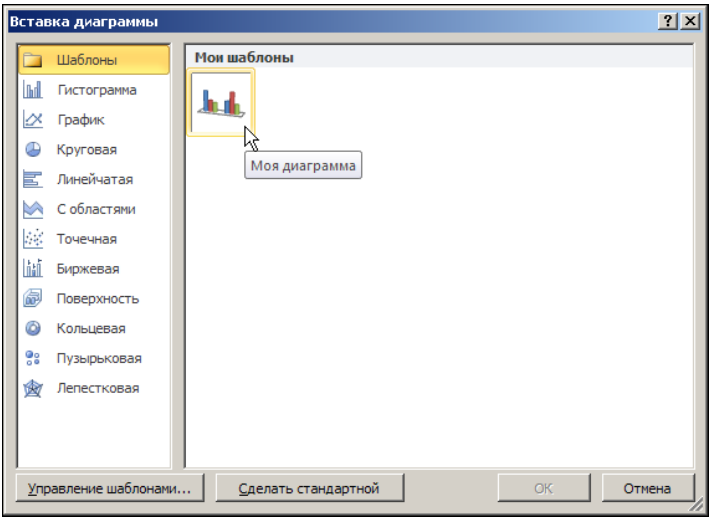


Рис. 18.39. Использование шаблона пользователя для создания диаграммы

Пример 18.7. Использование особых настроек для разных рядов данных

Если в диаграмме отображается сразу несколько зависимостей, для каждой из них можно задать особый способ отображения в диаграмме. На рис. 18.40 представлена диаграмма, в которой по базовым точкам построены графики для синуса и косинуса на некотором интервале значений.

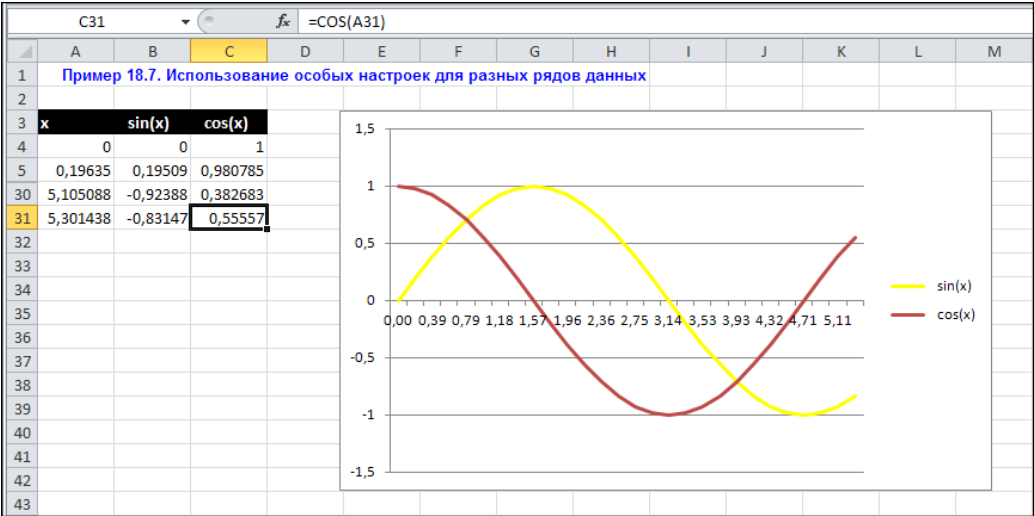


Рис. 18.40. Диаграмма с графиками для двух функциональных зависимостей

Для удобства центральная часть диапазона ячеек с исходными данными скрыта. Изменим способ представления синус-зависимости. В частности, реализуем ее не с помощью кривой, а посредством набора столбиков. Для этого в области диаграммы выделяем редактируемую зависимость и в списке команд контекстного меню выбираем команду **Изменить тип диаграммы для ряда** (рис. 18.41).

Откроется окно **Изменение типа диаграммы**, в котором выбираем способ отображения в диаграмме данных ряда (рис. 18.42).

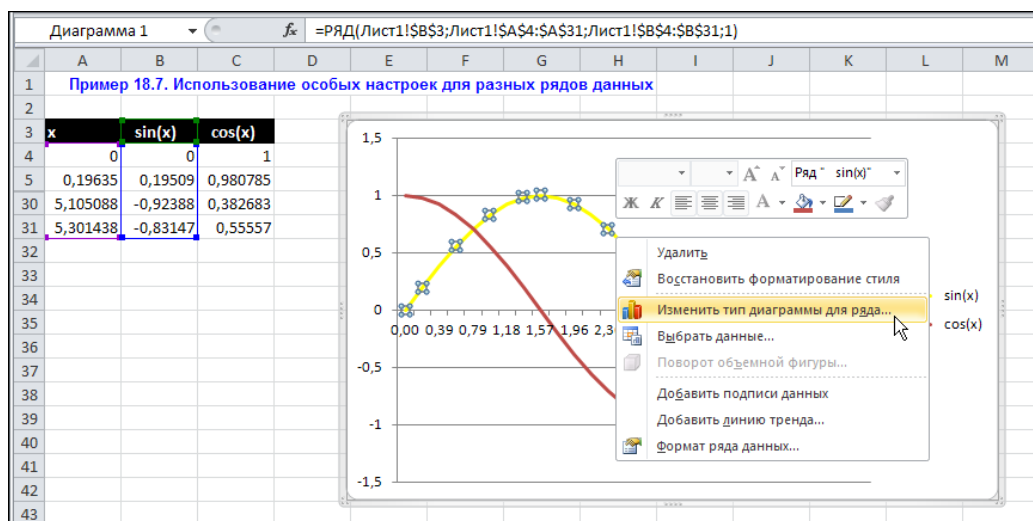


Рис. 18.41. Изменение способа отображения зависимости для одной из кривых

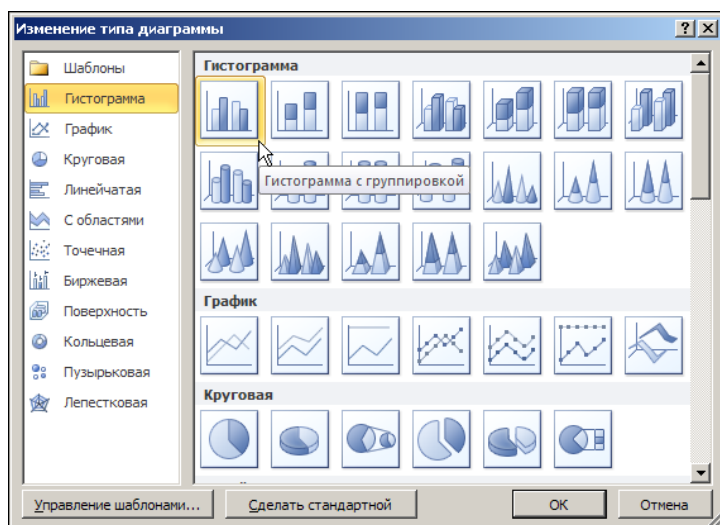


Рис. 18.42. Выбор типа диаграммы для применения к одному из рядов данных

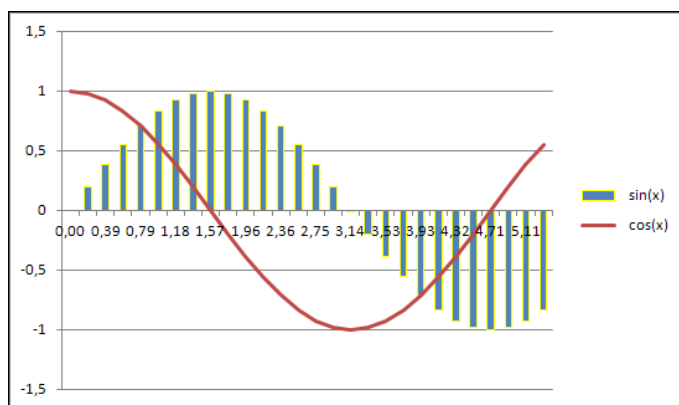


Рис. 18.43. Вид диаграммы после внесения изменений в настройки

После применения настроек диаграмма будет выглядеть так, как показано на рис. 18.43. Видим, что способ отображения косинус-зависимости не изменился, в то время как синус-зависимость реализована через последовательность диаграммных столбиков. Описанным способом можно создавать и более замысловатые комбинации, ограничением может быть, пожалуй, только совместимость выбранных способов отображения рядов данных в диаграмме.

Пример 18.8. Линия тренда

Нередко приходится иметь дело с зависимыми данными, для которых точный аналитический вид зависимости неизвестен или такая зависимость искажена за счет наличия непрогнозируемых сторонних помех и влияний. Перед использованием такие данные обычно подвергаются предварительной обработке. Если речь идет об анализе с помощью диаграмм, полезным может оказаться построение линии тренда.

На рис. 18.44 показаны статистические исходные данные и диаграмма, построенная на их основе.

Даже невооруженным глазом видно, что представленная зависимость грешит существенной неаналитичностью. Неплохо было бы сгладить в этой зависимости все острые углы, причем как в прямом, так и в переносном смысле. Создадим линию тренда. Для этого выделяем кривую графика в диаграмме и в контекстном меню выбираем команду **Добавить линию тренда** (рис. 18.45).

Откроется диалоговое окно **Формат линии тренда**, в котором выполняются настройки для создаваемой линии тренда (рис. 18.46).

Окно содержит несколько разделов, наиболее важным из которых является раздел **Параметры линии тренда**. Если в прочих разделах задаются в основном "косметические" настройки, то в указанном разделе определяются базовые расчетные параметры линии тренда. Переключатель в верхней части раздела позволяет задать тип аппроксимирующей зависимости. В данном случае используем полиномиальную, поэтому переключатель устанавливаем в положение **Полиномиальная**, с ука-

занием 5-й степени полинома (см. рис. 18.46). Для того чтобы в диаграмме было выведено и аппроксимационное полиномиальное выражение, установим флажок опции **показывать уравнение на диаграмме**. Толщина линии тренда установлена равной **1,5** пт (раздел **Тип линии** окна **Формат линии тренда**). Результат добавления линии тренда с описанными параметрами приведен на рис. 18.47.

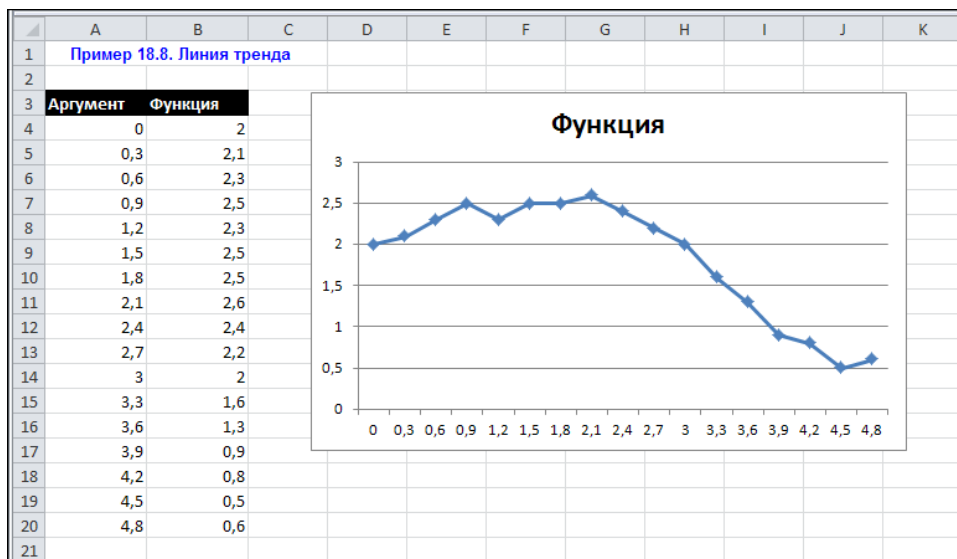


Рис. 18.44. Исходная диаграмма перед добавлением линии тренда

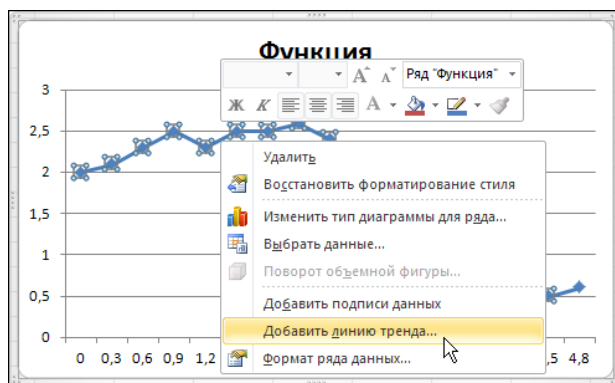


Рис. 18.45. Для добавления линии тренда используем команду **Добавить линию тренда** контекстного меню

Видим, что созданная линия тренда достаточно неплохо аппроксимирует значения из базового ряда данных. Наличие аналитического выражения для аппроксимирующей кривой позволяет обрабатывать представленные данные не только стати-

стическими, но и аналитическими методами. Кроме того, обращаем внимание читателя на то, что путем создания линий тренда для статистических данных можно строить и существенно более сложные модели.

Если после создания тренда возникнет необходимость в изменении параметров линии, достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши на линии тренда и в раскрывшемся списке выбрать команду **Формат линии тренда**. В открывшемся одноименном диалоговом окне выполняются нужные настройки.

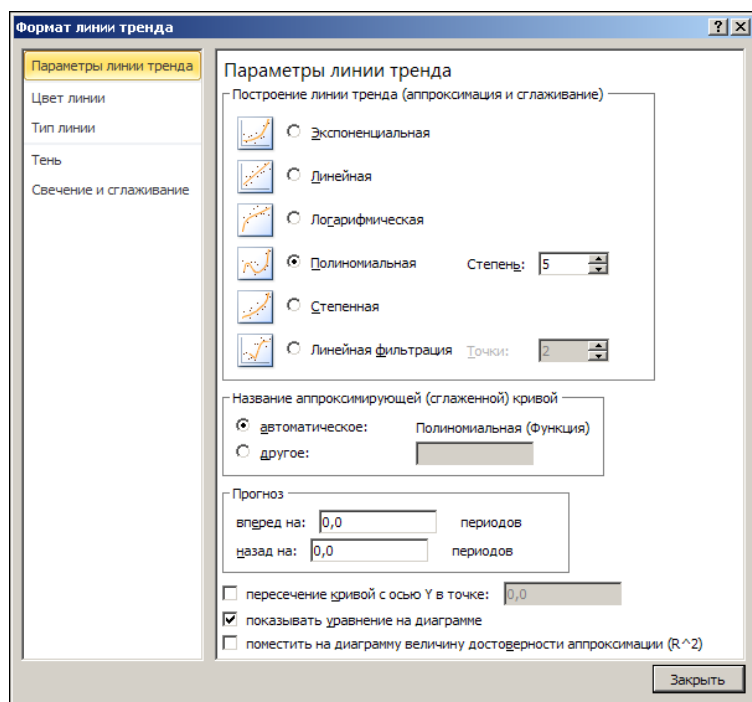


Рис. 18.46. Окно настроек параметров линии тренда

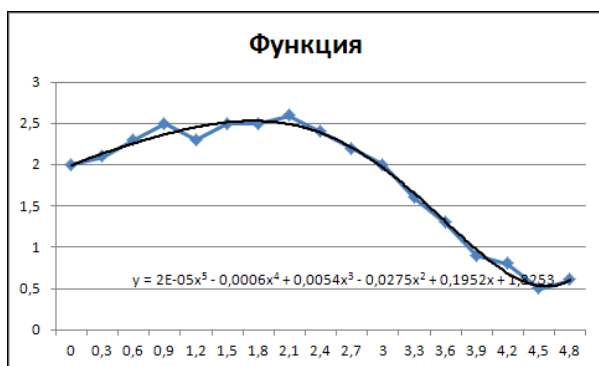


Рис. 18.47. Линия тренда и уравнение для аппроксимирующей зависимости



Анализ сценариев

В Excel решаются самые разнообразные задачи. Существенный их класс подразумевает выбор оптимального решения (с той или иной точки зрения) среди различных вариантов развития ситуации. Именно для таких случаев предназначена утилита анализа сценариев. Утилита позволяет создавать и запоминать различные наборы данных, которые затем в случае необходимости используются при вычислении рабочих документов. Некоторые особенности работы с этой утилитой описываются на конкретных примерах в данной главе. Назначение и принцип реализации таблиц подстановки рассмотрим на наиболее простых и понятных примерах.

Пример 19.1. Таблицы подстановки

Предположим, в таблице имеется ячейка (будем называть ее ячейкой ввода), значение которой существенно влияет на значение другой ячейки (это ячейка результата). Другими словами, есть ячейка с численным значением и ячейка, значение которой определяется по формуле. Представим также, что интерес представляет несколько численных значений, для которых нужно оценить результат, т. е. ячейка ввода может принимать значения (хотя технически это не совсем так — но в данном случае это не важно) из некоторого набора, и для каждого из таких значений анализируется значение в ячейке результата. Таблицы подстановки позволяют отображать результаты для всего набора значений ячейки ввода компактно в одном рабочем листе. Правила создания таблиц подстановки (в случае одной ячейки ввода и одной ячейки результата) кратко перечислены далее.

1. Базовые значения, для которых проверяется результат, вводятся в отдельном диапазоне ячеек. Диапазон должен быть столбцом или строкой.
2. В ячейку результата вводится формула, в которой содержится ссылка на ячейку ввода. Это может быть любая ячейка рабочего листа, и во многом эта ссылка является формальной. Ячейка результата размещается на один столбец вправо и строку вверх по отношению к диапазону с базовыми ячейками значений, если последний является диапазоном-столбцом. Если это диапазон-строка, то ячейка результата должна располагаться на один столбец влево и строку вниз по отношению к диапазону с базовыми значениями.
3. После ввода формулы выделяется минимальный диапазон ячеек, который перекрывает диапазон с базовыми значениями и ячейкой результата. Ячейка ввода

(формальная ячейка, ссылка на которую содержится в формуле) при этом может и не попадать в данный диапазон.

4. Далее на вкладке **Данные** ленты в группе **Работа с данными** в подменю **Анализ "что-если"** (пиктограмма с вопросительным знаком) выбирают команду **Таблица данных**. В открывающемся одноименном диалоговом окне (оно описывается далее) указывается ячейка ввода, и после подтверждения процесс создания таблицы подстановок можно полагать завершенным.

Опишем на конкретном примере табулирования функции процесс создания таблицы подстановки. Для этого в чистом рабочем документе заполняем диапазон ячеек **B4:B8** значениями от **1** до **5** — это будут аргументы функции. В качестве функции рассмотрим косинус. Точнее, введем в ячейку **C3** формулу **=COS(ПИ()*B3/10)** (рис. 19.1).

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 19.1. Таблицы подстановки					
2						
3			=COS(ПИ()			
4		1				
5		2				
6		3				
7		4				
8		5				
9						

Рис. 19.1. Ввод базовых данных таблицы подстановки

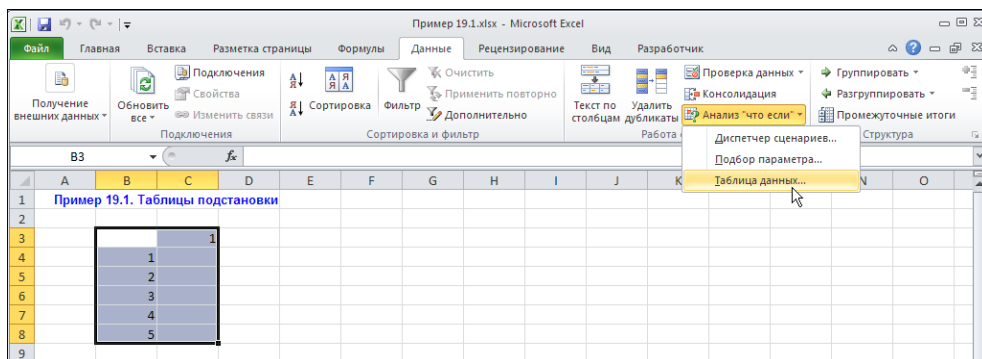
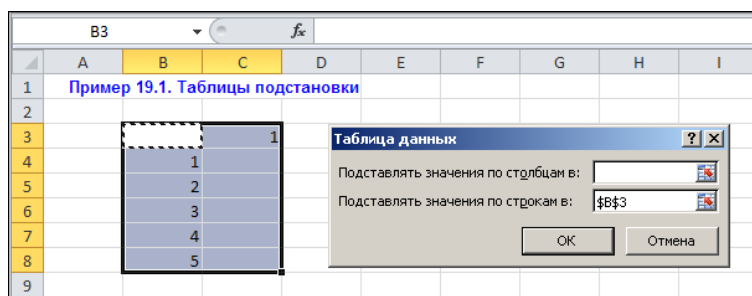
Выделяем диапазон ячеек **B3:C8**, поскольку это минимально необходимый диапазон, в который попадают как ячейки с базисными значениями (диапазон ячеек **B3:B8**), так и ячейка с формулой (ячейка **C3**). Теперь нужно воспользоваться командой **Таблица данных** (рис. 19.2).

Результатом этой несложной операции является появление диалогового окна **Таблица данных** (рис. 19.3).

Диалоговое окно **Таблица данных** содержит два поля: **Подставлять значения по столбцам в** и **Подставлять значения по строкам в**, и в зависимости от того, как сгруппированы базисные значения (по столбцам или строкам), в одном из полей указывается ячейка ввода.

В поле диалогового окна **Таблица данных** указывается именно та ячейка (ячейка ввода), ссылка на которую содержится в формуле ячейки результата. В данном случае в поле **Подставлять значения по строкам в** указываем адрес ячейки **B3** (для этого достаточно щелкнуть на соответствующей ячейке в рабочем документе).

Еще раз хочется отметить, что в качестве ячейки ввода при создании таблицы подстановки нет необходимости выбирать именно угловую ячейку между диапазоном базисных значений и ячейкой результата. Это может быть любая ячейка рабочего листа. Результат создания таблицы подстановки показан на рис. 19.4.

Рис. 19.2. Выделен диапазон ячеек и выбрана команда **Таблица данных**Рис. 19.3. Выделен диапазон ячеек и открыто диалоговое окно **Таблица данных**

	A	B	C	D	E
1					
2					
3			1		
4		1	0,951057		
5		2	0,809017		
6		3	0,587785		
7		4	0,309017		
8		5	6,13E-17		
9					

Рис. 19.4. Создана таблица подстановки

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3		0	1			
4		1	0,951057			
5		2	0,809017			
6		3	0,587785			
7		4	0,309017			
8		5	6,13E-17			
9						

Рис. 19.5. Заполнена ячейка ввода

Результаты расчета функции косинуса, соответствующие базисным значениям из ячеек диапазона **B4:B8**, отображаются справа от них под ячейкой результата **C3**, содержащей формулу. Что касается самой ячейки **C3**, то ее значение также вычисляется по формуле, а в качестве аргумента используется значение ячейки ввода, т. е. ячейки **B3**, которая пуста. В этом случае ее значение интерпретируется как нулевое, а косинус нуля, как известно, равен единице. Ситуация перейдет в более законное русло, если в ячейку **B3** ввести значение **0**, это позволит придать таблице более законченный вид (рис. 19.5).

Если выделить диапазон **C4:C8** со значениями косинуса или только одну ячейку этого диапазона, то в строке формул увидим выражение **=ТАБЛИЦА(;B3)**, причем заключенное в фигурные скобки. Последний факт свидетельствует о том, что это формула массива. Однако создать такую таблицу, что называется вручную, не удастся, поскольку **ТАБЛИЦА()** является внутренней функцией и вызвать ее через строку формул нельзя.

Ранее предполагалось, что ячейка результата всего одна. Тем не менее таких ячеек может быть несколько. Чтобы создать таблицу подстановки с использованием одной ячейки ввода и нескольких ячеек результата, поступают практически так же, как и в рассмотренном ранее случае, только ячейки результата теперь указываются одна за другой: в строку, если диапазон с базисными данными является столбцом, и в столбец, если диапазон с базисными данными является строкой. На рис. 19.6 к созданной таблице подстановки добавляются данные. В частности, в ячейку **D3** введена формула **=SIN(ПИ()*B3/10)**, а в ячейку **E3** — формула **=TAN(ПИ()*B3/10)**. Таким образом, помимо косинуса будут табулироваться еще и значения для синуса и тангенса.

Во всех ячейках результата ячейка ввода должна быть одной и той же. Здесь это ячейка **B3**. Далее процедура не меняется. Выделяем диапазон ячеек **B3:E8** (он содержит базисные значения и все ячейки результата), выбираем команду **Данные | Таблица данных** и в поле **Подставлять значения по строкам в** указываем ячейку ввода **B3** (рис. 19.7).

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 19.1. Таблицы подстановки					
2						
3		0	1	0	0	
4		1	0,951057			
5		2	0,809017			
6		3	0,587785			
7		4	0,309017			
8		5	6,13E-17			
9						

Рис. 19.6. Добавление ячеек результата

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Пример 19.1. Таблицы подстановки											
2												
3		0	1	0	0							
4		1	0,951057									
5		2	0,809017									
6		3	0,587785									
7		4	0,309017									
8		5	6,13E-17									
9												

The 'Таблица данных' (Table of Data) dialog box is open, showing the following settings:

- Подставлять значения по столбцам в: (Replace values in columns by):
- Подставлять значения по строкам в: (Replace values in rows by):
- Buttons: OK, Отмена (Cancel)

Рис. 19.7. Добавление новых полей к таблице подстановки

Результат таких действий можно наблюдать на рис. 19.8. Там представлена таблица со значениями функций косинуса, синуса и тангенса.

На рис. 19.9 показана ситуация, когда базисные значения размещены в одну строку (диапазон ячеек **C3:G3**), а в ячейку результата **B4** введена формула **=COS(ПИ()*A1/10)**. Таким образом, ячейкой ввода в данном случае является ячейка **A1**.

Именно эта ячейка указывается теперь уже в поле **Подставлять значения по столбцам в** диалогового окна **Таблица данных**.

Ячейка ввода в данном случае находится вне того диапазона, который выделялся при создании таблицы подстановки. Это, как отмечалось ранее, вполне приемлемо.

На рис. 19.10 значения косинуса размещены в одну строку сразу под базисными значениями аргумента. Это результат создания таблицы подстановки.

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 19.1. Таблицы подстановки					
2						
3	0	1	0	0		
4	1	0,951057	0,309017	0,32492		
5	2	0,809017	0,587785	0,726543		
6	3	0,587785	0,809017	1,376382		
7	4	0,309017	0,951057	3,077684		
8	5	6,13E-17	1	1,63E+16		
9						

Рис. 19.8. Результат добавления полей к таблице подстановки

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3			1	2	3	4	5	
4		=COS(PI())						
5								

Рис. 19.9. Значения размещены в одну строку

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3			1	2	3	4	5	
4		1	0,951057	0,809017	0,587785	0,309017	6,13E-17	
5								

Рис. 19.10. Значения функции размещены в одну строку

В Excel таблицы подстановки могут создаваться на основе двух ячеек ввода. Это соответствует ситуации, когда имеются два фактора, влияние которых на результат

нужно изучить. Алгоритм создания таблицы подстановки на основе двух ячеек ввода выглядит так.

- 1. В ячейки электронной таблицы вводятся два набора базисных значений (каждой ячейке ввода соответствует свой набор, две ячейки — два набора). Одни данные вводятся в строку, другие — в столбец, так, чтобы они размещались вплотную к общей ячейке пересечения строки и столбца.
- 2. В ячейку пересечения строки и столбца с базисными данными вводится формула, содержащая ссылки на ячейки ввода. Это, как и ранее, могут быть любые ячейки рабочего листа (кроме ячейки с базисными значениями, разумеется).
- 3. Выделяется минимально необходимый диапазон ячеек, в который попадают ячейки с базисными значениями и ячейка с формулой.
- 4. Выбирается команда **Таблица данных** из меню **Анализ "что-если"**. В полях диалогового окна **Таблица данных** указываются ячейки ввода. После щелчка по кнопке **ОК** таблица создана. Данные таблицы заносятся в ячейки, размещенные справа и внизу от ячеек с базисными значениями.

Рассмотрим пример табулирования функции двух переменных вида x^y . В качестве оснований используем набор значений натуральных чисел от 2 до 6 включительно, а показатели степени будут принимать значения от 0,1 до 0,9 с шагом 0,2. Именно эти значения вводим в ячейки таблицы на рис. 19.11.

Основания функции занесены в ячейки **B4:B8**, а значения показателя степени введены в ячейки диапазона **C3:G3**. В качестве ячеек ввода выберем ячейку **B9** (для основания) и **H3** (для показателя степени). В ячейку **B3** вводим формулу **=B9^H3**, содержащую ссылки на ячейки ввода (см. рис. 19.11). Далее выделяется диапазон **B3:G8** и выбирается команда **Анализ "что-если" | Таблица данных**. В диалоговом окне **Таблица данных** заполняются оба поля: **Подставлять значения по столбцам в** и **Подставлять значения по строкам в**. Причем следует быть очень внимательным, чтобы не перепутать порядок ячеек ввода. Это могло бы привести к крайне нежелательным результатам. В поле **Подставлять значения по столбцам в** указываем ячейку **H3**, а в поле **Подставлять значения по строкам в** — ячейку **B9** (рис. 19.12).

ложь									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3		=B9^H3	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9		
4		2							
5		3							
6		4							
7		5							
8		6							
9									
10									

Рис. 19.11. Ввод базисных значений для создания таблицы

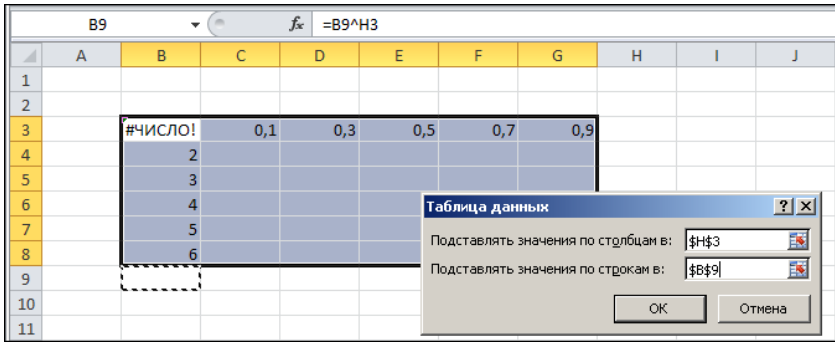


Рис. 19.12. Создание таблицы подстановки на основе двух ячеек ввода

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		#ЧИСЛО!	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	
4		2	1,071773	1,231144	1,414214	1,624505	1,866066	
5		3	1,116123	1,390389	1,732051	2,157669	2,687875	
6		4	1,148698	1,515717	2	2,639016	3,482202	
7		5	1,174619	1,620657	2,236068	3,085169	4,2567	
8		6	1,196231	1,71177	2,44949	3,505144	5,015753	
9								

Рис. 19.13. Таблица подстановки содержит значения функции

В результате получаем таблицу, показанную на рис. 19.13.

Таблица содержит значения функции. Чтобы узнать, чему равна функция при данных аргументах, нужно найти ячейку, размещенную на пересечении строки и столбца, соответствующих аргументам функции.

Отдельный комментарий сделаем по поводу ячейки результата **В3**, в которую вводилась исходная формула со ссылками на ячейки ввода. Там отображается сообщение об ошибке, причем появляется оно сразу после ввода формулы, еще даже до создания таблицы подстановки (см. рис. 19.12). Причина в том, что формально ячейки ввода в данном случае являются пустыми, их значения интерпретируются как нулевые, а для таких значений рассматриваемая функция вычислена быть не может. Это достаточно стереотипная ситуация для таблиц подстановки, на конечном результате она не сказывается и, по большому счету, на это можно не обращать внимания. Но если созерцать такого рода сообщения в рабочем документе нет желания, ячейкам ввода можно задать какие-нибудь значения. Например, на рис. 19.14 в ячейки **В9** и **Н3** введено значение **1**, в результате чего значение ячейки **В3** также становится единичным.

Хотя единицы в угловой и крайних ячейках таблицы не очень вписываются в ее структуру, это все же лучше, чем сообщение об ошибке. Хотя еще раз подчеркнем, что наличие сообщения об ошибке в угловой ячейке — это стандартная ситуация, связанная с особенностями создания таблиц подстановки, и обычно от этого никуда не деться.

G8		fx {=ТАБЛИЦА(НЗ;В9)}							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3		1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1	
4		2	1,071773	1,231144	1,414214	1,624505	1,866066		
5		3	1,116123	1,390389	1,732051	2,157669	2,687875		
6		4	1,148698	1,515717	2	2,639016	3,482202		
7		5	1,174619	1,620657	2,236068	3,085169	4,2567		
8		6	1,196231	1,71177	2,44949	3,505144	5,015753		
9		1							
10									

Рис. 19.14. В ячейки ввода введено значение

Пример 19.2. Менеджер сценариев

К недостаткам таблиц подстановки следует отнести ограниченность количества ячеек ввода, на основе которых они могут строиться. Если исследуемых факторов более чем два, таблицы подстановок мало чем будут полезны. Кроме того, использование таблиц подстановки подразумевает, что документ имеет специальную структуру, т. е. ячейки расположены предопределенным образом (имеется в виду ограничение на взаимное размещение ячеек ввода и ячеек результата), а это не всегда удобно, особенно при создании официальных документов. Альтернативой может стать разработка сценариев.

Общая идея сценария состоит в том, что формируются наборы данных, которые затем в интерактивном режиме подставляются в качестве значений ячеек рабочего документа, что позволяет сразу же проверять результат внесенных изменений и выбирать оптимальный вариант.

Процедуру создания и работы со сценариями рассмотрим на примере обработки данных в документе, представленном на рис. 19.15.

Стоимость		fx -1200000					
	A	B	C	D	E	F	
1	Платежи (по годам)						
2	Начальная стоимость бизнеса	1997	1998	1999	2000	2001	
3	-	1 200 000,00р.	200 000,00р.	160 000,00р.	210 000,00р.	300 000,00р.	450 000,00р.
4	Внутренняя ставка доходности	3%					
5							

Рис. 19.15. Документ с данными перед созданием сценария

Ячейка **A3** содержит сведения о начальной стоимости проекта, а в ячейках **B3:F3** указаны ежегодные выплаты по проекту. В ячейке **B4** по формуле **=ВСД(A3:F3)** определяется внутренняя ставка доходности инвестиционного проекта. Кроме того, ячейке **A3** предварительно было присвоено имя **Стоимость** — его можно видеть в поле имени на рис. 19.15.

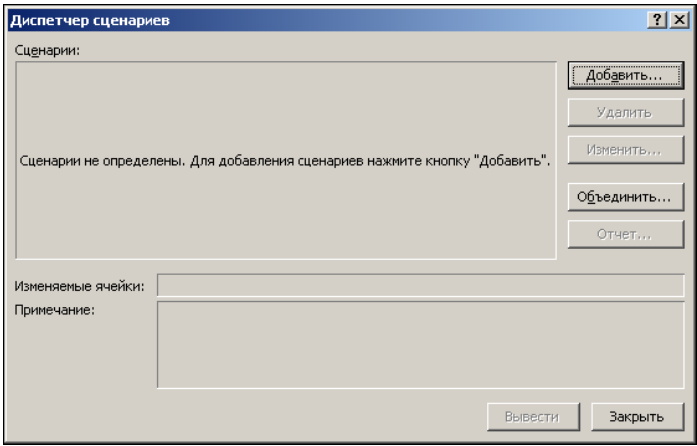


Рис. 19.16. Диалоговое окно Диспетчер сценариев

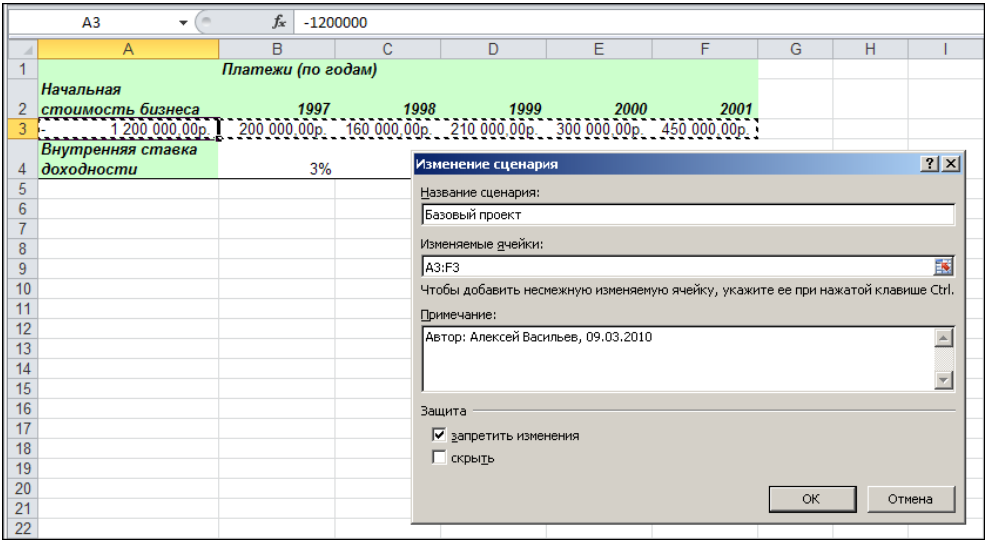


Рис. 19.17. Диалоговое окно Изменение сценария на фоне рабочего документа

Для создания первого сценария выбираем команду **Анализ "что-если" | Диспетчер сценариев**. Откроется диалоговое окно **Диспетчер сценариев** (рис. 19.16).

Поскольку до этого сценарии не определялись, то в диалоговом окне не очень много доступных элементов. Для создания сценария нужно щелкнуть на кнопке **Добавить**. После этого откроется новое диалоговое окно **Изменение сценария**. Оно вместе с исходным документом показано на рис. 19.17.

В поле **Название сценария** этого диалогового окна указывается название для создаваемого сценария. Вводим в это поле в качестве названия **Базовый проект**. В поле **Изменяемые ячейки** вводятся ячейки, значения которых будут варьиро-

ваться. Если это ячейки или диапазоны ячеек, размещенные в разных частях документа, они указываются в поле, разделяясь точкой с запятой. Можно вводить адреса ячеек или диапазонов, выделяя их в рабочем листе. Добавление очередной ячейки в список в этом случае осуществляется при нажатой клавише <Ctrl>. Соответствующее сообщение можно видеть в области диалогового окна под полем **Изменяемые ячейки**. Изменяемыми будут ячейки из диапазона **A3:F3**. В поле **Примечание** можно ввести комментарий для создаваемого сценария. Опции **запретить изменения** и **скрыть** в разделе **Защита** предназначены для защиты сценария от изменений другими пользователями (для этого должна быть установлена защита листа) и удаления названия сценария из списка доступных сценариев в диалоговом окне **Диспетчер сценариев**.

После щелчка по кнопке **ОК** начинается новый этап создания сценария, самый кропотливый и ответственный. На этом этапе в диалоговом окне **Значения ячеек сценария** вводятся значения изменяемых ячеек (рис. 19.18).

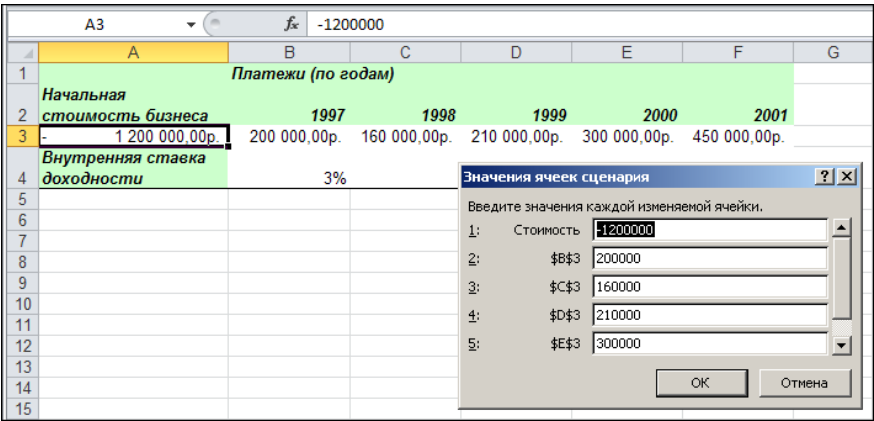


Рис. 19.18. Ввод значений изменяемых ячеек

Диалоговое окно содержит набор полей, в которые непосредственно и вводятся значения ячеек. К какой ячейке относится то или иное поле, можно определить по метке возле этого поля. Если ячейка имеет имя, как, например, ячейка **A3**, то в качестве метки отображается имя этой ячейки. В противном случае меткой служит адрес ячейки. По умолчанию, если изменяемым ячейкам в документе присвоены значения, то именно они отображаются в полях диалогового окна **Значения ячеек сценария**. Разумно, помимо прочих, создавать сценарий с исходными данными для изменяемых ячеек (разумеется, если эти значения представляют практический интерес), именно так поступим в данном случае.

После щелчка по кнопке **ОК** будет открыто окно **Диспетчер сценариев**, которое на этот раз содержит в списке доступных сценариев название **Базовый проект** созданного только что сценария (рис. 19.19).

Сразу же создаем еще один сценарий, для чего нажимаем кнопку **Добавить** и в диалоговом окне **Добавление сценария** указываем в качестве названия сценария

Альтернативный проект, изменяемые ячейки **A3:F3**, а комментарием будет текст **Проект предложен как альтернатива базовому проекту** (рис. 19.20).

Вносим правку также в значения изменяемых ячеек (рис. 19.21).

Новый сценарий готов. Чтобы посмотреть результат реализации альтернативного проекта, следует в диалоговом окне **Диспетчер сценариев** выделить в списке доступных сценариев **Альтернативный проект** и нажать кнопку **Вывести**. Как выглядит документ непосредственно перед щелчком этой кнопки, показано на рис. 19.22.

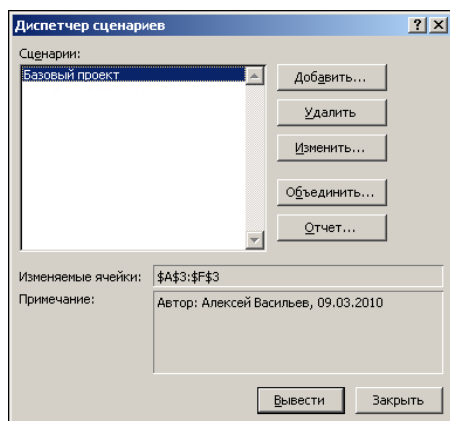


Рис. 19.19. Диалоговое окно **Диспетчер сценариев** со списком доступных сценариев

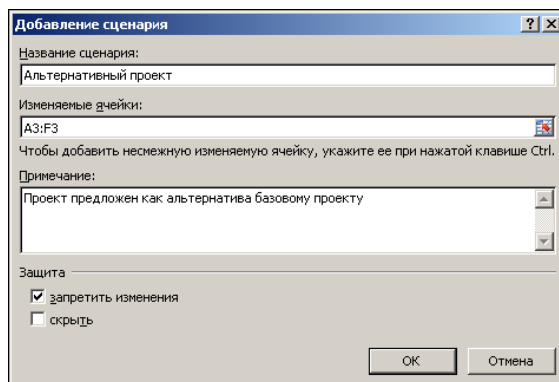


Рис. 19.20. Окно **Добавление сценария** с настройками

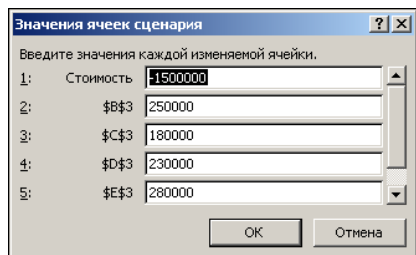


Рис. 19.21. Новые значения изменяемых ячеек

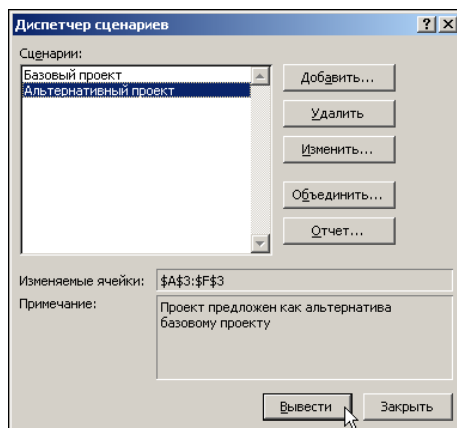


Рис. 19.22. Документ перед проверкой нового сценария

После щелчка по кнопке **Вывести** значения изменяемых ячеек будут откорректированы в соответствии с данными, указанными при создании сценария (рис. 19.23).

Чтобы вернуться к исходному варианту, выбирают сценарий **Базовый проект** и снова нажимают кнопку **Вывести** и т. д. После щелчка по кнопке **Закрыть** диалого-

вое окно **Диспетчер сценариев** будет закрыто, а данные в рабочем документе будут такими, как для последнего просматривавшегося сценария. На рис. 19.24 показан документ, для которого последним просматривался сценарий **Альтернативный проект**.

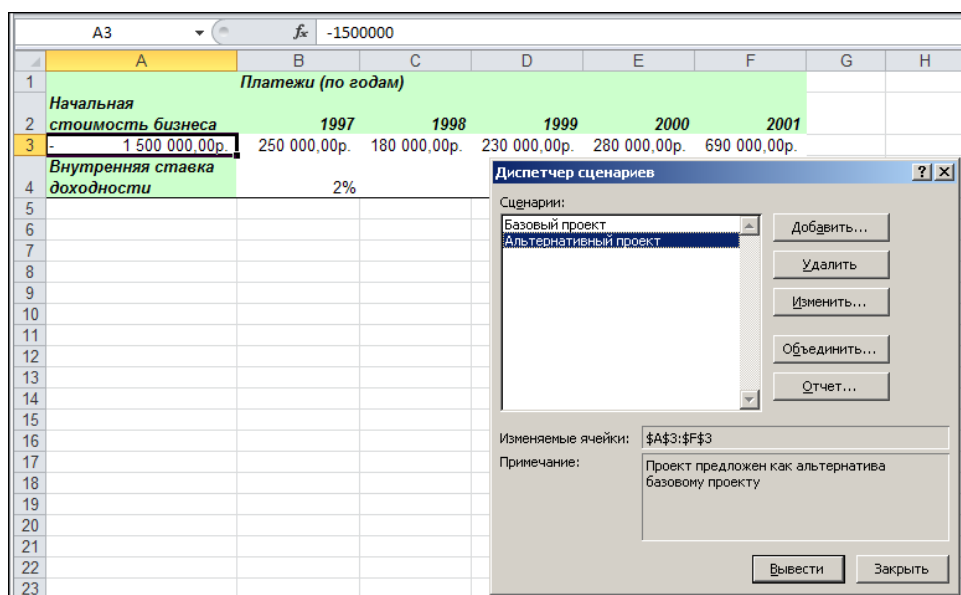


Рис. 19.23. Результат применения сценария

	A	B	C	D	E	F
1	Платежи (по годам)					
2	Начальная стоимость бизнеса	1997	1998	1999	2000	2001
3	-	1 500 000,00р.	250 000,00р.	180 000,00р.	230 000,00р.	280 000,00р.
4	Внутренняя ставка доходности	2%				
5						

Рис. 19.24. Документ после закрытия диалогового окна **Диспетчер сценариев**

Теперь, если понадобится вернуться к исходному виду документа, можно вызвать сценарий для базового проекта — как раз для этого он и создавался.

Что касается прочих, еще не упоминавшихся, кнопок диалогового окна **Диспетчер сценариев**, то кнопка **Удалить** используется для удаления сценария; при необходимости внести изменения в уже существующий сценарий прибегают к помощи кнопки **Изменить**; для объединения сценариев щелкают по кнопке **Объединить**, а отчет по сценарию выводится с помощью кнопки **Отчет**.

Дело в том, что сценарии сохраняются для листа, в котором они создаются. Другими словами, область доступности сценария ограничивается пределами рабочего листа. Поэтому актуальной является задача копирования разных сценариев из разных книг и разных листов. В этом случае говорят об *объединении сценариев*.

Для объединения сценариев из разных документов следует выполнить такие действия.

1. Должны быть открыты книги, содержащие объединяемые сценарии.
2. Поскольку сценарии сохраняются для листа, в котором они были созданы, нужно перейти к тому листу, для которого выполняется объединение сценариев.
3. Открывают окно диспетчера сценариев, для чего выбирают команду **Анализ "что-если" | Диспетчер сценариев** и в открывшемся диалоговом окне щелкают на кнопке **Объединить**.
4. В диалоговом окне **Объединение сценариев** в раскрывающемся списке **Книга** выбирают рабочую книгу, а в списке **Лист** — рабочий лист, из которого будут копироваться сценарии. Для объединения (копирования сценариев) нажимают кнопку **ОК** (рис. 19.25).

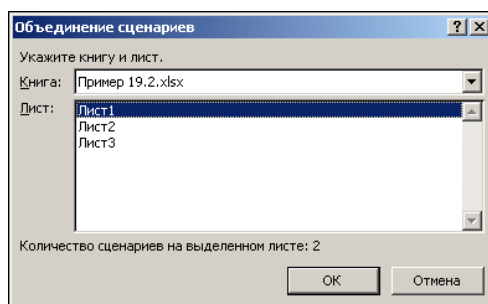


Рис. 19.25. Диалоговое окно **Объединение сценариев**

Стоит обратить внимание, что объединять сценарии имеет смысл только в том случае, если рабочие листы, в которых они создавались, имеют схожую структуру. Ведь сценарии используются для изменения значений ячеек, а в рабочем листе, как правило, изменять можно значения далеко не всех ячеек. В этом смысле внешние сценарии не должны выходить за рамки приличия и изменять только те ячейки, которые можно изменять. В противном случае результат может быть более чем странным.

Остановимся кратко на создании отчетов по сценариям. Как отмечалось, для создания отчета в диалоговом окне диспетчера сценариев щелкают на кнопке **Отчет**. Открывается диалоговое окно **Отчет по сценарию** (рис. 19.26).

В диалоговом окне имеется переключатель **Тип отчета** на два положения: **структура** и **сводная таблица**. Положение переключателя определяет тип создаваемого отчета. Сначала рассмотрим ситуацию создания отчета по структуре сценария (положение переключателя **структура**). В поле **Ячейки результата** указываются наблюдаемые ячейки, т. е. ячейки, значения которых представляют первоочередной интерес. В данном случае нас интересует ячейка со значением внутренней ставки доходности **В4**, также нас будут интересовать первоначальная стоимость проекта (ячейка **А3**) и первый платеж (ячейка **В3**). Ячейки в поле **Ячейки результата** раз-

деляются точкой с запятой. После нажатия кнопки **ОК** в новом создаваемом рабочем листе генерируется отчет по структуре сценария (рис. 19.27).

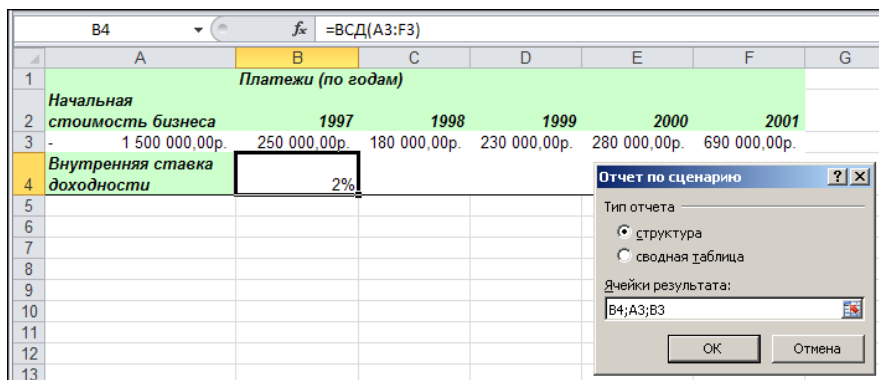


Рис. 19.26. Диалоговое окно **Отчет по сценарию** на фоне документа

Структура сценария		Текущие значения:			Базовый проект	Альтернативный проект
Изменяемые:						
Стоимость	-	1 500 000,00р.	-	1 200 000,00р.	-	1 500 000,00р.
\$B\$3		250 000,00р.		200 000,00р.		250 000,00р.
\$C\$3		180 000,00р.		160 000,00р.		180 000,00р.
\$D\$3		230 000,00р.		210 000,00р.		230 000,00р.
\$E\$3		280 000,00р.		300 000,00р.		280 000,00р.
\$F\$3		690 000,00р.		450 000,00р.		690 000,00р.
Результат:						
\$B\$4		2%		3%		2%
Стоимость	-	1 500 000,00р.	-	1 200 000,00р.	-	1 500 000,00р.
\$B\$3		250 000,00р.		200 000,00р.		250 000,00р.

Примечания: столбец "Текущие значения" представляет значения изменяемых ячеек в момент создания Итогового отчета по Сценарию. Изменяемые ячейки для каждого сценария выделены серым цветом.

Рис. 19.27. Отчет по структуре сценария

Сведения в этом отчете достаточно красноречиво описывают рассмотренные сценарии и дают представление об их особенностях. Несколько по-иному создается отчет, если в диалоговом окне **Отчет по сценарию** переключатель **Тип отчета** установлен в положение **сводная таблица**, при этом значение в поле **Ячейки результата** не изменяется (рис. 19.28).

Результат создания сводной таблицы по сценарию показан на рис. 19.29. Эта сводная таблица, как и отчет по структуре, генерируется в новосозданном рабочем листе.

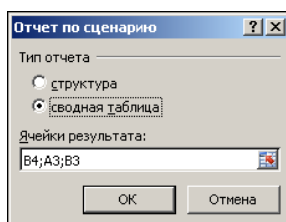


Рис. 19.28. Настройка на создание сводной таблицы

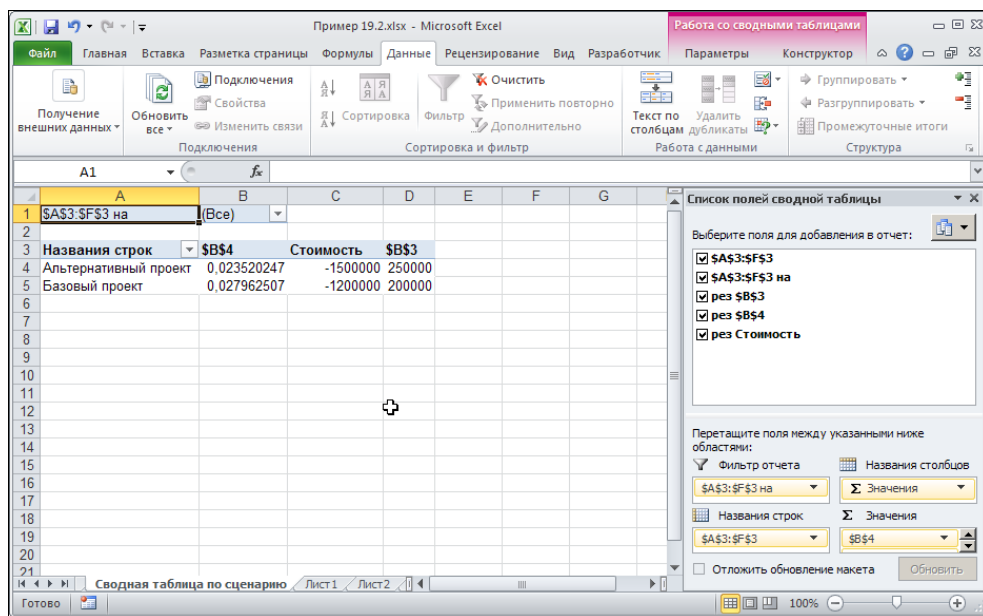


Рис. 19.29. Сводная таблица отчета по сценарию

Таблица содержит ряд списков, полей и панелей, назначение которых в основном понятно из их названий и с помощью которых в сводной таблице сценария отображаются нужные показатели. Более детально методы работы со сводными таблицами описываются далее.

Пример 19.3. Создание сводной таблицы

Позиций, по которым группируются данные в таблицах, может быть достаточно много — настолько много, что наглядное и эффективное представление и распределение данных превращается в отдельную задачу. Полезными в этом случае могут быть сводные таблицы. Помимо означенных, с помощью сводных таблиц можно решить и проблему быстрой перегруппировки данных в таблице.

Покажем, как создаются сводные таблицы. В качестве исходного рассмотрим документ Excel, представленный на рис. 19.30.

Год	Месяц	День недели	Продажи (шт.)	Цена за акцию	Общая сумма
2003	январь	понедельник	1200	\$ 21,00	\$ 25 200,00
2003	январь	вторник	1100	\$ 22,00	\$ 24 200,00
2003	январь	среда	1150	\$ 20,00	\$ 23 000,00
2003	январь	четверг	1300	\$ 21,00	\$ 27 300,00
2003	январь	пятница	1250	\$ 23,00	\$ 28 750,00
2003	февраль	понедельник	1100	\$ 19,00	\$ 20 900,00
2003	февраль	вторник	1160	\$ 24,00	\$ 27 840,00
2003	февраль	среда	1170	\$ 22,00	\$ 25 740,00
2003	февраль	четверг	1210	\$ 21,00	\$ 25 410,00
2003	февраль	пятница	1240	\$ 24,00	\$ 29 760,00
2003	март	понедельник	1280	\$ 25,00	\$ 32 000,00
2003	март	вторник	1230	\$ 19,00	\$ 23 370,00
2003	март	среда	1190	\$ 18,00	\$ 21 420,00
2003	март	четверг	1170	\$ 17,00	\$ 19 890,00
2003	март	пятница	1210	\$ 19,00	\$ 22 990,00
2003	апрель	понедельник	1220	\$ 20,00	\$ 24 400,00

Рис. 19.30. Исходный документ для создания сводной таблицы

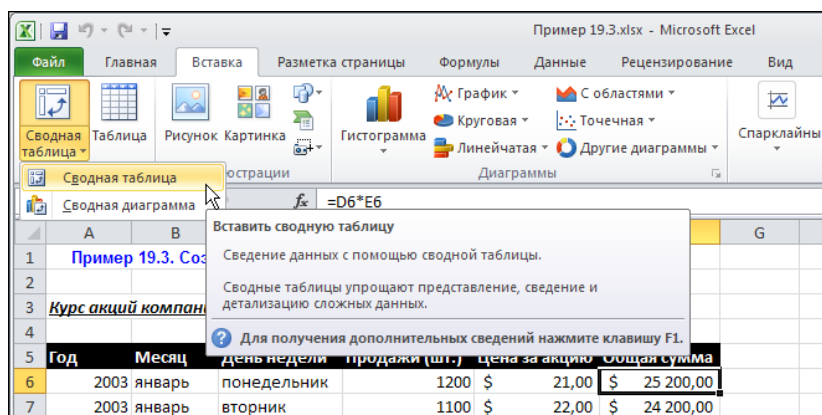


Рис. 19.31. Выбор команды создания сводной таблицы

Документ содержит условные данные о курсе и продажах акции компании за период с 2003 по 2006 годы. Сведения предварительно усреднены по дням недели каждого месяца в году. Таким образом, существует несколько позиций, по которым можно группировать данные (год, месяц, день недели). Кроме того, сами фактиче-

ские данные представлены ценой одной акции, объемом продаж акций и стоимостью проданных акций (произведение объема продаж на цену акций).

Для создания сводной таблицы на вкладке ленты **Вставка** в группе **Таблицы** в раскрывающемся списке пиктограммы **Сводная таблица** выбираем одноименную команду (рис. 19.31).

Откроется диалоговое окно создания сводной таблицы, в котором выполняется ряд настроек. В частности, в поле **Таблица или диапазон** вводится адрес диапазона ячеек, на основе которого строится сводная таблица (рис. 19.32).

Сводная таблица строится в новом рабочем листе (переключатель **Укажите, куда следует поместить отчет сводной таблицы** в положении **На новый лист**). В результате в документ добавляется новый рабочий лист с шаблоном сводной таблицы (рис. 19.33).

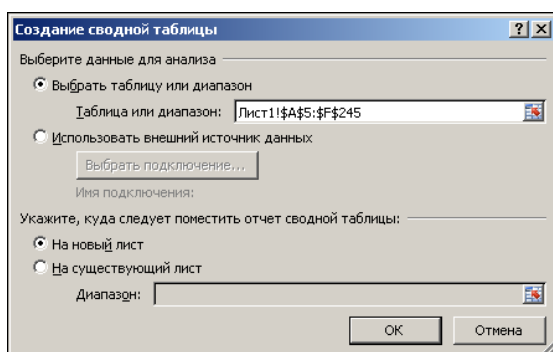


Рис. 19.32. Окно создания сводной таблицы на основе данных в ячейках таблицы

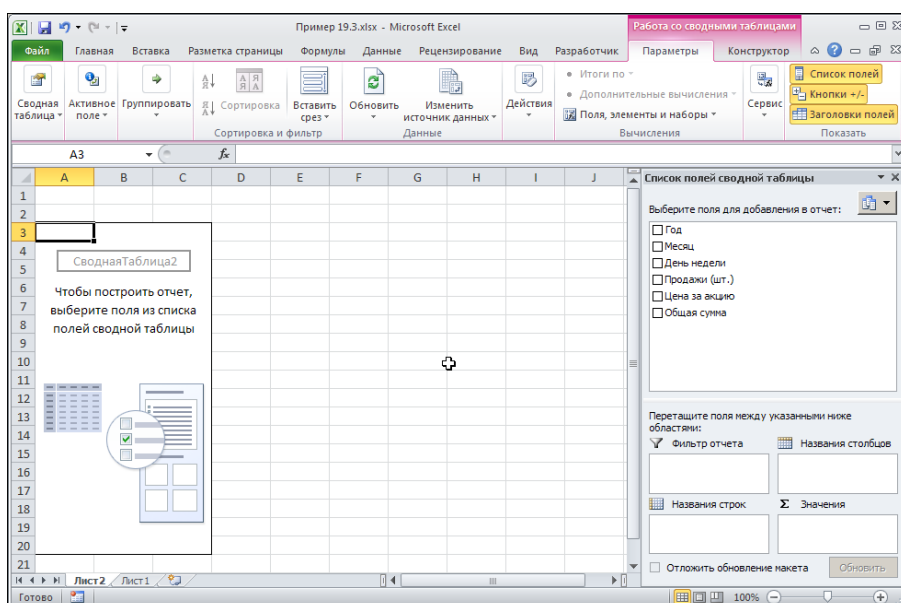


Рис. 19.33. В документ вставлен шаблон сводной таблицы

В правой части рабочей области представлена панель (отображается при выделении любой ячейки в области сводной таблицы), содержащая список опций выбора полей для отображения в сводном отчете и раздел из четырех белых полей, отождествляемых с группами, по которым распределяются поля сводной таблицы. Распределение полей по группам осуществляется простым перетаскиванием мышью. Сводная таблица в конечном варианте показана на рис. 19.34.

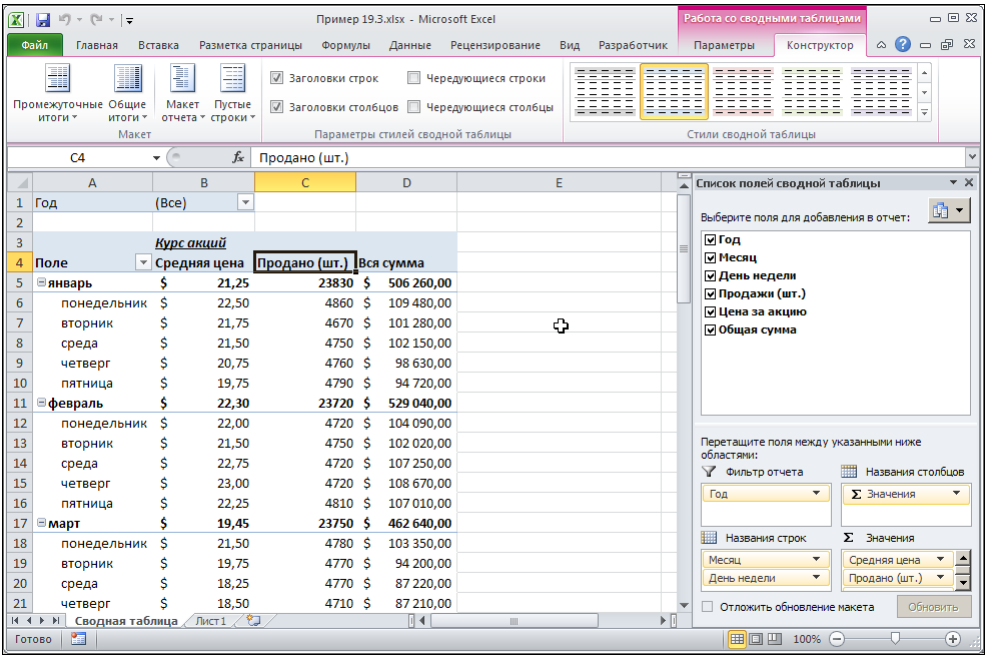


Рис. 19.34. Сводная таблица

В данном случае использованы все поля таблицы (установлены флажки всех позиций в разделе **Выберите поля для добавления в отчет** области **Список полей сводной таблицы**). В качестве фильтра (раздел **Фильтр отчета**) использована позиция **Год**. Выбрав в раскрывающемся списке в шапке таблицы конкретный год (или позицию **Все** для всех лет), отображаем данные для этого года. В качестве названий строк используются месяцы и дни недели (поля **Месяц** и **День недели** перемещены в раздел **Названия строк**). В разделе **Значения** размещены поля **Средняя цена**, **Продано** и **Вся сумма**. В поле **Названия столбцов** указано имя раздела **Значения**, в силу чего поля раздела **Значения** служат для обозначения столбцов данных сводной таблицы. Названия столбцов редактируются прямо в соответствующих ячейках (диапазон **B4:D4**).

При составлении сводной таблицы в столбцах данных основных разделов по умолчанию вычисляется сумма значений вложенных подразделов. Так, ячейка **C5** (находится на пересечении полей **январь** и **Продано**, см. рис. 19.34) содержит суммарное значение полей с продажами акций по дням недели (ячейки **C6:C10**). Часто

это удобно, но далеко не всегда. Например, в столбце **Средняя цена** представлена средняя цена акций по месяцам и дням недели, поэтому суммировать средние цены смысла нет. Способ вычисления значений в основных разделах можно изменить, что и было сделано в документе на рис. 19.34. Для этого на панели сводной таблицы выберем интересующее поле **Средняя цена** в разделе **Значения** и в раскрывающемся списке щелкнем на команде **Параметры полей значений** (рис. 19.35).

Откроется окно **Параметры поля значений** с названием редактируемого поля и двумя вкладками (рис. 19.36).

На вкладке **Операция** имеется список функций, посредством которых вычисляется значение основного раздела. В данном случае вычисляем среднеарифметическое значение. Некоторые методы редактирования сводных таблиц описываются в *примере 19.4*.

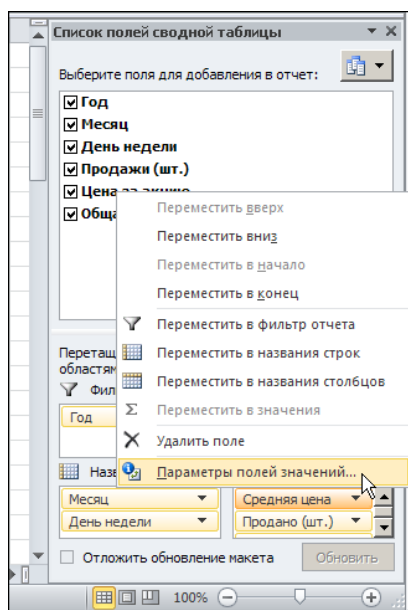


Рис. 19.35. Редактирование свойств поля

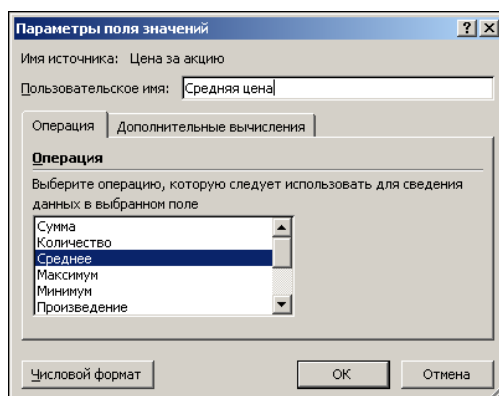


Рис. 19.36. Изменение способа вычисления значений в основных разделах

Пример 19.4. Редактирование сводной таблицы

После создания сводной таблицы в нее можно вносить изменения. Во-первых, названия полей сводной таблицы можно изменять по собственному усмотрению. Это, в частности, было сделано и при составлении сводной таблицы в *примере 19.3*. Можно также менять местами поля и изменять фильтры. Обычно изменение настроек ограничивается перемещением полей между разделами панели сводной таблицы.

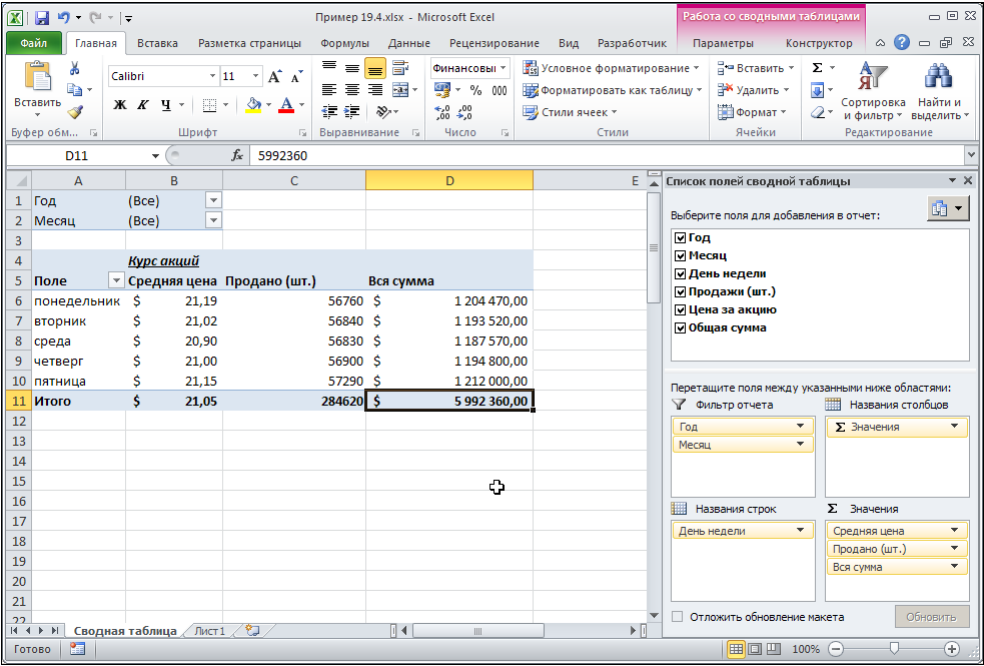


Рис. 19.37. Вместо поля добавлен новый фильтр

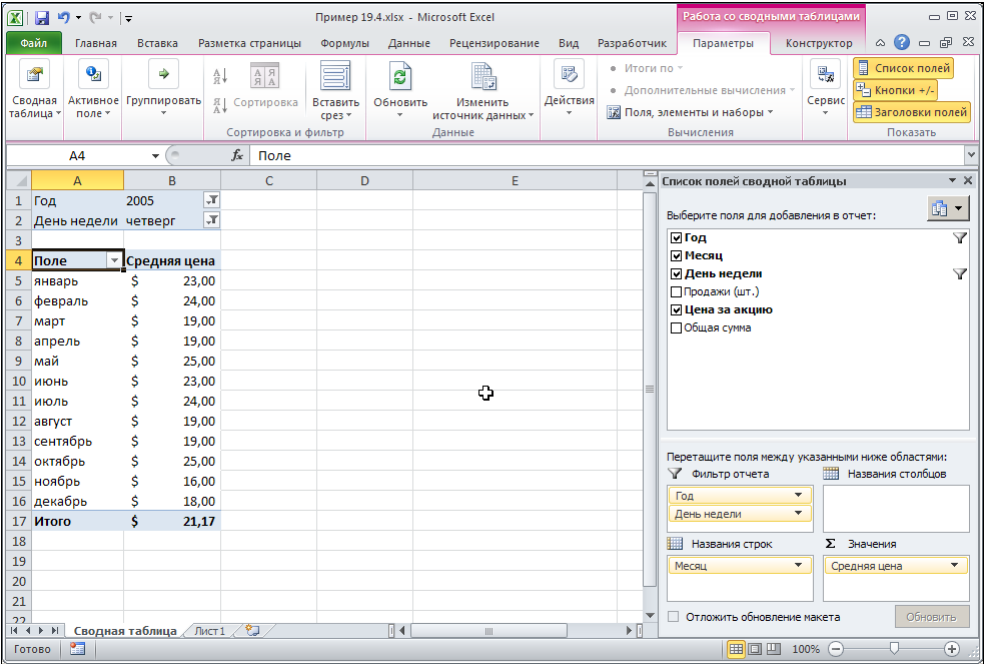


Рис. 19.38. Сводная таблица с двумя фильтрами и одним столбцом данных

На рис. 19.37 показана сводная таблица, в которой вместо поля **Месяц** добавлен соответствующий фильтр.

Для этого достаточно поле **Месяц** на панели сводной таблицы переместить из раздела **Названия строк** в раздел **Фильтр отчета**. В такой таблице с помощью системы фильтров устанавливается год и месяц, и для них по дням недели выводятся данные о продажах акций.

В качестве фильтра можем использовать поле **День недели** (рис. 19.38).

При этом в списке полей панели сводной таблицы отменены флажки полей **Продажи** и **Общая сумма**, поэтому сводная таблица содержит всего один столбец фактических данных.

Даже в пределах поля есть возможность редактирования списка отображаемых позиций. Достаточно раскрыть список поля и отменить флажки позиций, которые не следует отображать в таблице (рис. 19.39).

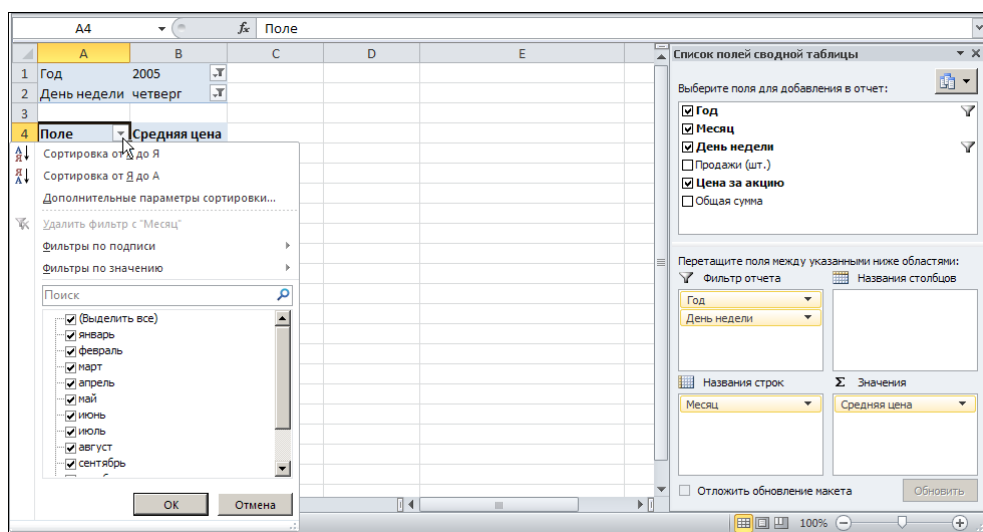


Рис. 19.39. Изменение списка позиций для отображения в поле сводной таблицы

Представленные в раскрывающемся списке команды позволяют также сортировать значения списка в автоматическом и ручном режимах. Отметим также, что многие настройки сводных таблиц (в том числе их дизайн) реализуются через дополнительную вкладку **Работа со сводными таблицами** ленты, однако смеем надеяться, что читатель сможет в них легко разобраться самостоятельно.

Пример 19.5. Создание сводной диаграммы

На основании сводных таблиц можно строить сводные диаграммы. Сводные диаграммы наглядно иллюстрируют данные, представленные в сводных таблицах. Для создания сводной диаграммы при выделенной сводной таблице щелкаем на пикто-

грамме **Сервис | Сводная диаграмма** на дополнительной вкладке **Работа со сводными таблицами | Параметры** ленты приложения (рис. 19.40).

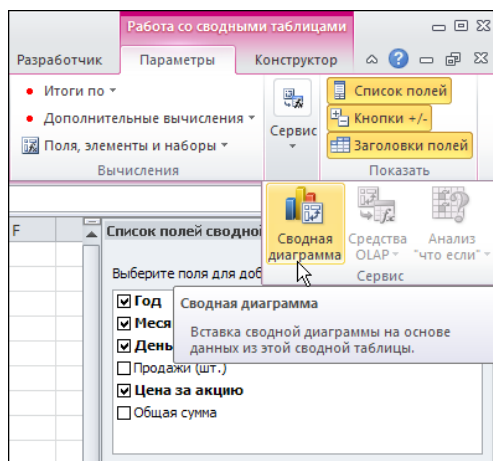


Рис. 19.40. Создание сводной диаграммы с помощью пиктограммы на дополнительной вкладке **Работа со сводными таблицами** ленты приложения

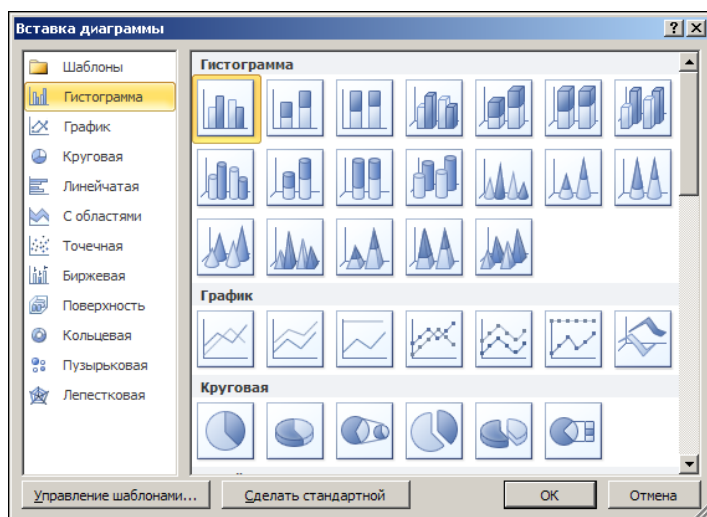


Рис. 19.41. Выбор типа создаваемой диаграммы

Откроется диалоговое окно, в котором следует выбрать тип создаваемой диаграммы (рис. 19.41).

После подтверждения выбора в документ добавляется сводная диаграмма, показанная на рис. 19.42 на фоне рабочего документа со сводной таблицей.

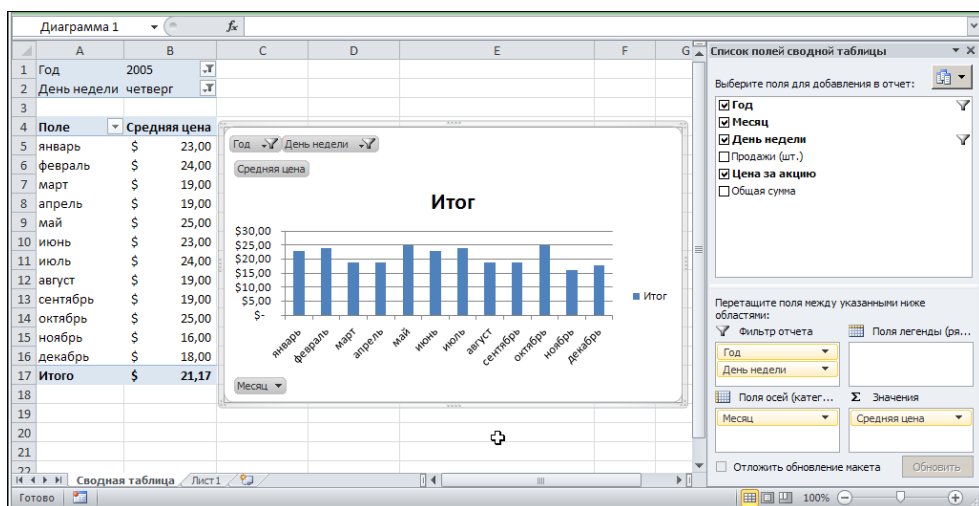


Рис. 19.42. Сводная диаграмма в документе на фоне сводной таблицы

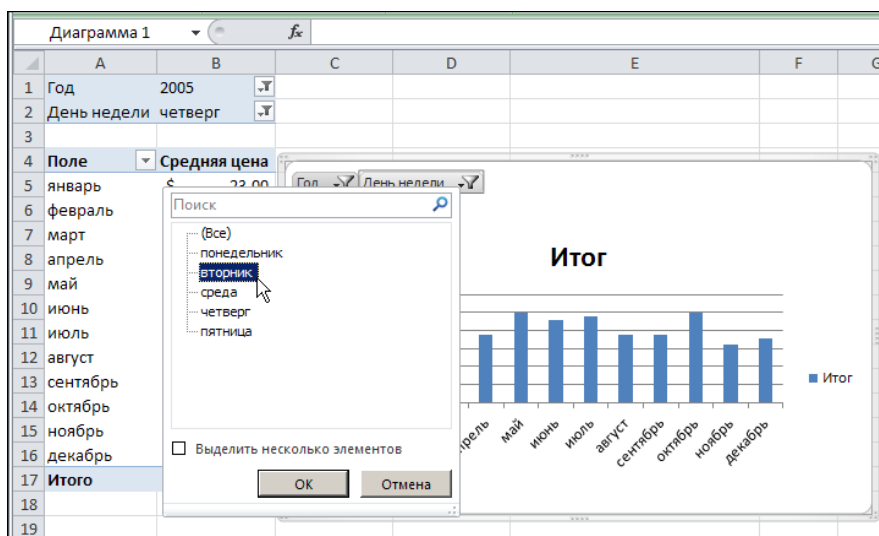


Рис. 19.43. Изменение параметров сводной диаграммы

Сводная таблица и сводная диаграмма тесно связаны между собой. Изменение параметров таблицы (в том числе и ее структуры) автоматически сказывается на сводной диаграмме, и наоборот. Работа с фильтрами и полями в сводной диаграмме осуществляется через группу переключателей в области диаграммы. Они во многом дублируют соответствующие активные поля сводной таблицы. Например, на рис. 19.43 показано, как с помощью раскрывающегося списка **День недели** в области диаграммы можно изменить значение фильтра для соответствующей позиции. При этом автоматически произойдет изменение значения соответствующего поля в сводной таблице.

Пример 19.6. Утилита подбора параметра

Достаточно полезной является утилита подбора параметра. С ее помощью можно путем изменения значения базовой ячейки добиваться того, что значение в зависимой ячейке принимает нужное значение. Проиллюстрируем работу этой утилиты на примере решения уравнения $\exp(-x) = x$.

В ячейку **B4** вводим начальное нулевое значение для переменной x , а в ячейку **B5** вводится формула **=EXP(-B4)-B4** (рис. 19.44).

	B5	f_x	=EXP(-B4)-B4
	A	B	C
1	Пример 19.6. Утилита подбора параметра		
2			
3	Решение уравнения $\exp(-x)=x$		
4	x =		0
5	$\exp(-x) - x =$		1
6			

Рис. 19.44. Ввод исходных данных для решения уравнения

Если в ячейке **B4** указать корень уравнения, значение в ячейке **B5** должно быть нулевым. Чтобы найти решение, запускаем командой **Анализ "что-если" | Подбор параметра** (вкладка **Данные**) утилиту подбора параметра (рис. 19.45).

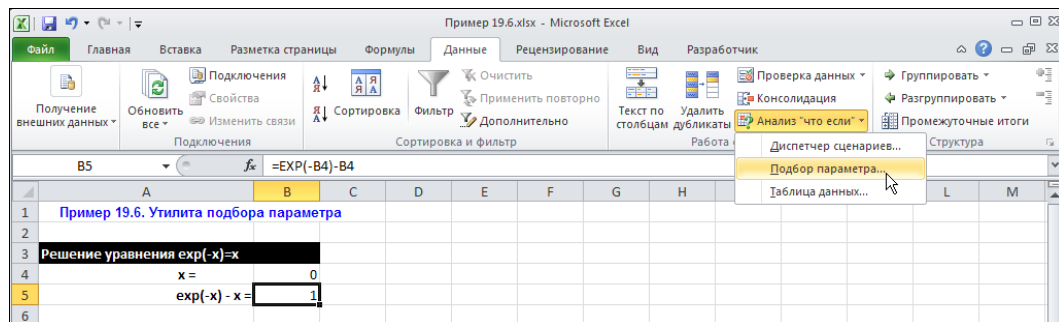


Рис. 19.45. Запуск утилиты подбора параметра

В открывшемся окне настроек указываем целевую ячейку **B5** (поле **Установить в ячейке**) и изменяемую ячейку **B4** (поле **Изменяя значение ячейки**). В поле **Значение** вводим значение **0**, к которому приравнивается целевая ячейка (рис. 19.46).

Результат вычислений показан на рис. 19.47.

Видим, что решение найдено с довольно неплохой точностью. Отметим, что указанная утилита обычно применяется для решения простых уравнений. В более сложных ситуациях имеет смысл использовать надстройку **Поиск решения**.

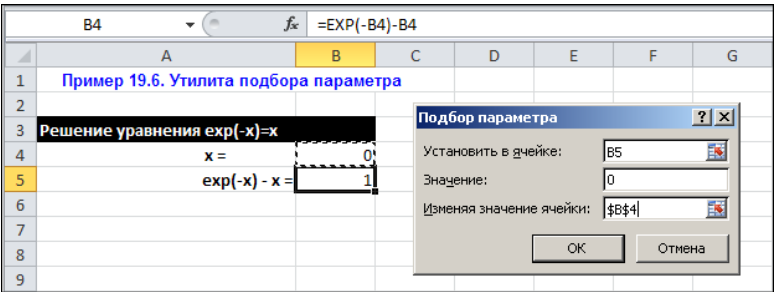


Рис. 19.46. Настройка утилиты подбора параметра

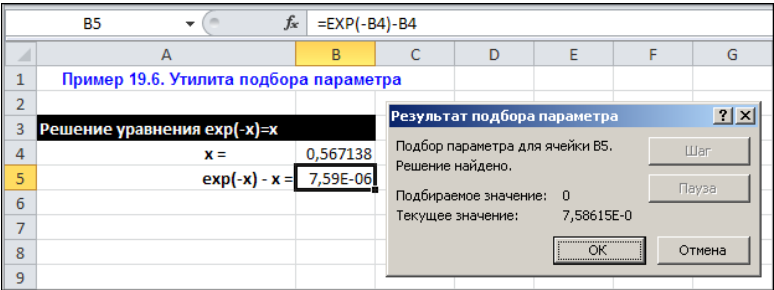


Рис. 19.47. Решение найдено



Исправление ошибок

К сожалению, как бы аккуратно ни составлялись рабочие документы, совсем избежать ошибок в них вряд ли удастся. Если приложением Excel значение в той или иной ячейке вычислено быть не может, появляется сообщение об ошибке. Как правило, сообщения эти достаточно информативные, поэтому часто ошибки легко устраняются на основании одних только этих сообщений. Тем не менее желательно понимать и уметь анализировать ситуации подобного рода. Для отслеживания ошибок в Excel существуют специальные утилиты, которые, при условии умелого их использования, существенно повышают эффективность применения приложения на практике.

Среди ошибок самыми опасными являются логические, при которых значения хотя и вычисляются, но вычисляются неправильно (в силу неправильно установленной связи между ячейками документа). Никаких предупреждений в этом случае, как правило, не появляется, поэтому пользователь может догадаться о наличии ошибки только путем критического и детального анализа полученных результатов. Утилита отслеживания связей позволяет частично решать эти проблемы. Вопросы работы с этой утилитой также найдут отображение в данной главе.

Пример 20.1. Основные ошибки

В зависимости от типа ошибки, в соответствующей ячейке сообщения приложением выводятся разные. Имеет смысл кратко остановиться на интерпретации этих сообщений. Сведения об ошибках собраны в табл. 20.1. Там представлены наиболее часто встречающиеся сообщения об ошибках и дана их расшифровка.

Таблица 20.1. Ошибки

Ошибка	Описание
#####	Ошибка обычно возникает в тех случаях, если столбец недостаточно широк для отображения значения. Возможно также, что дата и время являются отрицательными числами
#ЗНАЧ!	Используется недопустимый тип аргумента функции
#ДЕЛ/0!	Ошибка означает, что была предпринята попытка деления на ноль

Таблица 20.1 (окончание)

Ошибка	Описание
#ИМЯ?	В формуле использовано имя, которое не идентифицируется Excel. Например, указано название функции, которое Excel не распознает
#Н/Д	Значение недоступно
#ССЫЛКА!	Указана неверная ссылка
#ЧИСЛО!	Неправильное числовое значение в формуле или функции
#ПУСТО!	Пересечение двух областей не имеет общих ячеек

Если сравнить количество основных сообщений, которые в принципе могут выводиться при ошибке, с возможными причинами ошибок (последнее практически не ограничено), то становится очевидным, что даже знание характера ошибки еще не гарантирует быстрого ее исправления.

Пример 20.2. Управляющие элементы группы Зависимости формул

Как отмечалось ранее, самыми трудноустраняемыми являются ошибки, возникающие в результате нарушения логической структуры документа. Их можно выявить, отследив, как значения в разных ячейках влияют друг на друга. По одному только виду и коду формул в ячейках это сделать не всегда просто, особенно если формулы достаточно сложные. С этой целью удобно прибегать к помощи специальных средств отслеживания зависимостей ячеек. В основном они реализованы через группу **Зависимости формул** вкладки **Формулы** ленты. Раздел **Зависимости формул** в развернутом виде показан на рис. 20.1.

Назначение пиктограмм группы **Зависимости формул** описано в табл. 20.2.

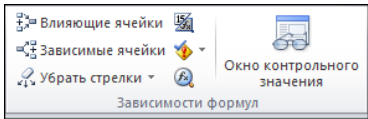


Рис. 20.1. Группа **Зависимости формул** (в развернутом виде) вкладки **Формулы** ленты

Таблица 20.2. Назначение пиктограмм группы **Зависимости формул**

Пиктограмма кнопки	Описание
	Выделения стрелками влияющих ячеек (стрелки направлены от влияющих к зависимым ячейкам)
	Выделение стрелками зависимых ячеек (стрелки направлены от зависимых к влияющим ячейкам)

Таблица 20.2 (окончание)

Пиктограмма кнопки	Описание
	Пиктограмма меню отмены выделения ячеек стрелками. Содержит следующие команды: Убрать стрелки (удаление всех стрелок зависимостей между ячейками), Убрать стрелки к влияющим ячейкам (удаление стрелок от зависимых ячеек к влияющим ячейкам), Убрать стрелки к зависимым ячейкам (удаление стрелок от влияющих ячеек к зависимым ячейкам)
	Переход в режим отображения (в ячейках) формул вместо вычисляемых по формулам значений
	Пиктограмма меню проверки ошибок в формулах. Содержит команды Проверка наличия ошибок (выполнение проверки на предмет наличия ошибок в формулах документа и их анализ) и Источник ошибки (выделение для ячеек с ошибками влияющих ячеек), а также подменю Циклические ссылки (список циклических ссылок в документе)
	Утилита пошагового вычисления значений по формулам
	Отображение окна контрольного значения

Операции, которые можно выполнять с помощью пиктограмм раздела **Зависимости формул**, просты, но достаточно эффективны. В основном предпринимаемые оперативные меры связаны с выделением ячеек, обусловивших появление ошибки, пошаговым выполнением процедуры вычисления значений, отслеживанием значений отдельных ячеек и настройкой параметров при отслеживании ошибок.

Пример 20.3. Отслеживание ошибок

Проиллюстрируем некоторые моменты, связанные с отслеживанием ошибок в рабочих документах. Для этого создадим небольшой документ, содержащий несколько ошибок (рис. 20.2).

В этом документе в ячейку **B4** введена формула $=1/A4+A7$. Значением ячейки **A7** является число **2**, а значение ячейки **A4** равно нулю. Ошибка состоит в делении на ноль. Формула в ячейке **B5** имеет вид $=1/A5$. Значение вычисляется нормально, поскольку значение ячейки **A5** равно **1**. Значение же по формуле $=1/A6$ в ячейке **B6** вычислено быть не может, поскольку в **A6** введено текстовое значение **текст**, т. е. некорректно указан аргумент для формулы. Наконец, в ячейку **B7** введена формула $=1/B7$, и поскольку в ссылке буква использована не та, что нужно, Excel это выражение не узнает совсем.

В качестве примера отслеживания влияющих ячеек выполним такую процедуру. Выделим ячейку **B4** и щелкнем на пиктограмме **Влияющие ячейки** группы **Зависимости формул**. Результат показан на рис. 20.3.

	A	B	C	D
1	Обработка ошибок			
2				
3	Аргумент	Результат		
4	0	#ДЕЛ/0!		
5	1	1		
6	текст	#ЗНАЧ!		
7	2	#ИМЯ?		
8				

Рис. 20.2. Документ с ошибками

	A	B	C	D
1	Обработка ошибок			
2				
3	Аргумент	Результат		
4	0	#ДЕЛ/0!		
5	1	1		
6	текст	#ЗНАЧ!		
7	2	#ИМЯ?		
8				

Рис. 20.3. Отслеживание влияющих ячеек

	A	B	C	D
1	Обработка ошибок			
2				
3	Аргумент	Результат		
4	0	#ДЕЛ/0!		
5	1	1		
6	текст	#ЗНАЧ!		
7	2	#ИМЯ?		
8				

Рис. 20.4. Зависимые ячейки

	A	B	C	D
1	Обработка ошибок			
2				
3	Аргумент	Результат		
4	0	#ДЕЛ/0!		
5	1	1		
6	текст	#ЗНАЧ!		
7	2	#ИМЯ?		
8				

Рис. 20.5. Функциональные зависимости в документе

Стрелками выделяются те ячейки, через значения которых определяется значение ячейки **B4**. Так же определяются и зависимые ячейки — щелкать нужно только на пиктограмме **Зависимые ячейки**. На рис. 20.4 выделены зависимые ячейки для ячейки **A7**.

Эти операции можно проводить одновременно для нескольких ячеек. В этом случае стрелки позволяют восстановить структуру функциональных зависимостей в документе (рис. 20.5).

Здесь рассматривается случай, когда все ячейки с ошибками расположены компактно. Если же документ достаточно велик, искать ячейки в разных его частях — занятие утомительное.

Пример 20.4. Утилита контроля ошибок

Если щелкнуть на пиктограмме **Проверка наличия ошибок** группы **Зависимости формул**, откроется диалоговое окно **Контроль ошибок**, а активной станет одна из ячеек с ошибкой (рис. 20.6).

В данном случае активной является ячейка **B4**. Окно же содержит сведения о формуле, введенной в ячейку, там приведена краткая справка по ошибке, а также имеется несколько кнопок. Например, если щелкнуть по кнопке **Параметры**, откроется еще одно диалоговое окно **Параметры Excel** в разделе **Формулы** (рис. 20.7).

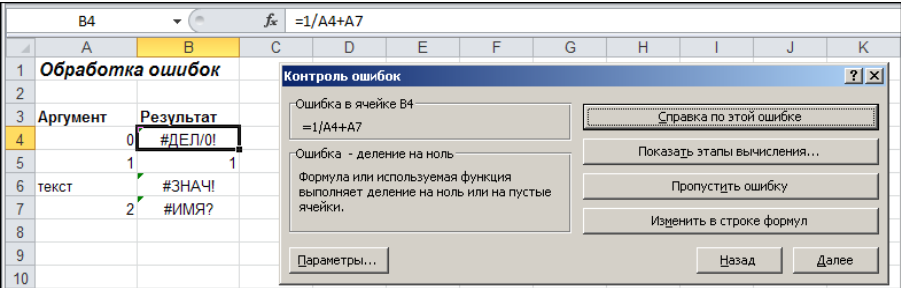


Рис. 20.6. Диалоговое окно **Контроль ошибок** на фоне документа

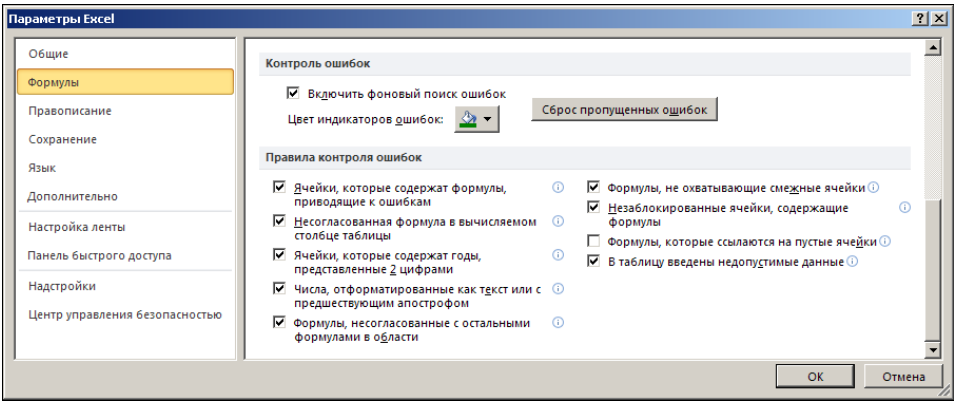


Рис. 20.7. Диалоговое окно **Параметры Excel**

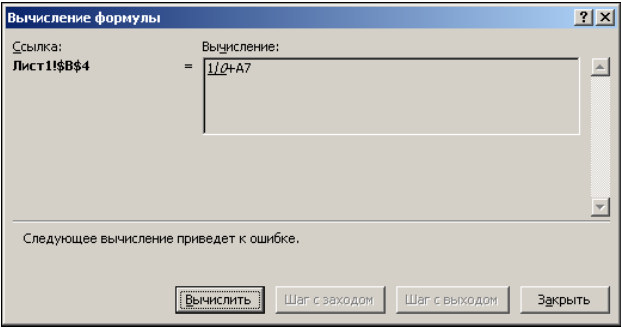


Рис. 20.8. Диалоговое окно **Вычисление формулы**

Интерес представляют группы **Контроль ошибок** и **Правила контроля ошибок**. В них содержится набор опций, с помощью которых задаются основные параметры для утилиты поиска и отслеживания ошибок, а также критерии для определения ошибочных ситуаций.

После нажатия кнопки **Показать этапы вычисления** диалогового окна **Контроль ошибок** появляется окно **Вычисление формулы** (рис. 20.8).

В окне можно проводить пошаговое вычисление выражения в ячейке согласно введенной в эту ячейку формуле.

Остальные кнопки диалогового окна **Контроль ошибок** позволяют вывести окно справки по ошибке, внести изменения в формулу прямо в строке формул или пропустить ошибку (в этом случае в левом верхнем углу ячейки с ошибкой не будет отображаться засечка). Кнопки **Вперед** и **Назад** нужны для перехода к следующей или предыдущей ячейке с ошибкой.

Пример 20.5. Проверка контрольного значения

В результате щелчка на пиктограмме **Окно контрольного значения** группы **Зависимости формул** открывается окно контрольного значения (рис. 20.9).

Окно в верхней части содержит две кнопки для добавления и удаления контрольных значений. На рис. 20.10 это окно содержит три контрольных значения.

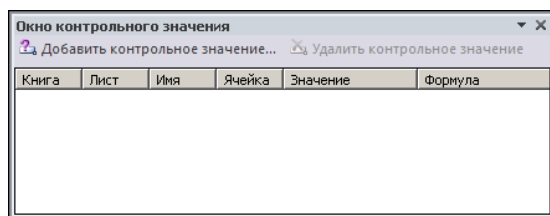


Рис. 20.9. Окно контрольного значения

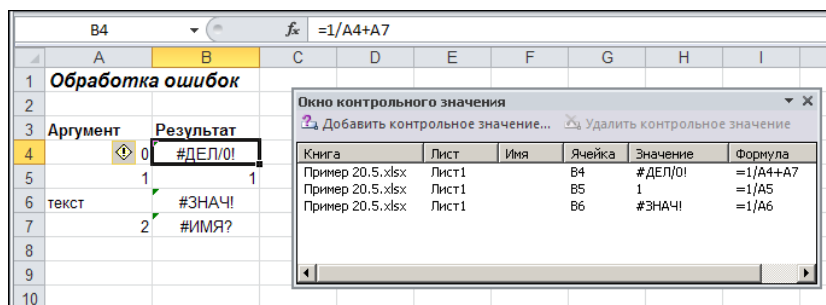


Рис. 20.10. Окно с тремя контрольными значениями и документ

Приводится книга, рабочий лист, имя (если есть), адрес ячейки, значение и формула, по которой это значение вычисляется. Удобство использования окна контрольного значения состоит в том, что при внесении изменений в документ они отображаются и в окне (если эти изменения сказываются на контрольных значениях). На рис. 20.11 после изменения значения ячейки **A4** изменилось значение ячейки **B4**, и это возымело действие на данные в окне контрольного значения.

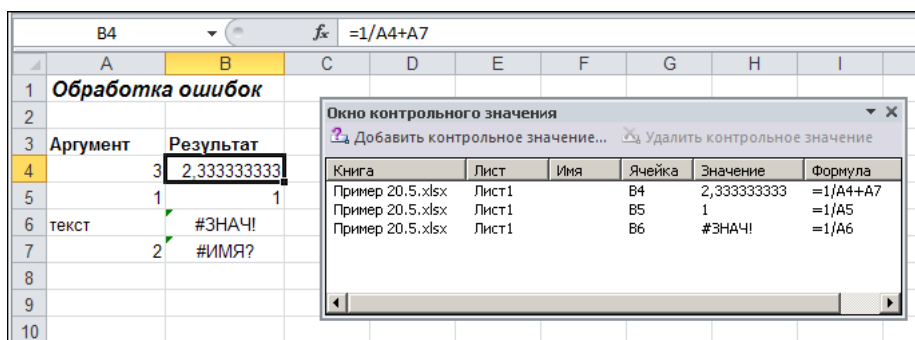


Рис. 20.11. Изменение контрольного значения

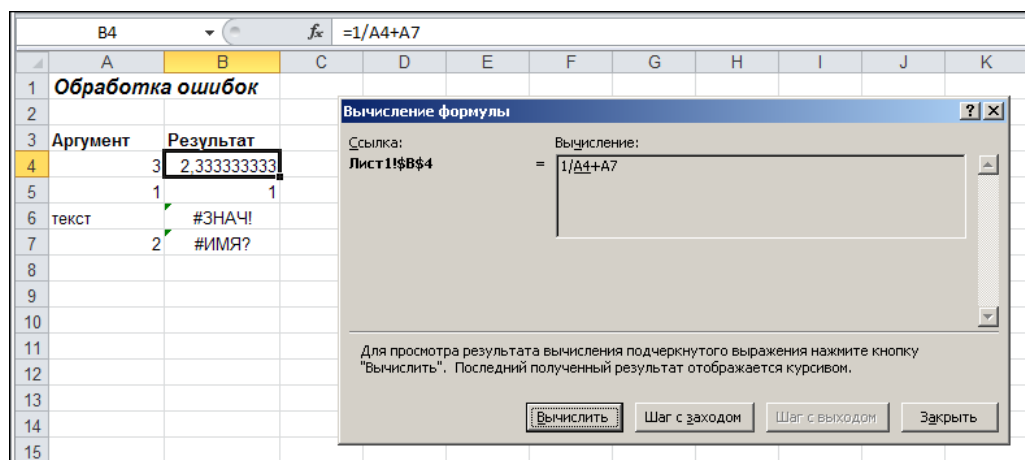


Рис. 20.12. Окно пошагового вычисления значения на фоне документа

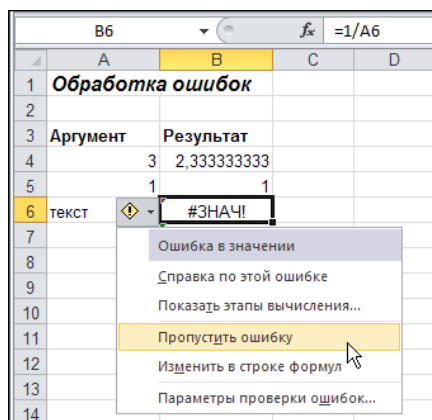
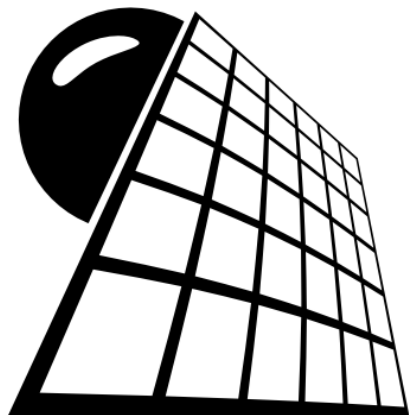


Рис. 20.13. Раскрывающийся список с командами обработки ошибки

Пиктограмма **Вычислить формулу** группы **Зависимости формул** (см. табл. 20.2) позволяет сразу вывести диалоговое окно **Вычисление формулы** (рис. 20.12).

Это простой и быстрый способ вручную проверить, на каком этапе результат становится нежелательным. Наконец, большинство перечисленных выше команд и утилит могут быть вызваны или запущены с помощью раскрывающегося списка. Для этого достаточно выделить ячейку с ошибкой и щелкнуть на пиктограмме с восклицательным знаком, которая отображается рядом с выделенной ячейкой (рис. 20.13).

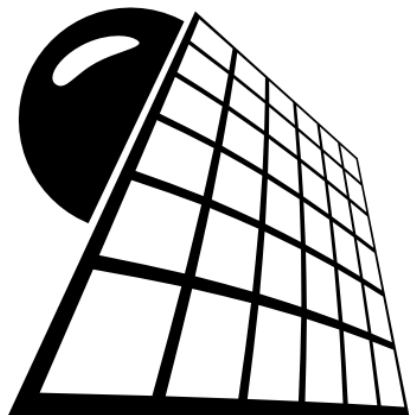
Вообще же поиск и устранение ошибок в рабочем документе — процесс очень тонкий и своеобразный. И лучший способ исправлять ошибки состоит в том, чтобы их не делать.



ЧАСТЬ V

Программы

Полный текст части приведен на прилагаемом к книге компакт-диске.



ЧАСТЬ VI

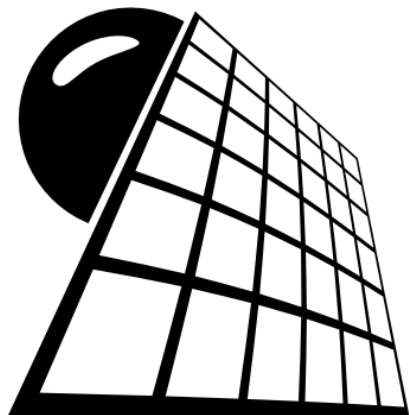
Задачи

Полный текст части приведен на прилагаемом к книге компакт-диске.

Заключение

В книге были рассмотрены основные аспекты работы с приложением Excel. Некоторые рассматривались достаточно детально, другие, наоборот, несколько поверхностно. Однако в любом случае предполагалось, что примеры, представленные в книге, должны служить базовой точкой опоры, на основе которой пользователь сможет решать в Excel возникающие перед ним задачи. Такой подход подразумевает творческий подход со стороны читателя, готовность расширять свой кругозор и познания в Excel самостоятельно. С одной стороны, это позволяет сократить объем книги, ограничившись лишь наиболее важными моментами, а с другой, полезен с методологической точки зрения, поскольку любое практическое задание, выполненное самостоятельно, приносит пользы намного больше, чем десяток описанных задач.

Есть еще один важный аспект, который следует четко понимать. Дело в том, что приложение Excel может использоваться в различных целях, начиная от финансового анализа и заканчивая прикладными техническими и инженерными расчетами. Если учесть широкие возможности по использованию Excel с иными приложениями, а также наличие программных утилит, то перспективы становятся просто радужными. Это, в свою очередь, означает, что при решении задач разного типа появляется своя специфика. Поэтому методы работы с приложением определяются не только и не столько возможностями приложения, но, скорее, стоящими перед пользователем задачами. В этом отношении сложно порекомендовать и описать единый универсальный подход в работе с приложением. В книге были изложены общие концептуальные идеи по возможным алгоритмам использования приложения на практике. Воплощение их для решения комплексных проблем предоставляется читателю.



ПРИЛОЖЕНИЯ



Приложение 1

Основные функции Excel

В этом приложении кратко перечислены основные функции, используемые в Excel. Более детальную информацию о функциях и способе указания их аргументов можно получить в справочной системе программы. Для удобства функции разбиты по категориям. Некоторые из них были описаны в книге. Для тех статистических функций, которые в версии Excel 2010 изменили название, приводится как старый, так и новый вариант.

Таблица П1.1. Математические функции

Функция	Описание
ABS ()	Модуль числа
ACOS ()	Арккосинус
ACOSH ()	Гиперболический арккосинус
ASIN ()	Арксинус
ASINH ()	Гиперболический арксинус
ATAN ()	Арктангенс
ATAN2 ()	Арктангенс угла на направление к точке на плоскости
ATANH ()	Гиперболический арктангенс
COS ()	Косинус
COSH ()	Гиперболический косинус
EXP ()	Экспонента
LN ()	Натуральный логарифм
LOG ()	Логарифм числа
LOG10 ()	Логарифм по основанию 10
SIN ()	Синус
SINH ()	Гиперболический синус
TAN ()	Тангенс
TANH ()	Гиперболический тангенс

Таблица П1.1 (продолжение)

Функция	Описание
ГРАДУСЫ ()	Преобразование радиан в градусы
ДВФАКТР ()	Двойной факториал числа
ЗНАК ()	Знак числа
КОРЕНЬ ()	Корень квадратный
КОРЕНЬПИ ()	Корень квадратный из числа π
МОБР ()	Вычисление обратной матрицы
МОПРЕД ()	Вычисление детерминанта матрицы
МУЛЬТИНОМ ()	Отношение факториала суммы аргументов к произведению факториалов этих аргументов
МУМНОЖ ()	Вычисление произведения матриц
НЕЧЁТ ()	Округление числа
НОД ()	Наибольший общий делитель
НОК ()	Наименьшее общее кратное
ОКРВВЕРХ ()	Округление числа
ОКРВНИЗ ()	Округление числа
ОКРУГЛ ()	Округление числа
ОКРУГЛВВЕРХ ()	Округление числа
ОКРУГЛВНИЗ ()	Округление числа
ОКРУГЛТ ()	Округление числа
ОСТАТ ()	Остаток от деления
ОТВР ()	Округление числа
ПИ ()	Число $\pi \approx 3.1415$
ПРОИЗВЕД ()	Произведение чисел
ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ ()	Промежуточный итог в списке или базе данных
РАДИАНЫ ()	Преобразование градусов в радианы
РИМСКОЕ ()	Преобразование числа в арабской записи к числу в римской записи
РЯД.СУММ ()	Вычисление суммы степенного ряда
СЛУЧМЕЖДУ ()	Случайное число
СЛЧИС ()	Случайное число в интервале от 0 до 1
СТЕПЕНЬ ()	Возведение в степень
СУММ ()	Вычисление суммы
СУММЕСЛИ ()	Условная сумма

Таблица П1.1 (окончание)

Функция	Описание
СУММКВ ()	Сумма квадратов
СУММКВРАЗН ()	Сумма квадратов разностей значений массивов
СУММПРОИЗВ ()	Сумма произведений значений массивов
СУММРАЗНКВ ()	Сумма разностей квадратов значений массивов
СУММСУММКВ ()	Сумма сумм квадратов значений массивов
ТРАНСП ()	Транспонирование матрицы
ФАКТР ()	Факториал
ЦЕЛОЕ ()	Округление числа
ЧАСТНОЕ ()	Целая часть от деления
ЧЁТН ()	Округление числа
ЧИСЛКОМБ ()	Биномиальный коэффициент

Таблица П1.2. Логические функции

Функция	Описание
И ()	Логическое И
ЛОЖЬ ()	Логическое значение ЛОЖЬ
ЕСЛИ ()	Условный оператор
НЕ ()	Логическое отрицание
ИЛИ ()	Логическое ИЛИ
ИСТИНА ()	Логическое значение ИСТИНА

Таблица П1.3. Статистические функции

Функция	Описание
ФРАСП ()	Вероятность реализации случайной величины с F -распределением. В Excel 2010 вместо этой функции введены функции $F.РАСП.ПХ ()$ и $F.РАСП ()$
ФРАСПОБР ()	Обратное значение для F -распределения вероятности. В версии Excel 2010 вместо этой функции введены функции $F.ОБР ()$ и $F.ОБР.ПХ ()$
ЗТЕСТ ()	Вероятность для выборочного среднего превысить среднее по массиву значений. Новое название функции $Z.ТЕСТ ()$
БЕТАОБР ()	Обратная функция к интегральной функции бета-распределения. Новое название функции $БЕТА.ОБР ()$

Таблица П1.3 (продолжение)

Функция	Описание
БЕТАРАСП ()	Интегральная вероятность для бета-распределения. Новое название функции БЕТА . РАСП ()
БИНОМРАСП ()	Биномиальное распределение. Новое название функции БИНОМ . РАСП ()
ВЕЙБУЛЛ ()	Распределение Вейбулла. Новое название функции ВЕЙБУЛЛ . РАСП ()
ВЕРОЯТНОСТЬ ()	Вероятность реализации значения случайной величины
ГАММАНЛОГ ()	Натуральный логарифм от гамма-функции
ГАММАОВР ()	Обратная функция для интегрального гамма-распределения. Новое название функции ГАММА . ОВР ()
ГАММАРАСП ()	Плотность гамма-распределения. Новое название функции ГАММА . РАСП ()
ГИПЕРГЕОМЕТ ()	Гипергеометрическое распределение. Новое название функции ГИПЕРГЕОМ . РАСП ()
ДИСП ()	Несмещенная дисперсия. Новое название функции ДИСП . В ()
ДИСПА ()	Дисперсия по выборке с учетом текстовых и логических значений
ДИСПР ()	Смещенная дисперсия. Новое название функции ДИСП . Г ()
ДИСПРА ()	Смещенная дисперсия с учетом текстовых и логических значений
ДОВЕРИТ ()	Доверительный интервал для среднего значения. В версии Excel 2010 вместо этой функции вводятся функции ДОВЕРИТ . НОРМ () и ДОВЕРИТ . СТЬЮДЕНТ ()
КВАДРОТКЛ ()	Сумма квадратов отклонений от среднего значения
КВАРТИЛЬ ()	Квартиль множества данных. В версии Excel 2010 вместо этой функции вводятся функции КВАРТИЛЬ . ИСКЛ () и КВАРТИЛЬ . ВКЛ ()
КВПИРСОН ()	Квадрат коэффициента корреляции Пирсона
КОВАР ()	Ковариация. В версии Excel 2010 вместо этой функции используются функции КОВАРИАЦИЯ . Г () и КОВАРИАЦИЯ . В ()
КОРРЕЛ ()	Коэффициент корреляции
КРИТБИНОМ ()	Наименьшее значение, для которого интегральное биномиальное распределение больше или равно указанного значения. Новое название функции БИНОМ . ОВР ()
ЛГРФПРИВЛ ()	Экспоненциальная регрессия
ЛИНЕЙН ()	Линейная регрессия
ЛОГНОРМОВР ()	Обратное логарифмическое нормальное распределение. Новое название функции ЛОГНОРМ . ОВР ()

Таблица П1.3 (продолжение)

Функция	Описание
ЛОГНОРМРАСП ()	Интегральное логарифмическое нормальное распределение. Новое название функции ЛОГНОРМ.РАСП ()
МАКС ()	Максимальное значение
МАКСА ()	Максимальное значение с учетом текстовых и логических значений
МЕДИАНА ()	Медиана чисел
МИН ()	Минимальное значение
МИНА ()	Минимальное значение с учетом текстовых и логических значений
МОДА ()	Наиболее часто встречающееся число. В версии Excel 2010 вместо этой функции используются функции МОДА.НСК () и МОДА.ОДН ()
НАИБОЛЬШИЙ ()	Наибольшее число указанного порядка
НАИМЕНЬШИЙ ()	Наименьшее число указанного порядка
НАКЛОН ()	Наклон линии линейной регрессии
НОРМАЛИЗАЦИЯ ()	Нормализация параметра по среднему значению и стандартному отклонению
НОРМОБР ()	Обратная функция для интегрального нормального распределения. Новое название функции НОРМ.ОБР ()
НОРМРАСП ()	Нормальное распределение. Новое название функции НОРМ.РАСП ()
НОРМСТОБР ()	Обратная функция для нормального интегрального распределения. Новое название функции НОРМ.СТ.ОБР ()
НОРМСТРАСП ()	Нормальное стандартное интегральное распределение. Новое название функции НОРМ.СТ.РАСП ()
ОТРБИНОМРАСП ()	Отрицательное биномиальное распределение. Новое название функции ОТРБИНОМ.РАСП ()
ОТРЕЗОК ()	Свободный член линейной регрессии
ПЕРЕСТ ()	Число перестановок
ПЕРСЕНТИЛЬ ()	Персентиль указанного порядка. В версии Excel 2010 вместо этой функции используются функции ПРОЦЕНТИЛЬ.ИСКЛ () и ПРОЦЕНТИЛЬ.ВКЛ ()
ПИРСОН ()	Коэффициент корреляции Пирсона
ПРЕДСКАЗ ()	Значение линейного тренда
ПРОЦЕНТРАНГ ()	Ранг значения. В версии Excel 2010 вместо этой функции используются функции ПРОЦЕНТРАНГ.ИСКЛ () и ПРОЦЕНТРАНГ.ВКЛ ()
ПУАССОН ()	Распределение Пуассона. Новое название функции ПУАССОН.РАСП ()

Таблица П1.3 (продолжение)

Функция	Описание
РАНГ ()	Ранг числа. В версии Excel 2010 вместо этой функции используются функции РАНГ.СР () и РАНГ.РВ ()
РОСТ ()	Экспоненциальный тренд
СКОС ()	Асимметрия функции распределения
СРГАРМ ()	Среднее гармоническое
СРГЕОМ ()	Среднее геометрическое
СРЗНАЧ ()	Среднее арифметическое
СРЗНАЧА ()	Среднее арифметическое с учетом текстовых и логических значений
СРОТКЛ ()	Среднее значение модулей отклонений от среднего значения
СТАНДОТКЛОН ()	Стандартное отклонение. Новое название функции СТАНДОТКЛОН.В ()
СТАНДОТКЛОНА ()	Стандартное отклонение с учетом текстовых и логических значений
СТАНДОТКЛОНП ()	Стандартное отклонение по генеральной совокупности. Новое название функции СТАНДОТКЛОН.Г ()
СТАНДОТКЛОНПА ()	Стандартное отклонение по генеральной совокупности с учетом текстовых и логических значений
СТОШУХ ()	Погрешность регрессии
СТЮДРАСП ()	Функция t -распределения Стьюдента. В версии Excel 2010 вместо этой функции используются функции СТЮДЕНТ.РАСП.2Х () и СТЮДЕНТ.РАСП.ПХ ()
СТЮДРАСПОВР ()	Обратное t -распределение Стьюдента. В версии Excel 2010 вместо этой функции используются функции СТЮДЕНТ.ОБР.2Х () и СТЮДЕНТ.ОБР ()
СЧЁТ ()	Количество чисел в списке аргументов
СЧЁТЕСЛИ ()	Количество удовлетворяющих определенному значению ячеек
СЧЁТЗ ()	Количество непустых ячеек
СЧИТАТЬПУСТОТЫ ()	Количество пустых ячеек
ТЕНДЕНЦИЯ ()	Вычисление линейного тренда
ТТЕСТ ()	Вероятность совпадения средних. Новое название функции СТЮДЕНТ.ТЕСТ ()
УРЕЗСРЕДНЕЕ ()	Среднее значение с отбрасыванием граничных значений
ФИШЕР ()	Преобразование Фишера
ФИШЕРОБР ()	Обратное преобразование Фишера
ФТЕСТ ()	Проверки гипотезы об одинаковой дисперсии. Новое название функции F.ТЕСТ ()

Таблица П1.3 (окончание)

Функция	Описание
ХИ2ОБР ()	Обратное хи-квадрат распределение. В версии Excel 2010 используются функции ХИ2.ОБР () и ХИ2.ОБР.ПХ ()
ХИ2РАСП ()	Хи-квадрат распределение. В версии Excel 2010 используются функции ХИ2.РАСП () и ХИ2.РАСП.ПХ ()
ХИ2ТЕСТ ()	Тест на независимость на основе критерия хи-квадрат. Новое название функции ХИ2.ТЕСТ ()
ЧАСТОТА ()	Частота появления значений массива
ЭКСПРАСП ()	Экспоненциальное распределение. Новое название функции ЭКСП.РАСП ()
ЭКСЦЕСС ()	Эксцесс для массива данных

Таблица П1.4. Инженерные функции

Функция	Описание
БЕССЕЛЬ.І ()	Функция Бесселя мнимого аргумента $I_n(x)$
БЕССЕЛЬ.Ј ()	Функция Бесселя первого рода $J_n(x)$
БЕССЕЛЬ.К ()	Функция Бесселя мнимого аргумента второго рода $K_n(x)$
БЕССЕЛЬ.У ()	Функция Бесселя второго рода $Y_n(x)$
ВОСЬМ.В.ДВ ()	Преобразование числа из восьмеричной системы счисления в двоичную
ВОСЬМ.В.ДЕС ()	Преобразование числа из восьмеричной системы счисления в десятичную
ВОСЬМ.В.ШЕСТН ()	Преобразование числа из восьмеричной системы счисления в шестнадцатеричную
ДВ.В.ВОСЬМ ()	Преобразование числа из двоичной системы счисления в восьмеричную
ДВ.В.ДЕС ()	Преобразование числа из двоичной системы счисления в десятичную
ДВ.В.ШЕСТН ()	Преобразование числа из двоичной системы счисления в шестнадцатеричную
ДЕЛЬТА ()	Символ Кронекера
ДЕС.В.ВОСЬМ ()	Преобразование числа из десятичной системы счисления в восьмеричную
ДЕС.В.ДВ ()	Преобразование числа из десятичной системы счисления в двоичную
ДЕС.В.ШЕСТН ()	Преобразование числа из десятичной системы счисления в шестнадцатеричную

Таблица П1.4 (окончание)

Функция	Описание
ДФОШ ()	Функция ошибок (дополнительная)
КОМПЛЕКСН ()	Комплексное число
МНИМ. ABS ()	Модуль комплексного числа
МНИМ. COS ()	Косинус от комплексного числа
МНИМ. EXP ()	Экспонента от комплексного числа
МНИМ. LN ()	Натуральный логарифм от комплексного числа
МНИМ. LOG10 ()	Десятичный логарифм от комплексного числа
МНИМ. LOG2 ()	Двоичный логарифм от комплексного числа
МНИМ. SIN ()	Синус от комплексного числа
МНИМ. АРГУМЕНТ ()	Аргумент комплексного числа
МНИМ. ВЕЩ ()	Действительная часть комплексного числа
МНИМ. ДЕЛ ()	Отношение комплексных чисел
МНИМ. КОРЕНЬ ()	Корень квадратный из комплексного числа
МНИМ. ПРОИЗВЕД ()	Произведение комплексных чисел
МНИМ. РАЗН ()	Разность комплексных чисел
МНИМ. СОПРЯЖ ()	Комплексно-сопряженное число
МНИМ. СТЕПЕНЬ ()	Возведение комплексного числа в целочисленную степень
МНИМ. СУММ ()	Сумма комплексных чисел
МНИМ. ЧАСТЬ ()	Мнимая часть комплексного числа
ПОРОГ ()	Единица, если первый аргумент не меньше второго, и ноль в противном случае
ПРЕОБР ()	Преобразование размерных величин
ФОШ ()	Интеграл от функции ошибок
ШЕСТН. В. ВОСЬМ ()	Преобразование числа из шестнадцатеричной системы счисления в восьмеричную
ШЕСТН. В. ДВ ()	Преобразование числа из шестнадцатеричной системы счисления в двоичную
ШЕСТН. В. ДЕС ()	Преобразование числа из шестнадцатеричной системы счисления в десятичную

Таблица П1.5. Функции для работы с текстом

Функция	Описание
ASC ()	Преобразование двухбайтовых символов в однобайтовые
JIS ()	Преобразование однобайтовых символов в двухбайтовые

Таблица П1.5 (окончание)

Функция	Описание
PHONETIC ()	Извлечение из строки фонетических знаков
ДЛСТР ()	Количество символов в строке
ЗАМЕНИТЬ ()	Замена фрагмента текста
ЗНАЧЕН ()	Преобразование текста в число
КОДСИМВ ()	Код первого символа строки
ЛЕВСИМВ ()	Извлечение фрагмента текста
НАЙТИ ()	Поиск строки
ПЕЧСИМВ ()	С помощью этой функции из текста, указанного в качестве аргумента функции, удаляются все непечатаемые символы
ПОВТОР ()	Повторение фрагмента текста
ПОДСТАВИТЬ ()	Замена фрагмента текста
ПОИСК ()	Поиск строки без учета регистра
ПРАВСИМВ ()	Возвращается заданное число символов справа от конца текстовой строки
ПРОПИСН ()	Перевод всех символов строки в верхний регистр
ПРОПНАЧ ()	Преобразование всех букв (кроме первых) в строчные
ПСТР ()	Извлечение подстроки
РУБЛЬ ()	Преобразование числа в текст с использованием денежного символа
СЖПРОБЕЛЫ ()	Удаление лишних пробелов
СИМВОЛ ()	По коду возвращается символ
СОВПАД ()	Сравнение текстовых строк
СТРОЧН ()	Перевод символов в нижний регистр
СЦЕПИТЬ ()	Объединение текстовых значений
Т ()	Для текстового аргумента возвращается аргумент, иначе — пустая строка
ТЕКСТ ()	Преобразование числа в текст
ФИКСИРОВАННЫЙ ()	Преобразование числа в текст с предварительным округлением

Таблица П1.6. Функции для работы с датой и временем

Функция	Описание
ВРЕМЗНАЧ ()	По текстовой строке времени возвращается численный эквивалент
ВРЕМЯ ()	Число (от 0 до 0,99999999), соответствующее указанному моменту времени

Таблица П1.6 (окончание)

Функция	Описание
ГОД ()	Текстовое значение даты преобразуется в год
ДАТА ()	Формируется дата
ДАТАЗНАЧ ()	Дата в числовом формате
ДАТАМЕС ()	Вычисляется дата на основе базовой даты и интервала времени между датами
ДЕНЬ ()	Для даты вычисляется день
ДЕНЬНЕД ()	Дата преобразуется в день недели
ДНЕЙ360 ()	Интервал времени между датами
ДОЛЯГОДА ()	Интервал между датами как часть года
КОНМЕСЯЦА ()	Дата для последнего дня месяца
МЕСЯЦ ()	По дате возвращается месяц
МИНУТЫ ()	Преобразование даты в минуты
НОМНЕДЕЛИ ()	По дате определяется неделя года
РАВДЕНЬ ()	Вычисление даты на основе интервала времени (в рабочих днях)
СЕГОДНЯ ()	Текущая дата в виде числа
СЕКУНДЫ ()	Преобразование даты в секунды
ТДАТА ()	Текущая дата и время
ЧАС ()	Время в числовом формате
ЧИСТРАВДНИ ()	Количество рабочих дней между датами

Таблица П1.7. Функции автоподстановки

Функция	Описание
АДРЕС ()	Ссылка на ячейку рабочего листа
ВЫБОР ()	По индексу вычисляется значение из списка
ГИПЕРССЫЛКА ()	Создание гиперссылки
ДВССЫЛ ()	Создание ссылки
ДРВ ()	Дата в режиме реального времени
ИНДЕКС ()	Индекс значения в массиве
ОБЛАСТИ ()	Количество областей в ссылке
ПОИСКПОЗ ()	Поиск в ссылке или массиве
ПРОСМОТР ()	Поиск в векторе или массиве
СМЕЩ ()	Смещение ссылки относительно заданной ссылки

Таблица П1.7 (окончание)

Функция	Описание
СТОЛБЕЦ ()	Номер столбца, на который указывает ссылка
СТРОКА ()	Номер строки, определяемой ссылкой
ЧИСЛСТОЛБ ()	Количество столбцов в массиве или ссылке
ЧСТРОК ()	Количество строк в ссылке

Таблица П1.8. Финансовые функции

Функция	Описание
АМОКУВ ()	Амортизация для отчетного периода
АМОКУМ ()	Амортизация с переменным коэффициентом амортизации
АПЛ ()	Амортизация за период
АСЧ ()	Амортизация по методу "суммы чисел"
БЗРАСПИС ()	Будущее значение начального предложения
БС ()	Будущее значение вклада
ВСД ()	Внутренняя ставка доходности
ДАТАКУПОНДО ()	Дата купона перед датой соглашения
ДАТАКУПОНПОСЛЕ ()	Дата купона после даты соглашения
ДДОВ ()	Амортизация для указанного периода по методу двукратного учета
ДЛИТ ()	Продолжительность действия ценных бумаг
ДНЕЙКУПОН ()	Число дней в периоде купона
ДНЕЙКУПОНДО ()	Количество дней между началом периода купона и датой соглашения
ДНЕЙКУПОНПОСЛЕ ()	Число дней от даты соглашения до срока следующего купона
ДОХОД ()	Доходность по облигациям
ДОХОДКЧЕК ()	Доход по казначейскому чеку
ДОХОДПЕРВНЕРЕГ ()	Доход по ценным бумагам с нерегулярным первым периодом
ДОХОДПОГАШ ()	Годовой доход от ценных бумаг
ДОХОДПОСЛНЕРЕГ ()	Доход по ценным бумагам с нерегулярным последним периодом
ДОХОДСКИДКА ()	Годовой доход по ценным бумагам, на которые сделана скидка
ИНОРМА ()	Ставка доходности полностью обеспеченной ценной бумаги
КПЕР ()	Общее количество периодов выплаты для вклада

Таблица П1.8 (продолжение)

Функция	Описание
МВСД ()	Внутренняя ставка доходности для разных ставок положительных и отрицательных денежных потоков
МДЛИТ ()	Модифицированная длительность для ценных бумаг
НАКОПДОХОД ()	Накопленный доход по ценным бумагам
НАКОПДОХОДПОГАШ ()	Накопленный доход по ценным бумагам с выплатой процента в момент вступления в силу
НОМИНАЛ ()	Номинальная годовая процентная ставка
ОВЩДОХОД ()	Общие выплаты по займу между указанными периодами
ОВЩПЛАТ ()	Общие выплаты между периодическими выплатами
ОСПЛТ ()	Выплаты на основной капитал
ПЛТ ()	Выплаты за один период годовой ренты
ПОЛУЧЕНО ()	Сумма, полученная в срок вступления в силу полностью обеспеченных ценных бумаг
ПРОЦПЛАТ ()	Выплаты за период инвестиций
ПРПЛТ ()	Выплаты прибыли на вложения за период
ПС ()	Приведенная к текущему моменту стоимость инвестиций
ПУО ()	Амортизация по методу разового учета
РАВНОКЧЕК ()	Эквивалентный облигации доход по казначейскому чеку
РУБЛЬ . ДЕС ()	Преобразование цены в рублях (в виде дроби) в десятичный денежный формат
РУБЛЬ . ДРОВЬ ()	Преобразование цены в рублях (десятичный формат) в дробный денежный формат
СКИДКА ()	Норма скидки для ценных бумаг
СТАВКА ()	Процентная ставка по аннуитету за период
ФУО ()	Амортизация по методу постоянного учета
ЦЕНА ()	Цена за 100 рублей нарицательной стоимости ценных бумаг, по которым производится периодическая выплата процентов
ЦЕНАКЧЕК ()	Цена за 100 рублей нарицательной стоимости для казначейского чека
ЦЕНАПЕРВНЕРЕГ ()	Цена за 100 рублей нарицательной стоимости ценных бумаг с нерегулярным первым периодом
ЦЕНАПОГАШ ()	Цена за 100 рублей нарицательной стоимости ценных бумаг, по которым выплачивается прибыль в момент вступления в силу
ЦЕНАПОСЛНЕРЕГ ()	Цена за 100 рублей нарицательной стоимости ценных бумаг с нерегулярным последним периодом

Таблица П1.8 (окончание)

Функция	Описание
ЦЕНАСКИДКА ()	Цена за 100 рублей нарицательной стоимости ценных бумаг, на которые сделана скидка
ЧИСЛКУПОН ()	Количество купонов, которые могут быть оплачены между датой соглашения и сроком вступления в силу
ЧИСТВНДОХ ()	Внутренняя ставка доходности непериодических денежных потоков
ЧИСТНЗ ()	Чистая текущая стоимость инвестиции (на основе ряда непериодических поступлений)
ЧПС ()	Чистая приведенная стоимость инвестиции (на основе периодических денежных потоков)
ЭФФЕКТ ()	Фактическая годовая процентная ставка

Таблица П1.9. Функции для работы с базами данных

Функция	Описание
БДДИСП ()	Дисперсия по выборке из базы данных
БДДИСПП ()	Дисперсия по генеральной совокупности из базы данных
БДПРОИЗВЕД ()	Произведение полей в записях баз данных
БДСУММ ()	Сумма значений по базе данных
ВИЗВЛЕЧЬ ()	Извлечение записи из базы данных
ВСЧЁТ ()	Количество числовых ячеек в базе данных
ВСЧЁТА ()	Количество непустых ячеек в базе данных
ДМАКС ()	Максимальное значение по базе данных
ДМИН ()	Минимальное значение по базе данных
ДСРЗНАЧ ()	Среднее значение по базе данных
ДСТАНДОТКЛ ()	Стандартное отклонение по выборке из базы данных
ДСТАНДОТКЛП ()	Стандартное отклонение по генеральной совокупности из базы данных
ПОЛУЧИТЬ_ДАННЫЕ_СВОДНОЙ_ТАБЛИЦЫ ()	Данные из сводной таблицы

Таблица П1.10. Информационные функции

Функция	Описание
ЕЛОГИЧ ()	Значение ИСТИНА при ссылке на логическое значение
ЕНД ()	Значение ИСТИНА при ссылке на ошибку #Н/Д (значение недоступно)
ЕНЕТЕКСТ ()	Значение ИСТИНА при ссылке на нетекстовое значение

Таблица П1.10 (окончание)

Функция	Описание
ЕНЕЧЁТ ()	Значение ИСТИНА для нечетного аргумента
ЕОШ ()	Значение ИСТИНА при ссылке на ошибку (кроме #Н/Д)
ЕОШИБКА ()	Значение ИСТИНА при ссылке на ошибку
ЕПУСТО ()	Значение ИСТИНА при ссылке на пустую ячейку
ЕССЫЛКА ()	Значение ИСТИНА, если аргумент ссылается на ссылку
ЕТЕКСТ ()	Значение ИСТИНА при текстовом аргументе
ЕЧЁТН ()	Значение ИСТИНА при четном аргументе
ЕЧИСЛО ()	Значение ИСТИНА при ссылке на число
ИНФОРМ ()	Информацию о текущей операционной среде
НД ()	Значение ошибки #Н/Д
ТИП ()	Тип значения
ТИП.ОШИБКИ ()	Номер типа ошибки
Ч ()	Преобразование аргумента в число
ЯЧЕЙКА ()	Информация о формате, местоположении или содержимом ячейки



Приложение 2

Описание компакт-диска

Наиболее важные примеры представлены файлами на компакт-диске. Часть примеров не попала на диск в силу объективных обстоятельств — как правило, это примеры, в которых описывались методы работы с элементами интерфейса приложения. В соответствии со структурой книги, для каждой из шести частей выделена отдельная папка, в которой размещены папки глав с файлами примеров. Названия файлов соответствуют номерам примеров в книге. Номер примера состоит из номера главы и номера примера в этой главе (в качестве разделителя использована точка) — так, файл с названием Пример 5.2.xlsx соответствует второму примеру из пятой главы.

Кроме документов Excel, в примерах книги использовались файлы других форматов. Все они собраны в отдельной папке Файлы.

Представление об общей структуре компакт-диска дает табл. П2.1.

Таблица П2.1. Содержание компакт-диска

Папка или файл	Количество файлов	Описание
Часть I\Глава 2	1	Пример из главы 2 книги (файл Пример 2.6.xlsx)
Часть I\Глава 3	4	Примеры из главы 3 книги (файлы Пример 3.2.xlsx, ..., Пример 3.5.xlsx)
Часть I\Глава 4	2	Два примера из главы 4 книги (файлы Пример 4.5.xlsx и Пример 4.6.xlsx)
Часть I\Глава 5	1	Пример из главы 5 книги (файл Пример 5.2.xlsx)
Часть II\Глава 6	4	Примеры из главы 6 книги (файлы Пример 6.1.xlsx, ..., Пример 6.4.xlsx)
Часть II\Глава 7	10	Примеры из главы 7 книги (файлы Пример 7.1.xlsx, ..., Пример 7.10.xlsx)
Часть II\Глава 8	8	Примеры из главы 8 книги (файлы Пример 8.1.xlsx, Пример 8.2.xlsx, Пример 8.4.xlsx, ..., Пример 8.9.xlsx)
Часть II\Глава 10	4	Примеры из главы 10 книги (файлы Пример 10.1.xlsx и Пример 10.3.xlsx, ..., Пример 10.5.xlsx)

Таблица П2.1 (продолжение)

Папка или файл	Количество файлов	Описание
Часть III\ Глава 11	3	Три примера из главы 11 книги (файлы Пример 11.1.xlsx, Пример 11.3.xlsx и Пример 11.6.xlsx)
Часть III\ Глава 12	8	Примеры из главы 12 книги (файлы Пример 12.1.xlsx, ..., Пример 12.8.xlsx)
Часть III\ Глава 13	6	Примеры из главы 13 книги (файлы Пример 13.1.xlsx, ..., Пример 13.6.xlsx)
Часть III\ Глава 15	3	Три примера из главы 15 книги (файлы Пример 15.1.xlsx, Пример 15.2.xlsx и Пример 15.4.xlsx)
Часть IV\ Глава 16	8	Примеры из главы 16 книги (файлы Пример 16.1.xlsx, Пример 16.2.xlsx, Пример 16.4.xlsx, ..., Пример 16.9.xlsx)
Часть IV\ Глава 17	8	Примеры из главы 17 книги (файлы Пример 17.1.xlsx, ..., Пример 17.8.xlsx)
Часть IV\ Глава 18	8	Примеры из главы 18 книги (файлы Пример 18.1.xlsx, ..., Пример 18.8.xlsx)
Часть IV\ Глава 19	6	Примеры из главы 19 книги (файлы Пример 19.1.xlsx, ..., Пример 19.6.xlsx)
Часть IV\ Глава 20	3	Три примера из главы 20 книги (файлы Пример 20.3.xlsx, ..., Пример 20.5.xlsx)
Часть V\ Глава 21	6	Примеры из главы 21 книги (файлы Пример 21.1.xlsm, ..., Пример 21.6.xlsm)
Часть V\ Глава 23	5	Примеры из главы 23 книги (файлы Пример 23.1.xlsm, ..., Пример 23.5.xlsm)
Часть V\ Глава 24	5	Примеры из главы 24 книги (файлы Пример 24.1.xlsm, ..., Пример 24.5.xlsm)
Часть V\ Глава 25	4	Примеры из главы 25 книги (файлы Пример 25.1.xlsm, ..., Пример 25.4.xlsm)
Часть VI\ Глава 26	7	Примеры из главы 26 книги (файлы Пример 26.1.xlsx, Пример 26.2.xlsm, Пример 26.3.xlsx, ..., Пример 26.5.xlsx, Пример 26.6.xlsm и Пример 26.7.xlsx)
Часть VI\ Глава 27	7	Примеры из главы 27 книги (файлы Пример 27.1.xlsx, ..., Пример 27.7.xlsx)
Часть VI\ Глава 28	8	Примеры из главы 28 книги (файлы Пример 28.1.xlsm и Пример 28.2.xlsx, ..., Пример 28.8.xlsx)
Часть VI\ Глава 29	5	Примеры из главы 29 книги (файлы Пример 29.1.xlsm и Пример 29.2.xlsx, ..., Пример 28.5.xlsx)
Часть VI\ Глава 30	10	Примеры из главы 30 книги (файлы Пример 30.1.xlsx, Пример 30.2.xlsm, Пример 30.3.xlsx, ..., Пример 30.6.xlsx, Пример 30.7.xlsm, Пример 30.8.xlsm, Пример 30.9.xlsx и Пример 30.10.xlsm)

Таблица П2.1 (окончание)

Папка или файл	Количество файлов	Описание
Файлы	14	Вспомогательные файлы. В частности, файлы Пример 5.2.txt и Пример 5.2.htm являются результатом преобразования документа Excel в разные форматы (в папке Пример 5.2.files записаны автоматически созданные при преобразовании файлы). Файл Мой_шаблон.xlt является файлом шаблона, созданного пользователем (см. пример 5.3). Шаблон используется для создания документа Курс валют.xlsx. Файл рабочего пространства my_space.xlw создается на основе документов Курс валют.xlsx и Акциз.xlsx (см. пример 5.8). Файлы Внешний текстовый документ.doc, Внешняя таблица Excel.xlsx, Новый документ.doc, Справка.doc, Стоимость билетов на поезд.xlsx и Стоимость билетов на самолет.xlsx используются при выполнении гиперссылок (см. главу 7). Файл Моя диаграмма.crt является шаблоном диаграммы, созданным в примере 18.6
Book		Главы 21—30 книги
Readme.doc	1	Файл с описанием компакт-диска

Следует иметь в виду, что для корректной работы документов с примерами из главы 7, в которых выполняются гиперссылки на внешние файлы, необходимо изменить адреса гиперссылок. Причина в том, что на диске все внешние файлы собраны в одной папке Файлы, в силу чего изменился адрес доступа к ним.

Список литературы

Для удобства список литературы разбит тематически на разные группы. Следует понимать, что каждый из списков содержит рекомендуемую литературу и не является полным в силу очевидных и объективных причин.

Работа с Excel и VBA

- ❑ Беннинга С. Финансовое моделирование с использованием Excel. — Киев: Вильямс, 2006.
- ❑ Васильев А. Научные вычисления в Microsoft Excel. — Киев: Диалектика, 2004.
- ❑ Васильев А. Excel 2007 на примерах. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
- ❑ Васильев А. Финансовое моделирование и оптимизация средствами Excel 2007. — СПб.: Питер, 2009.
- ❑ Гайдышев И. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C++. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
- ❑ Гарнаев А. Excel, VBA, Internet в экономике и финансах. — СПб.: БХВ-Петербург, 2001.
- ❑ Гарнаев А. Microsoft Excel 2002: разработка приложений. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
- ❑ Гарнаев А. VBA. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
- ❑ Джексон М., Стонтон М. Финансовое моделирование в Microsoft Office Excel и VBA: углубленный курс. — Киев: Диалектика, 2006.
- ❑ Джелен Б., Сирстад Т. Применение VBA и макросов в Microsoft Office Excel. — Киев: Вильямс, 2005.
- ❑ Долженков В., Колесников Ю. Microsoft Excel 2003. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
- ❑ Кашаев С. Программирование в Microsoft Excel на примерах. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
- ❑ Киммел П., Грин Дж., Буллен С. Microsoft Office Excel 2003 и VBA. Справочник программиста. — Киев: Диалектика, 2005.
- ❑ Культин Н. Microsoft Excel. Быстрый старт. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
- ❑ Михеев Р. VBA и программирование в MS Office для пользователей. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006.
- ❑ Олбрайт К. Моделирование с помощью Microsoft Office Excel и VBA: разработка систем поддержки принятия решений. — Киев: Вильямс, 2005.
- ❑ Рудикова Л. Microsoft Excel для студента. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

- ❑ Салманов О. Математическая экономика с применением Mathcad и Excel. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
- ❑ Уокенбах Дж. Профессиональное программирование на VBA в Microsoft Office Excel 2003. — Киев: Диалектика, 2005.

Экономика

- ❑ Боди З., Кейн А., Маркус А. Принципы инвестиций. — Киев: Вильямс, 2002.
- ❑ Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. — М.: Айри Пресс, 2002.
- ❑ Макконел К., Брю С. Экономикс. — Алматы Туран, 1996.
- ❑ Уотерс Д. Логистика. — М.: Юнити, 2003.

Статистика и теория вероятностей

- ❑ Боровков А. А. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1986.
- ❑ Ван дер Варден Б. Л. Математическая статистика. — М.: ИЛ, 1960.
- ❑ Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. — М.: ГИТТЛ, 1954.
- ❑ Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей. — М.: ОНТИ, 1936.
- ❑ Крамер Г. Математические методы статистики. — М.: Мир, 1975.
- ❑ Чистяков В. П. Курс теории вероятностей. — М.: Наука, 1982.
- ❑ Юл Дж., Кендэл М. Теория статистики. — М.: Госстатиздат, 1960.

Математический анализ и вычисления

- ❑ Березин И. С., Жидков Н. П. Методы вычислений. — М.: Физматлит, 1962.
- ❑ Бермант А. Ф. Араманович И. Г. Краткий курс математического анализа. — М.: Наука, 1973.
- ❑ Боярчук А. К., Ляшко И. И., Гай Я. Г., Головач Г. П. Справочное пособие по высшей математике. — М.: Едиториал УРСС, 2000.
- ❑ Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа. — М.: Высшая школа, 1988.

Физика

- ❑ Гречко Л. Г., Сугаков В. Й., Томасевич О. Ф., Федорченко А. М. Сборник задач по теоретической физике. — М.: Высшая школа, 1984.
- ❑ Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Механика. — М.: Наука, 1988.
- ❑ Матвеев А. Н. Оптика. — М.: Высшая школа. 1985.
- ❑ Савельев И. В. Основы теоретической физики. Механика и электродинамика. — М.: Наука, 1991.

Предметный указатель

А

Автоматическое заполнение ячеек 290
Арифметические операторы 294

Г

Гиперссылка 141
Графическая форма 168
Группа 265

Д, И

Диаграмма 104, 328
 сводная 379
Дисперсия 322
Индикатор масштаба 5

К

Каталог автозагрузки 116
Колонтитул 187
Контекстные вкладки 50
Контрольное значение 389
Копирование формул 295

Л

Лента 33, 39
Линейка 12
Линия тренда 356
Лист 76, 78, 80

М

Матрица 314

Н

Надстройка 117, 199
Настройки печати 197

П

Панель быстрого доступа 13, 40, 90
Параметры страницы 185
Подбор параметра 382
Полноэкранный режим 25
Полоса установки масштаба 5
Примечание 159
Прогрессия 292

Р

Рабочая область 53
Рабочее окно 119
Рабочий каталог 116
Разбивка на страницы 10, 193
Размер ячейки 62
Режим защиты 261
Ряд 311

С

Сетка таблицы 27
Случайное число 205, 314
Спарклайн 179
Ссылка:
 абсолютная 293
 относительная 293
 циклическая 301
Стандартное отклонение 322

Стиль 268, 277, 279, 283, 334, 337

Строка состояния 23

Строка формул 20

Структурная схема 172

Сценарий 366

объединение 371

Т

Таблица:

подстановки 359

сводная 373

Текстовое поле 175

Точность вычислений 140

Ф

Фоновый рисунок 86, 96

Формат:

R1C1 129

дата и время 222

денежный 221

дробный 219, 229

копирование 263

научный 218

общий 215

процентный 222

условный 235, 236

финансовый 222

числовой 216

шаблон 225

экспоненциальный 228

Формула массива 299, 315, 362

Х

Художественный текст 176

Ц

Цветовая схема 31

Ч

Числовые данные 215

Ш

Шаблон 88, 95

диаграммы 353

Шрифт 258

Э

Электронная почта 153

Я

Ячейка:

влияющая 386

зависимая 387

Предметный указатель компакт-диска

А

Амортизация 146
Анализ данных 124

В

Вектор 110
Внутренняя ставка доходности 135

Д, З, К

Дисперсия 112, 123
Закон распределения 112
Коэффициент корреляции 115, 124

М

Макрос 2, 38, 54, 76
Математическое ожидание 112, 119, 123
Матрица 110
Метод:
 половинного деления 96, 110
 последовательных приближений 101
Модуль 3, 30, 41

П

Пакет анализа 151
Панель быстрого доступа 87
Панель инструментов 28
Плотность распределения 119
Подбор параметра 92
Поиск решения 40, 107, 129, 163
Производственная функция 128

Р

Редактор VBA 25
Рекурсия 45, 50
Ряд 52

С

Ссылка 39
 абсолютная 71, 82, 138
 относительная 71, 82, 138
 циклическая 101, 139
Ставка:
 процента 132, 143, 158
 реинвестирования 137
 финансирования 137
Стандартное отклонение 112
Стоимость инвестиций 132, 140, 160
Сценарий 162

Ф

Факториал 45
Форма 31, 54
Формула массива 17, 111
Функция распределения 119

Ц, Ч

Целевая функция 162
Ценные бумаги 151
Числа Фибоначчи 19, 5

Оглавление компакт-диска

ЧАСТЬ V. ПРОГРАММЫ 1

Глава 21. Язык VBA 2

Пример 21.1. Выделение ячеек и диапазонов 2
Пример 21.2. Изменение значений ячеек 7
Пример 21.3. Параметры форматирования ячеек и диапазонов 11
Пример 21.4. Ввод программными методами формул в ячейки 15
Пример 21.5. Использование встроенных функций Excel 18
Пример 21.6. Условные операторы и операторы цикла 19

Глава 22. Редактор VBA 25

Пример 22.1. Отображение вспомогательных окон и панелей инструментов 25
Пример 22.2. Вставка модулей и форм 30
Пример 22.3. Окно проекта 32
Пример 22.4. Окно свойств 33
Пример 22.5. Настройки редактора 35
Пример 22.6. Компиляция и отладка проектов 37
Пример 22.7. Запуск макросов 38
Пример 22.8. Подключение ссылок 39

Глава 23. Функции пользователя 41

Пример 23.1. Создание функции в редакторе VBA 41
Пример 23.2. Вычисление факториала 45
Пример 23.3. Вычисление синуса 47
Пример 23.4. Создание кусочно-гладкой функции 50
Пример 23.5. Вычисление числа Фибоначчи 51

Глава 24. Формы 54

Пример 24.1. Создание простой формы 54
Пример 24.2. Использование полей 64
Пример 24.3. Форма с опцией 69

Пример 24.4. Форма с переключателем	71
Пример 24.5. Форма с вкладками	73

Глава 25. Макросы 76

Пример 25.1. Запись макроса	76
Пример 25.2. Оптимизация программного кода	81
Пример 25.3. Запись макроса с относительными ссылками	82
Пример 25.4. Добавление кнопки запуска макроса на панель быстрого доступа	87
Пример 25.5. Настройки безопасности	89

ЧАСТЬ VI. ЗАДАЧИ 91

Глава 26. Уравнения и системы 92

Пример 26.1. Решение уравнения с помощью утилиты <i>Подбор параметра</i>	92
Пример 26.2. Решение уравнения в автоматическом режиме	94
Пример 26.3. Метод половинного деления	96
Пример 26.4. Метод последовательных приближений	101
Пример 26.5. Решение системы уравнений	107
Пример 26.6. Поиск решения на интервале	109
Пример 26.7. Система линейных уравнений	110

Глава 27. Теория вероятностей и статистика 112

Пример 27.1. Числовые характеристики дискретной случайной величины	112
Пример 27.2. Корреляция случайных величин	114
Пример 27.3. Игра в спортлото	117
Пример 27.4. Функция распределения	119
Пример 27.5. Вероятность реализации дискретной случайной величины	122
Пример 27.6. Корреляция статистических данных	124
Пример 27.7. Описательная статистика	126

Глава 28. Экономика и финансы 128

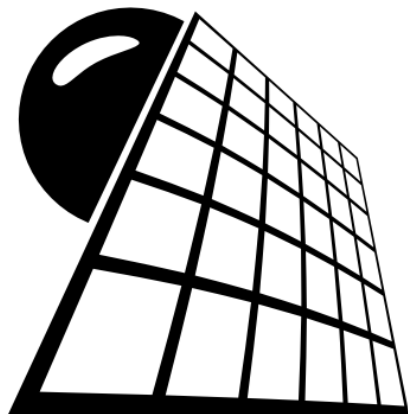
Пример 28.1. Производственная функция	128
Пример 28.2. Стоимость инвестиционных проектов	132
Пример 28.3. Внутренняя ставка доходности	135
Пример 28.4. Будущая стоимость инвестиций	140
Пример 28.5. Выплаты по займам	142
Пример 28.6. Расчет амортизации	146
Пример 28.7. Анализ ценных бумаг	151
Пример 28.8. Непостоянные финансовые потоки	159

Глава 29. Логистика и задачи оптимизации	162
Пример 29.1. Экстремум целевой функции с ограничениями в виде равенств	162
Пример 29.2. Определение численности двух бригад	165
Пример 29.3. Условный экстремум нелинейной функции	170
Пример 29.4. Экстремум неявно заданной функции	172
Пример 29.5. Условный экстремум неявно заданной функции	174

Глава 30. Физика 177

Пример 30.1. Тело на наклонной плоскости	177
Пример 30.2. Вычисление коэффициента трения	181
Пример 30.3. Электрон во внешнем поле	184
Пример 30.4. Увеличение собирающей линзы	189
Пример 30.5. Продольное увеличение линзы	190
Пример 30.6. Давление идеального газа	191
Пример 30.7. Объем тела под поршнем	192
Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов	195
Пример 30.9. Вычисление внутреннего сопротивления	199
Пример 30.10. Определение влажности воздуха	201

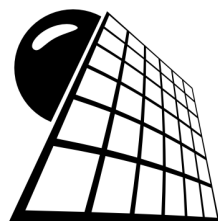
Предметный указатель компакт-диска	203
---	------------



ЧАСТЬ V

Программы

Глава 21



Язык VBA

Какова бы ни была функциональность приложения, всегда найдутся задачи, для решения которых не существует встроенных утилит или функций. Не является исключением и Excel. Однако при работе с Excel (как и другими приложениями Microsoft Office) пользователю предоставляется возможность создавать собственные программные коды, с которыми, по большому счету, можно решать любые задачи.

Программные коды обычно используют для создания функций пользователя (такие функции можно использовать в рабочих документах так же, как и встроенные функции Excel) или исполняемых подпрограмм-макросов. Последние запускаются через элементы графического интерфейса Excel и служат для автоматизации последовательностей часто выполняемых действий или реализации алгоритмов, для которых не предусмотрены встроенные утилиты Excel.

Программные коды создаются непосредственно пользователем в окне редактора VBA. Помимо этого, существует возможность записи макросов в специальном режиме непосредственно в окне приложения Excel. Окно редактора и процесс записи макросов описываются в *главах* 22 и 25.

Программы составляются с использованием языка VBA (сокращение от *Visual Basic for Applications* — Visual Basic для приложений). Это модификация языка Visual Basic для работы с приложениями пакета Microsoft Office. Данная глава посвящена основам программного языка VBA. В приведенных далее примерах показано, как с помощью программ VBA выполняются некоторые базовые операции с ячейками и данными в этих ячейках.

Пример 21.1. Выделение ячеек и диапазонов

Прежде чем что-то делать с ячейками, их предварительно необходимо выделить. Выделять ячейки можно не только вручную, но и с помощью специальных программ (макросов). В листинге 21.1 приведен пример программного кода, действие которого состоит в выделении диапазона ячеек **A1:C6** активного рабочего листа.

Листинг 21.1. Программный код макроса RangeSelect()

```
Sub RangeSelect()  
    Range("A1:C6").Select  
End Sub
```

Для создания макроса необходимо запустить редактор VBA. Делается это с помощью пиктограммы **Visual Basic** в группе **Код** вкладки **Разработчик** (рис. 21.1).

В открывшемся окне редактора VBA необходимо воспользоваться командой **Insert | Module** (рис. 21.2).

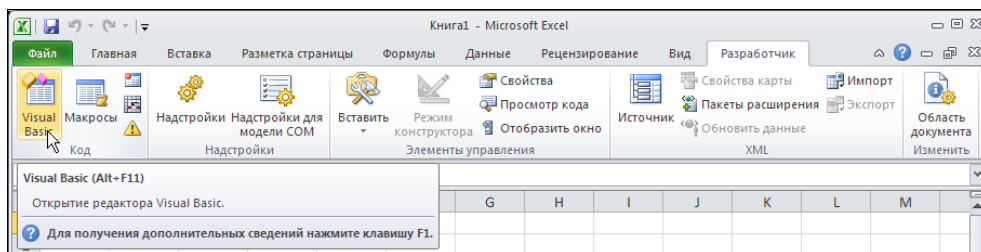


Рис. 21.1. Запуск редактора VBA с помощью пиктограммы **Visual Basic** в группе **Код** вкладки **Разработчик**

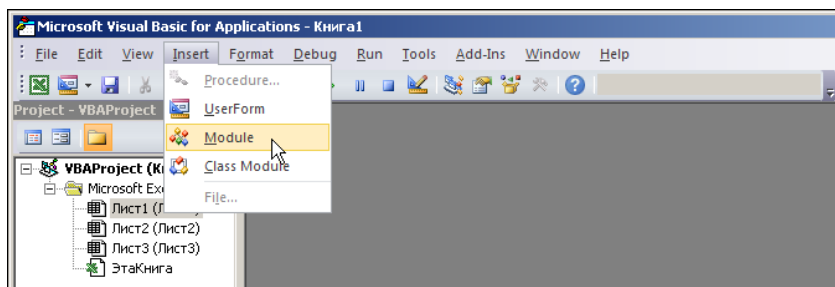


Рис. 21.2. Вставка нового модуля

В результате в проект VBA добавляется новый модуль, что на практике проявляется, кроме прочего, в виде пустой рабочей области. Именно туда вводится программный код (рис. 21.3).

Что касается непосредственно кода, то он состоит всего из одной команды (если не считать обязательных инструкций начала и конца макроса). Ячейки **A1:C6** выделяются с помощью метода `Select`. О том, что выделять следует именно ячейки **A1:C6**, указывает инструкция `Range("A1:C6")` (объект *диапазон ячеек*). Вся команда выглядит, как `Range("A1:C6").Select`. Ключевое слово `Sub` в начале макроса является зарезервированным, после него указывается имя макроса (в данном случае

RangeSelect() — имя выбирается пользователем). Зарезервированной является также и инструкция окончания тела макроса End Sub.

Для запуска макроса в окне приложения Excel следует на ленте **Разработчик** в разделе **Код** щелкнуть на пиктограмме **Макросы** (рис. 21.4).

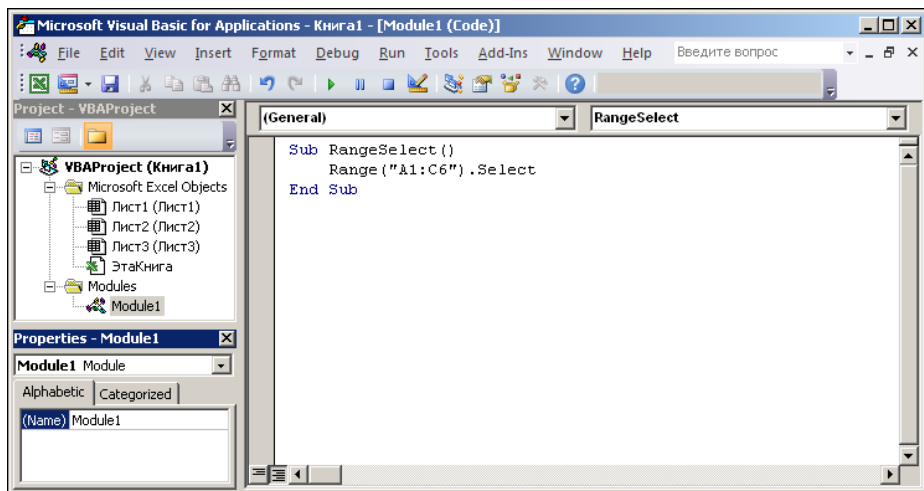


Рис. 21.3. Окно редактора VBA с программным кодом макроса

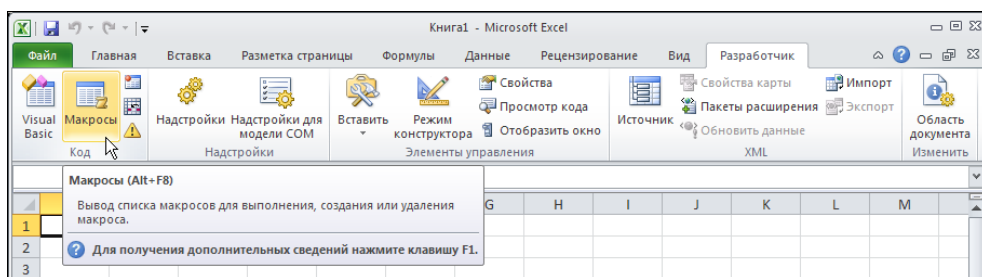


Рис. 21.4. Запуск макроса с помощью пиктограммы **Макросы** группы **Код** вкладки **Разработчик**

В открывшемся окне **Макрос** из списка следует выбрать имя запускаемого на выполнение макроса (рис. 21.5) и нажать кнопку **Выполнить**.

Результат выполнения макроса RangeSelect() показан на рис. 21.6.

Выделен диапазон ячеек **A1:C6**, как и должно быть. Важно то, что диапазон ячеек выделяется в том рабочем листе документа, который был активен на момент запуска макроса на выполнение. Если нужно выделять диапазон ячеек в конкретном рабочем листе, вне зависимости от того, какой из них активен, код макроса придется несколько изменить. В листинге 21.2 приведен код макроса, в результате выполнения которого в активной рабочей книге выделяется диапазон ячеек **A1:C6** во втором листе книги (лист с названием **Лист2**).

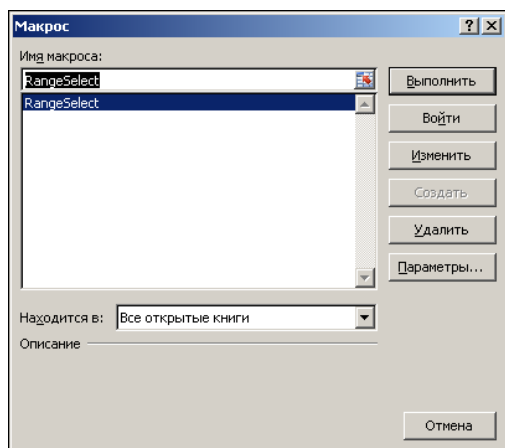


Рис. 21.5. Выбор имени запускаемого макроса в списке доступных макросов

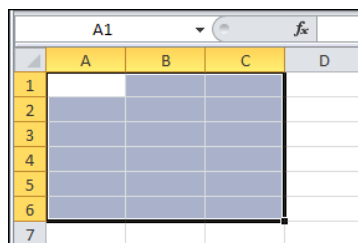


Рис. 21.6. Результат выполнения макроса RangeSelect ()

Листинг 21.2. Программный код макроса RangeSelect2 ()

```
Sub RangeSelect2()  
    worksheets("Лист2").Select  
    Range("A1:C6").Select  
End Sub
```

Метод `Select` может использоваться для выделения ячеек в активных листах. Поэтому сначала необходимо активизировать нужный лист (в данном случае это **Лист2**, активизируется командой `worksheets("Лист2").Select`). После этого выделяют нужный диапазон ячеек (команда `Range("A1:C6").Select`). В данном случае для выделения рабочего листа вместо метода `Select` можно использовать метод `Activate`.

Достаточно легко выделяются области, состоящие из нескольких диапазонов. В этом случае аргументом свойства `Range` указываются разделенные запятыми выделяемые диапазоны. Код макроса `RangeSelect3 ( )` приведен в листинге 21.3.

Листинг 21.3. Программный код макроса RangeSelect3 ()

```
Sub RangeSelect3()  
    Range("A1:C6,E4:G8").Select  
End Sub
```

Результат выполнения макроса показан на рис. 21.7.

Выделяются сразу два диапазона ячеек: **A1:C6** и **E4:G8**. Это следствие команды `Range("A1:C6,E4:G8").Select` в коде макроса. Помимо этого можно выделять целые строки или столбцы. Пример макроса, с помощью которого этого можно добиться, приведен в листинге 21.4.

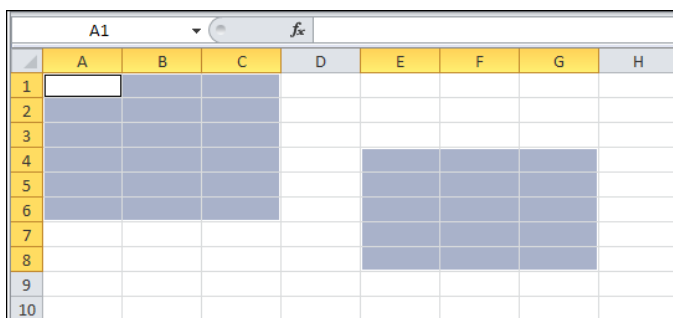


Рис. 21.7. Результат выполнения макроса RangeSelect3()

Листинг 21.4. Программный код макроса RangeSelect4()

```
Sub RangeSelect4()  
    Range("3:5,C:G").Select  
End Sub
```

Аргументами свойства Range указаны диапазоны 3:5 (строки с 3-й по 5-ю) и C:G (столбцы в диапазоне букв от C до G включительно). После выполнения макроса получаем результат, как показано на рис. 21.8.

Понятно, что одним выделением ячеек польза от макросов не ограничивается.

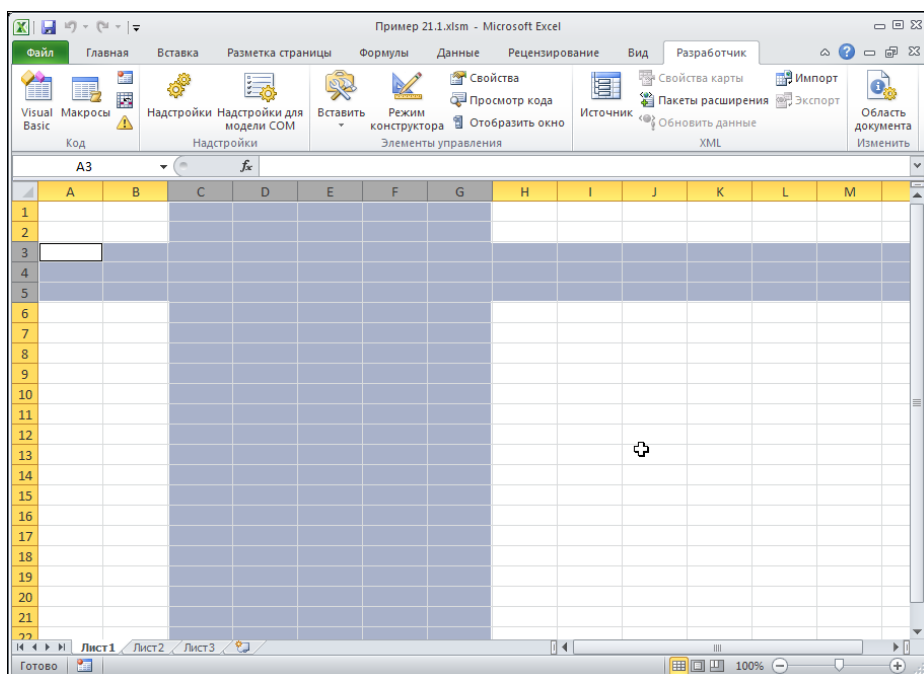


Рис. 21.8. Результат выполнения макроса RangeSelect4()

Пример 21.2. Изменение значений ячеек

Изменение значений ячеек в рабочем документе программными методами является важным, эффективным и элегантным инструментом работы с приложением Excel. Доступ к значению ячейки или диапазона может быть получен через свойство Value. Для начала рассмотрим простой макрос, работа которого будет состоять в том, что значение активной на момент запуска макроса ячейки будет устанавливаться равным единице. Программный код макроса SetValue() приведен в листинге 21.5.

Листинг 21.5. Код макроса SetValue()

```
Public Sub SetValue()  
    ActiveCell.Value = 1  
End Sub
```

Код состоит всего из одной команды ActiveCell.Value = 1, которой свойству Value активной ячейки ActiveCell присваивается значение 1. Чтобы присвоить значение выделенному на момент запуска макроса диапазону ячеек, используем ссылку Selection.Value. В листинге 21.6 приведен код макроса SetValue2(), которым единичное значение присваивается всем ячейкам выделенного диапазона (и не только).

Листинг 21.6. Код макроса SetValue2()

```
Public Sub SetValue2()  
    Selection.Value = 1  
End Sub
```

Дело в том, что если выделить диапазон ячеек и запустить макрос SetValue(), единичное значение будет присвоено только левой верхней ячейке диапазона. При использовании макроса SetValue2() единицами заполняется весь диапазон. На рис. 21.9 показан документ с несколькими выделенными диапазонами перед запуском макроса SetValue2().

В результате выполнения макроса документ примет вид, как на рис. 21.10.

Более замысловатым является макрос SetValue3(), который заполняет диапазон ячеек C3:D5 значениями, на единицу большими значения в ячейке A1. Код макроса представлен в листинге 21.7.

Листинг 21.7. Код макроса SetValue3()

```
Public Sub SetValue3()  
    Range("C3:D5").Value = Range("A1").Value + 1  
End Sub
```

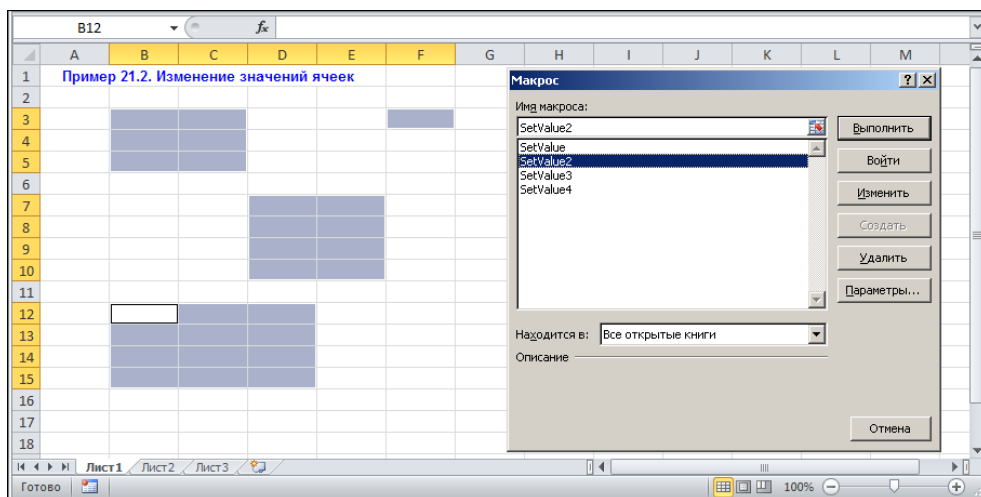


Рис. 21.9. Документ с выделенными диапазонами перед запуском макроса SetValue2()

	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 21.2. Изменение значений ячеек						
2							
3		1	1			1	
4		1	1				
5		1	1				
6							
7				1	1		
8				1	1		
9				1	1		
10				1	1		
11							
12		1	1	1			
13		1	1	1			
14		1	1	1			
15		1	1	1			
16							

Рис. 21.10. В результате выполнения макроса SetValue2() выделенные диапазоны ячеек заполнены единицами

Введем в ячейку **A1** значение **3**, выделим ячейку **A6** и запустим макрос SetValue3() на выполнение (рис. 21.11).

Диапазон ячеек **C3:D5** заполнится значениями **4**, при этом активной остается ячейка **A6** (рис. 21.12).

Таким образом, нам удалось заполнить диапазон ячеек, никак при этом не влияя на активную ячейку.

Значениями ячеек совсем не обязательно должны быть числа. Например, можем в рамках макроса присвоить ячейке или ячейкам текстовые значения. В листинге 21.8 приведен код макроса SetValue4().

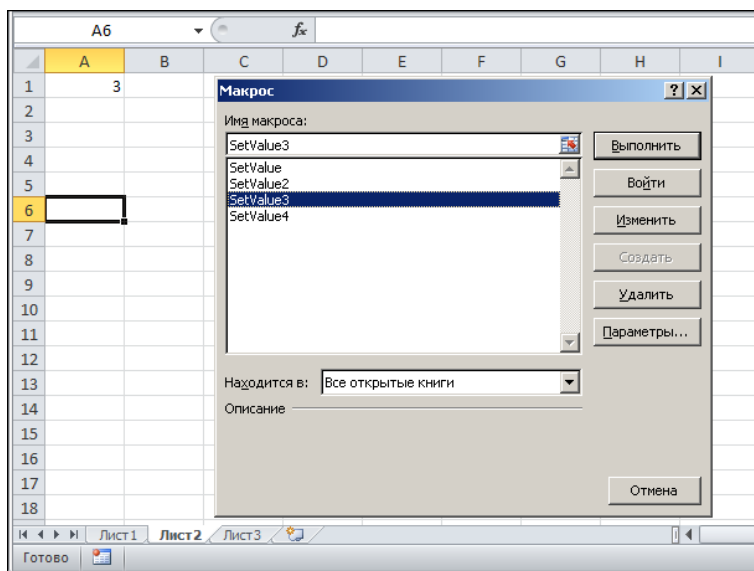


Рис. 21.11. Документ перед запуском макроса SetValue3()

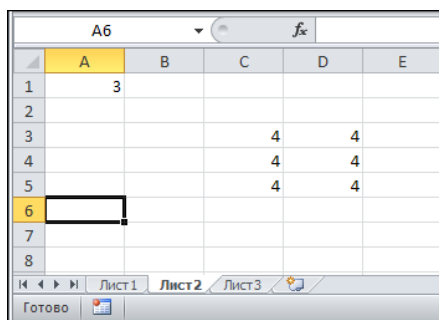


Рис. 21.12. Результат выполнения макроса SetValue3()

Листинг 21.8. Код макроса SetValue4()

```
Public Sub SetValue4()  
    ActiveCell.Offset(1, 0).Value = "Юг"  
    ActiveCell.Offset(0, 1).Value = "Восток"  
    ActiveCell.Offset(-1, 0).Value = "Север"  
    ActiveCell.Offset(0, -1).Value = "Запад"  
End Sub
```

Особенностей у макроса две: как отмечалось, значения ячейкам присваиваются текстовые, а также использовано свойство `Offset()`. Свойству передаются два аргумента (отступы вдоль вертикали и вдоль горизонтали). Эти целые числа указы-

вают, на сколько ячеек следует сделать отступ от активной ячейки (или указанной через инструкцию Range) по строкам и столбцам соответственно. Положительные числа означают отступ вниз и влево, а отрицательные — вверх и вправо.

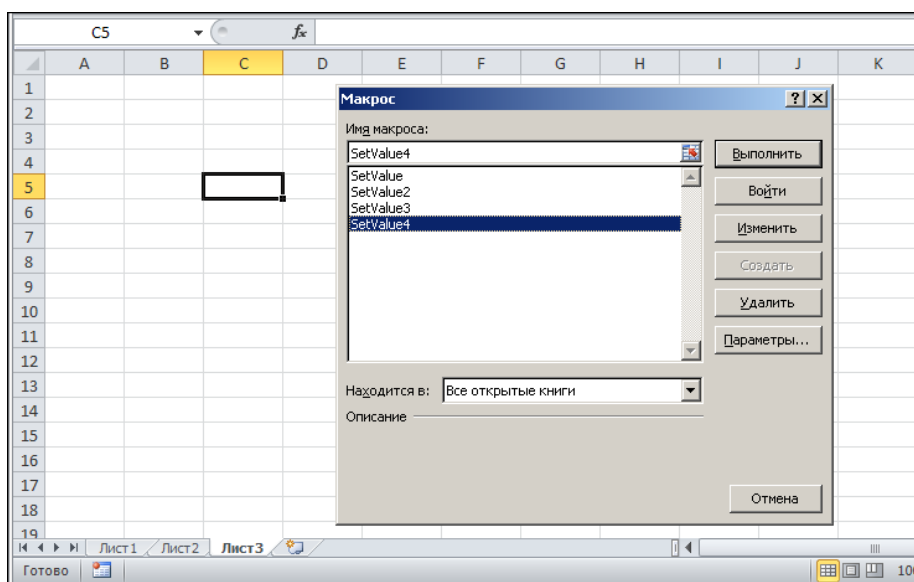


Рис. 21.13. Пустой документ перед запуском макроса SetValue4()

Несложно догадаться, что действие макроса состоит в том, что вокруг активной на момент запуска макроса ячейки отображаются названия сторон света (**Север**, **Юг**, **Восток** и **Запад**). Проиллюстрируем работу макроса. На рис. 21.13 показан документ с активной ячейкой C5.

После выполнения макроса SetValue4() документ будет выглядеть так, как показано на рис. 21.14.

Безусловно, со значениями ячеек можно проделывать и более замысловатые процедуры.

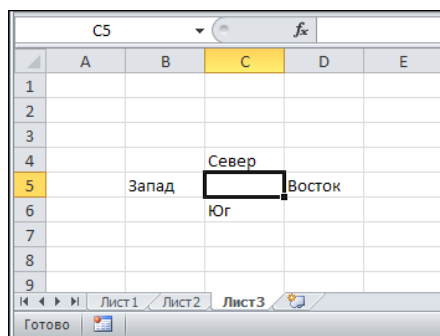


Рис. 21.14. Вокруг активной ячейки отображаются названия сторон света

Пример 21.3. Параметры форматирования ячеек и диапазонов

Программными методами можно выполнять практически любые настройки и задавать свойства объектов в рабочих документах (и не только). Покажем, как средствами VBA определяются некоторые параметры форматирования (как, например, шрифт, размер и цвет).

Для начала рассмотрим исключительно простой макрос, с помощью которого в качестве значения активной ячейки присваивается название шрифта для отображения данных в ячейке. Программный код макроса `Formats()` приведен в листинге 21.9.

Листинг 21.9. Код макроса `Formats()`

```
Public Sub Formats()  
    ActiveCell.Value = ActiveCell.Font.Name  
End Sub
```

Макросом свойству активной ячейки `Value` присваивается значение свойства `Font.Name` (название шрифта ячейки). Установим для ячейки **B3** шрифт **Arial** и запустим макрос на выполнение (рис. 21.15).

В результате значением ячейки **B3** станет название шрифта **Arial** (рис. 21.16).

Несколько видоизменим макрос и сохраним под новым именем `Formats2()`. Код макроса приведен в листинге 21.10.

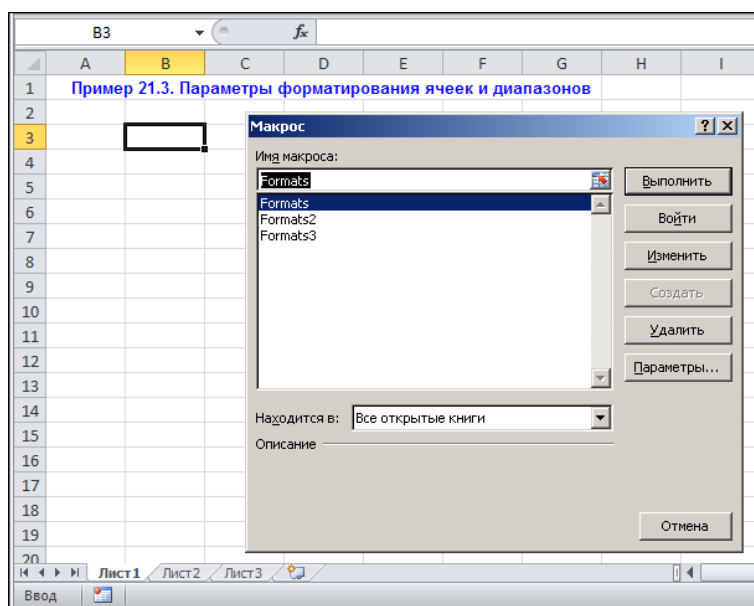
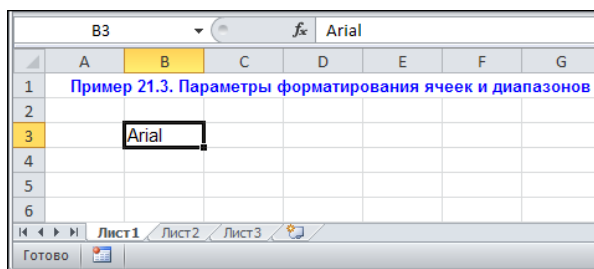


Рис. 21.15. В документе перед запуском макроса `Formats()` выделена ячейка **B3**

Рис. 21.16. Результат выполнения макроса `Formats()`**Листинг 21.10. Код макроса `Formats2()`**

```
Public Sub Formats2()
    With Selection
        .Value = .Font.Name
        .Font.Bold = True
    End With
End Sub
```

По сути, данный макрос от предыдущего отличается тем, что значения ячеек устанавливаются в соответствии с названием шрифта для выделенного диапазона ячеек, а для шрифта задается полужирное начертание (свойству шрифта `Bold` присваивается значение `True`). Для удобства в теле макроса использована конструкция `With ... End With`. После ключевого слова `With` указана ссылка на объект `Selection`. Это позволяет не использовать данную ссылку в последующих инструкциях блока. Другими словами, внутри блока `With` все, что начинается с точки, интерпретируется как ссылка, начинающаяся с инструкции `Selection`.

Протестируем макрос на документе, в котором предварительно в ячейках диапазона **B3:D5** установлены шрифт **Arial** отображения данных. Документ с выделенным диапазоном **B3:D5** показан на рис. 21.17.

Выполнив макрос, получаем документ с диапазоном ячеек, заполненным названием шрифта (рис. 21.18).

Следующий шаг в направлении усложнения программного кода сделан в макросе `Formats3()`, представленном в листинге 21.11.

Листинг 21.11. Код макроса `Formats3()`

```
Public Sub Formats3()
    With Selection
        .ColumnWidth = .ColumnWidth * 1.5
        .RowHeight = .RowHeight + 2
    End With
```

```

With Selection.Font
    .Color = RGB(0, 0, 255)
    .FontStyle = "Bold Italic"
    Selection.Value = .Name & " " & .Size
End With
End Sub

```

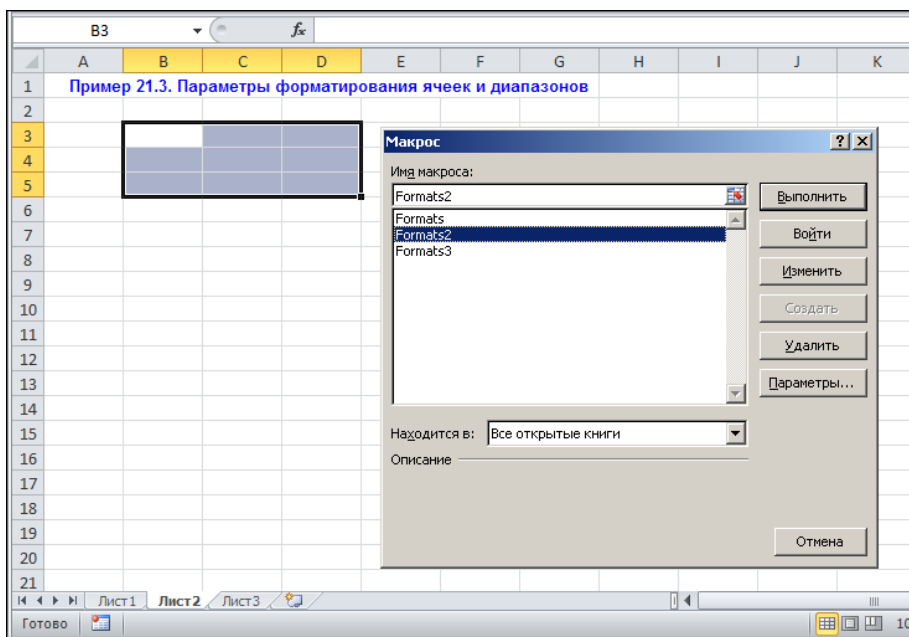


Рис. 21.17. Документ перед выполнением макроса Formats2()

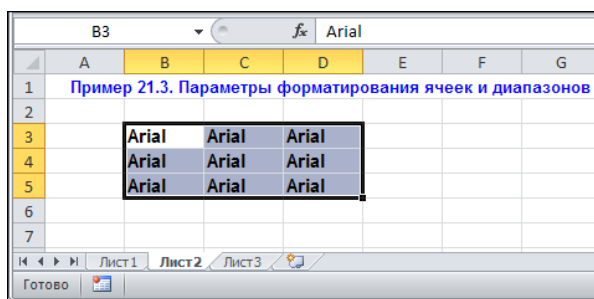


Рис. 21.18. Документ после выполнения макроса Formats2()

Во-первых, макросом изменяются ширина и высота ячеек выделенного диапазона. Ширина ячеек увеличивается в полтора раза с помощью команды `.Columnwidth = .Columnwidth * 1.5` (внутри блока `With Selection`). Высота ячеек увеличивается на две позиции (команда `.RowHeight = .RowHeight + 2` внутри того же блока

with Selection). Далее следует блок With Selection.Font, в котором задаются некоторые настройки шрифта. В частности, задается синий цвет шрифта (использована функция RGB() для генерирования цвета в формате RGB — сокращение от *Red, Green, Blue*, т. е. *красный, синий, зеленый*). Установлен стиль шрифта *полужирный курсив* (команда .FontStyle = "Bold Italic"). Значения ячеек формируются объединением названия шрифта (свойство Name), пробела и размера шрифта (свойство Size). Использован оператор объединения текстовых строк &. Пробел (заклученный в кавычки) необходим для того, чтобы между названием шрифта и размером оставался отступ.

Для проверки корректности работы макроса выделяем диапазон ячеек **B3:D5** и запускаем макрос Formats3() на выполнение (рис. 21.19).

В результате, помимо появившегося текста в ячейках, увеличилась ширина ячеек и высота (рис. 21.20).

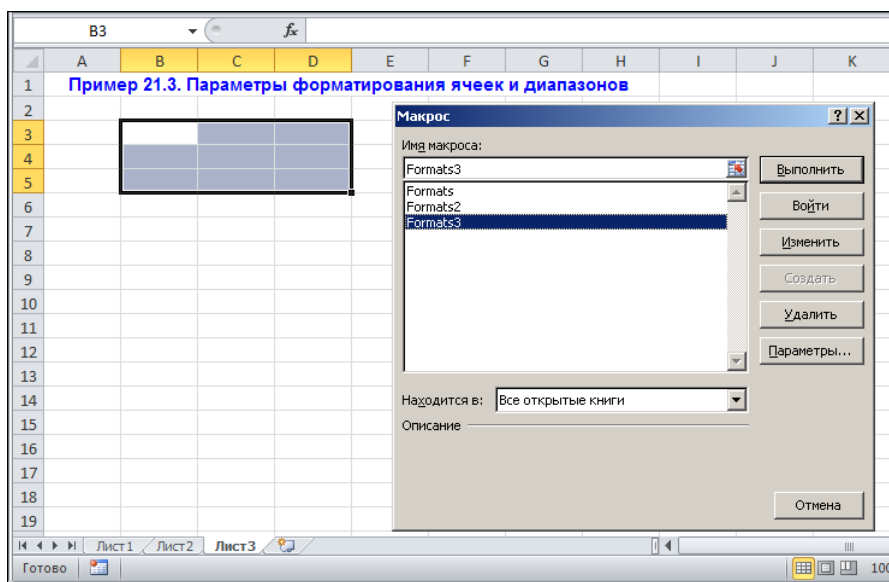


Рис. 21.19. Документ перед запуском макроса Formats3()

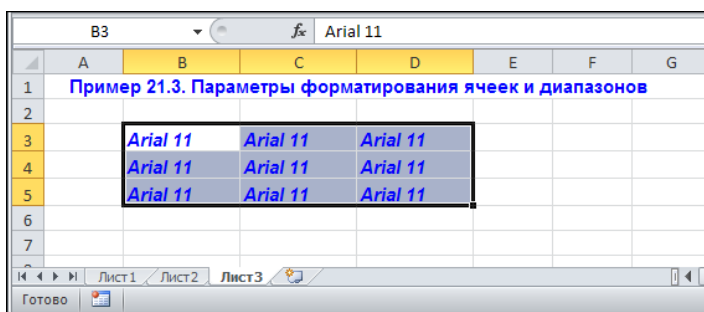


Рис. 21.20. Документ после запуска макроса Formats3()

Если при том же выделенном диапазоне запустить макрос на выполнение еще раз, то ширина и высота ячеек еще увеличится.

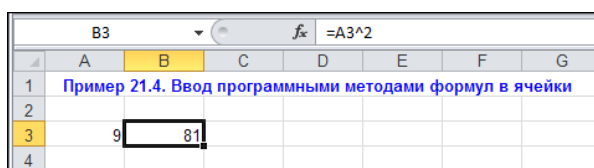
Пример 21.4. Ввод программными методами формул в ячейки

Нередко возникает необходимость внести в ячейку рабочего документа формулу, а не просто некое значение. В Excel это достаточно тривиальная задача. Ее решение подразумевает обращение к свойству `Formula` объекта `Range`. Например, чтобы ввести в ячейку **B3** формулу $=A3^2$, используем в программном коде инструкцию `Range("B3").Formula = "=A3^2"`. Эта команда формирует программный код макроса `CellFormula()`, представленного в листинге 21.12.

Листинг 21.12. Код макроса `CellFormula()`

```
Public Sub CellFormula()  
    Range("B3").Formula = "=A3^2"  
End Sub
```

Для проверки работы макроса вводим в ячейку **A3** значение **3**, после чего запускаем макрос `CellFormula()`. Результат показан на рис. 21.21.



	A	B	C	D	E	F	G
1		Пример 21.4. Ввод программными методами формул в ячейки					
2							
3	9	81					
4							

Рис. 21.21. Результат выполнения макроса `CellFormula()`

В ячейку **B3** введена формула $=A3^2$, и по ней вычислено значение. Таким же образом ячейки заполняются формулами с встроенными функциями Excel. Например, командой `Range("B4").Formula = "=SIN(A4)"` в ячейку **B4** вводится формула $=\text{SIN}(A4)$. Код соответствующего макроса приведен в листинге 21.13.

Листинг 21.13. Код макроса `CellFormula2()`

```
Public Sub CellFormula2()  
    Range("B4").Formula = "=SIN(A4)"  
End Sub
```

Результат выполнения макроса показан на рис. 21.22. При этом предварительно в ячейку **A4** введено значение $=\pi/6$.

Если выполнить этот макрос, в ячейки **C3:C5** будет введена формула массива **=TAN(B3:B5)**, как это показано на рис. 21.24.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 21.4. Ввод программными методами формул в ячейки						
2							
3		9	81	-0,81099			
4	0,523599	0,5	0,546302				
5		91,0236	-0,08278				
6							
7							

Рис. 21.24. Результат выполнения макроса `CellFormula4()`

Во всех предыдущих случаях использовались абсолютные ссылки. На практике это не всегда приемлемо и удобно. Формула с относительными ссылками вводится через свойство `FormulaR1C1`. В листинге 21.16 приведен код макроса, которым в активную ячейку вводится формула, согласно которой значение ячейки вычисляется как единица, деленная на сумму единицы и значения соседней ячейки слева сверху от активной.

Листинг 21.16. Код макроса `CellFormula5()`

```
Public Sub CellFormula5()
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=1/(1+R[-1]C[-1])"
End Sub
```

	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 21.4. Ввод программными методами формул в ячейки						
2							
3		9	81	-0,81099			
4	0,523599	0,5	0,546302				
5		91,0236	-0,08278				
6			0,010867				
7							

Рис. 21.25. Результат выполнения макроса `CellFormula5()`

Относительная ссылка на ячейку вводится в формате `R1C1`. Результат выполнения макроса показан на рис. 21.25.

Перед запуском макроса активной была ячейка **C6**. После выполнения макроса в эту ячейку введена формула **=1/(1+B5)**. Для ввода формул с относительными ссылками с русскоязычным синтаксисом используют свойство `FormulaR1C1Local`.

Пример 21.5. Использование встроенных функций Excel

В VBA достаточно много встроенных функций, но, несмотря на это, эффективным представляется использование в программном коде и встроенных функций Excel. Функции приложения Excel выступают в этом случае методами объекта Application. Причем в русскоязычной версии приложения в коде VBA указываются англоязычные названия функций.

Создадим макрос, с помощью которого будет вычисляться сумма значений ячеек диапазона, выделенного на момент запуска макроса. Для вычисления суммы значений ячеек воспользуемся встроенной функцией Excel `СУММ()` (англоязычный вариант — функция `SUM()`). Назовем этот макрос `ExcelFunc()`. Программный код макроса приведен в листинге 21.17.

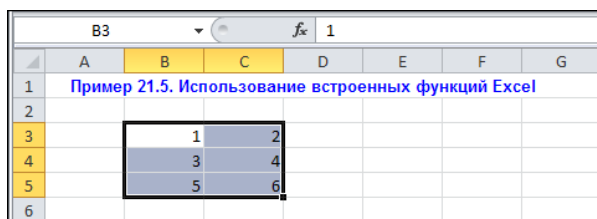
Листинг 21.17. Код макроса `ExcelFunc()`

```
Public Sub ExcelFunc()  
    Dim S As Range  
    Dim i As Integer  
    Set S = Selection  
    i = S.Rows.Count  
    Selection.Offset(i, 0).Range("A1").Value = Application.Sum(S)  
End Sub
```

В макросе объявляются две переменные: переменная `i` целочисленного типа `Integer` и переменная `S` объектного типа `Range` для записи в нее объекта *выделенный диапазон*. Именно это делается с помощью команды `Set S = Selection`. Свойством `Selection` возвращается выделенный диапазон ячеек или активная ячейка. Инструкцией `S.Rows.Count` возвращается количество строк в выделенном диапазоне, и это число присваивается в качестве значения переменной `i`. Для выделения ячейки, расположенной под выделенным диапазоном, используется свойство `Offset(i, 0)`, где по строкам отступ равен `i` строкам от верхней левой ячейки диапазона, а по столбцам отступ равен `0`. Свойством `Range("A1")` задаются через аргумент `A1` размеры диапазона (одна ячейка), а значение (свойство `Value`) устанавливается равным сумме ячеек диапазона, записанного в переменную `S`. Сумма вычисляется с помощью встроенной функции Excel. Для доступа к ней указана инструкция `Application.Sum(S)`, а аргументом функции указана переменная `S` (т. е. диапазон, для которого вычисляется сумма значений ячеек).

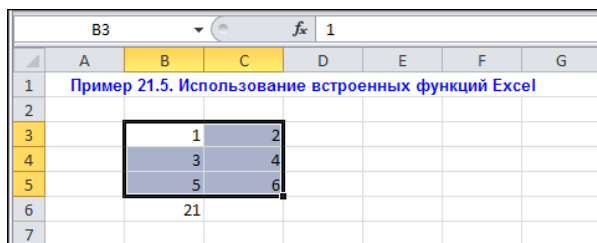
На рис. 21.26 числовыми значениями заполнен и выделен диапазон ячеек **B3:C5**.

После запуска созданного макроса получаем результат, как на рис. 21.27.



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

Рис. 21.26. Документ перед выполнением макроса ExcelFunc()



	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3		1	2				
4		3	4				
5		5	6				
6		21					
7							

Рис. 21.27. Результат выполнения макроса ExcelFunc()

Сумма вычислена корректно и размещена в ячейке под выделенным диапазоном. При этом выделение с диапазона не снимается, а в заполняемую ячейку вводится число, но не формула.

Пример 21.6. Условные операторы и операторы цикла

Любая более или менее серьезная программа подразумевает использование управляющих инструкций, среди которых особое место занимают условные операторы и операторы циклов. Здесь рассмотрим особенности применения таких операторов.

Общий принцип действия условного оператора следующий: проверяется условие и, если оно истинно, выполняется последовательность операций. Можно также определить последовательность действий на случай, если проверяемое условие ложно.

Оператор цикла позволяет выполнять последовательности однотипных действий. Создадим с помощью оператора цикла For макрос, которым ячейки документа заполняются числами Фибоначчи. Напомним, что числами Фибоначчи называют последовательность натуральных чисел, первые два из которых равны единице, а каждое последующее число равно сумме двух предыдущих. В этот же оператор добавим условный оператор, с помощью которого обеспечим необходимость того, чтобы числами ячейки заполнялись только в случае, если в активную ячейку введено число, большее двух. В VBA существует условный оператор If ... Then ... Else, с помощью которого реализуется означенный алгоритм. Программный код указанного макроса Fibon() приведен в листинге 21.18.

Листинг 21.18. Программный код макроса Fibon()

```
Public Sub Fibon()  
    Dim N As Integer  
    Dim i As Integer  
    Dim a As Integer  
    Dim b As Integer  
    N = ActiveCell.Value  
    If N < 2 Then  
        MsgBox Prompt:="Указано неверное значение!", Title:="Ошибка!"  
    Else  
        a = 1  
        ActiveCell.Offset(1, -1).Value = 1  
        ActiveCell.Offset(1, 0).Value = a  
        b = 1  
        For i = 2 To N  
            ActiveCell.Offset(i, -1).Value = i  
            ActiveCell.Offset(i, 0).Value = b  
            b = b + a  
            a = b - a  
        Next i  
    End If  
End Sub
```

Вначале вводятся четыре целочисленных значения: N для записи значения активной ячейки, i в качестве индексной переменной, a также a и b для записи последнего и предпоследнего чисел Фибоначчи.

Переменная N командой N=ActiveCell.Value инициализируется со значением, равным значению активной ячейки. В условном операторе после ключевого слова If проверяется условие N<2. Если условие истинно, то выполняется оператор, указанный после ключевого слова Then. В данном случае выводится окно сообщения. Для отображения окна используем команду MsgBox, текст сообщения определяется аргументом Prompt:="Указано неверное значение!", а заголовок окна задается аргументом Title:="Ошибка!". При невыполнении условия выполняются операторы в блоке, начинающемся ключевым словом Else. Этот блок, в свою очередь, начинается с инициализации значения a=1 (первое число Фибоначчи), после чего командами ActiveCell.Offset(1, -1).Value=1 и ActiveCell.Offset(1, 0).Value=a в ячейку снизу слева от активной вводится значение 1 (номер числа Фибоначчи), а в ячейку под активной вводится первое число Фибоначчи (переменная a).

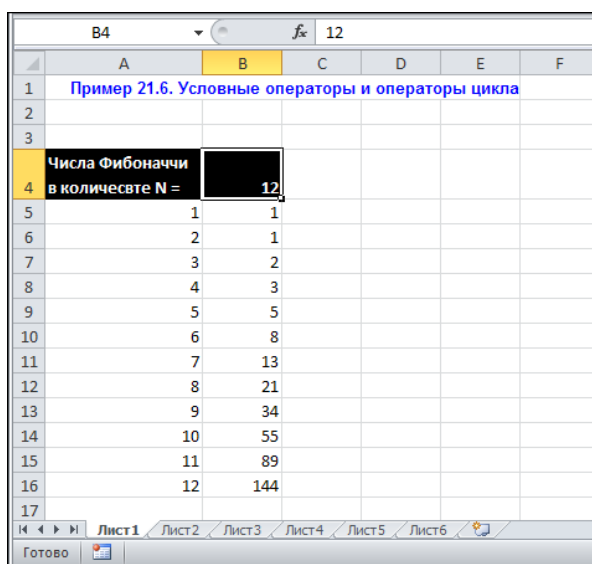
Второе число Фибоначчи заносится в переменную b (команда b=1). Далее следует оператор цикла. Инструкцией For i=2 To N устанавливается диапазон изменения индексной переменной цикла i от 2 до N. Далее в ячейки столбика слева вводятся

номера чисел Фибоначчи (команда `ActiveCell.Offset(i, -1).Value=i`), а в ячейки под активной — сами числа (команда `ActiveCell.Offset(i, 0).Value=b`). С помощью команд `b=b+a` и `a=b-a` определяется новое число Фибоначчи, а предыдущее записывается в переменную `a`. Заканчивается оператор цикла инструкцией `Next i`. Инструкция `End If` является признаком окончания условного оператора.

Пример использования созданного макроса приведен на рис. 21.28.

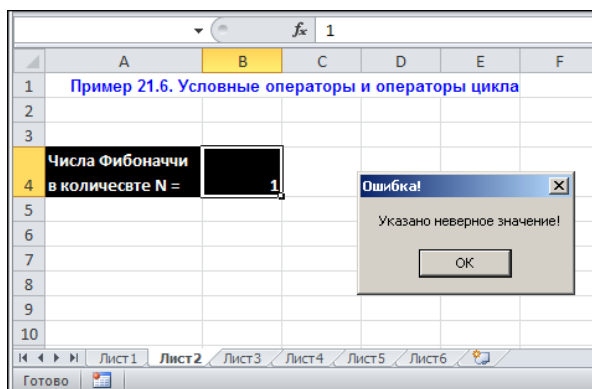
Перед выполнением макроса была выделена ячейка **B4** со значением **12**. В результате внизу под этой ячейкой выведены 12 чисел Фибоначчи. Если в активной ячейке число, меньшее 2, как на рис. 21.29, результат будет совершенно иным.

В этом случае появляется сообщение о том, что значение в ячейке следует изменить.



	A	B	C	D	E	F
1	Пример 21.6. Условные операторы и операторы цикла					
2						
3						
4	Числа Фибоначчи в количестве N =	12				
5		1	1			
6		2	1			
7		3	2			
8		4	3			
9		5	5			
10		6	8			
11		7	13			
12		8	21			
13		9	34			
14		10	55			
15		11	89			
16		12	144			
17						

Рис. 21.28. Ячейки заполнены числами Фибоначчи



	A	B	C	D	E	F
1	Пример 21.6. Условные операторы и операторы цикла					
2						
3						
4	Числа Фибоначчи в количестве N =	1				
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Ошибка!

Указано неверное значение!

ОК

Рис. 21.29. Неверно указано значение ячейки

Созданный макрос имеет ряд недостатков, основными среди которых можно назвать некорректную обработку ситуаций, когда активная ячейка содержит нечисловое значение. Неплохо было бы также, чтобы можно было выводить и одно число Фибоначчи (когда в активной ячейке значение равно единице).

Программный код нового макроса `Fibon2()` приведен в листинге 21.19.

Листинг 21.19. Программный код макроса `Fibon2()`

```
Public Sub Fibon2()  
    Dim N As Integer  
    Dim i As Integer  
    Dim a As Integer  
    Dim b As Integer  
    If Not IsNumeric(ActiveCell.Value) Then  
        MsgBox Prompt:="Должно быть указано число!", _  
            Buttons:=vbCritical, Title:="Ошибка!"  
    Exit Sub  
End If  
N = ActiveCell.Value  
Select Case N  
    Case Is < 1  
        MsgBox Prompt:="Указано неверное число!", _  
            Buttons:=vbInformation, Title:="Внимание!"  
    Case Is = 1  
        ActiveCell.Offset(1, -1).Value = 1  
        ActiveCell.Offset(1, 0).Value = 1  
    Case Else  
        ActiveCell.Offset(1, -1).Value = 1  
        ActiveCell.Offset(1, 0).Value = 1  
        a = 1  
        b = 1  
        i = 2  
        Do While i <= N  
            ActiveCell.Offset(i, -1).Value = i  
            ActiveCell.Offset(i, 0).Value = b  
            b = b + a  
            a = b - a  
            i = i + 1  
        Loop  
    End Select  
End Sub
```

В начале макроса выполняется условный оператор, в котором проверяется условие того, что значение в активной ячейке является числовым. Для этого использована встроенная функция `IsNumeric()`. Если выражение, указанное аргументом функции, является числовым значением, возвращается значение `True` (в противном случае результатом функции является `False`). Поскольку перед функцией указана инструкция отрицания `Not`, блок условного оператора выполняется при нечисловом значении активной ячейки. Блок состоит из двух операторов. Первым выводится сообщение о том, что следует ввести числовое значение в активную ячейку. В инструкции `MsgBox` использован аргумент `Buttons:=vbCritical`, которым устанавливается тип окна сообщения с пиктограммой ошибки. Вторая команда — завершение процедуры `Exit Sub`. Альтернативная ветка `Else` в данном случае не используется.

В операторе `Select Case` проверяются значения переменной `N` (значение активной ячейки). Для случая, если это значение меньше единицы (условие `Is<1`), выводится специальное информационное сообщение (использован аргумент `Buttons:=vbInformation` для инструкции `MsgBox`). Для случая, если значение активной ячейки равно единице (условие `Is=1`), выводится одно число Фибоначчи. В прочих случаях выполняется блок команд `Case Else`. В этом блоке оператор цикла `For` заменен на оператор цикла `Do While ... Loop`. Команды, размещенные в этом операторе, выполняются до тех пор, пока выполнено условие, указанное после ключевого слова `While`.

Результат вызова макроса `Fibon2()` при числовом, но некорректном значении в активной ячейке показан на рис. 21.30.

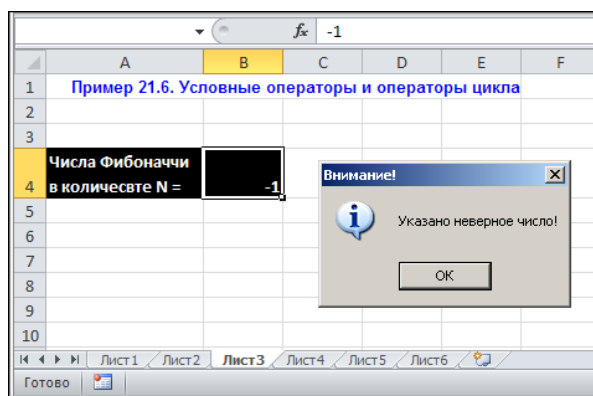


Рис. 21.30. Попытка вычисления чисел Фибоначчи при неверно указанном значении в активной ячейке

Выводится сообщение с предупреждением, что число указано неверно. Если ввести единицу и запустить макрос, будет выведено первое число Фибоначчи (рис. 21.31).

Нет проблем и с вычислением большого количества чисел Фибоначчи, как на рис. 21.32. Но если активная на момент выполнения макроса ячейка содержит текст, сообщение выглядит достаточно угрожающе (рис. 21.33).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 21.6. Условные операторы и операторы цикла					
2						
3						
4	Числа Фибоначчи	в количестве N =	1			
5		1	1			
6						
7						

The formula bar shows the value 1. The sheet tab at the bottom is 'Лист1'.

Рис. 21.31. Первое число Фибоначчи

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 21.6. Условные операторы и операторы цикла					
2						
3						
4	Числа Фибоначчи	в количестве N =	6			
5		1	1			
6		2	1			
7		3	2			
8		4	3			
9		5	5			
10		6	8			
11						

The formula bar shows the value 6. The sheet tab at the bottom is 'Лист1'.

Рис. 21.32. Шесть чисел Фибоначчи

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

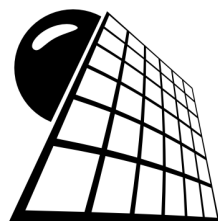
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 21.6. Условные операторы и операторы цикла					
2						
3						
4	Числа Фибоначчи	в количестве N =	текст			
5						
6						
7						
8						
9						
10						

An error dialog box is displayed with the text: "Ошибка! Должно быть указано число!" (Error! A number must be specified!). The sheet tab at the bottom is 'Лист1'.

Рис. 21.33. В активной ячейке текстовое значение

Значения чисел Фибоначчи достаточно быстро растут с увеличением их порядкового номера. Поэтому созданные макросы могут использоваться для заполнения ячеек числами фактически из первого десятка. Если указать слишком большое число в ячейке, может произойти ошибка, связанная с выходом за пределы допустимого диапазона целочисленных значений в VBA. Одним из решений может быть использование более подходящих типов данных (например, Double).

Глава 22



Редактор VBA

Для работы с программными кодами используют специальный редактор. В этой главе приведены примеры, иллюстрирующие методы работы с редактором VBA. К работе с редактором VBA отнесены такие вопросы, как добавление форм и модулей к проекту, компиляция программных кодов, отслеживание ошибок и пр.

Пример 22.1. Отображение вспомогательных окон и панелей инструментов

Для запуска редактора VBA можно в окне приложения Excel на вкладке **Разработчик** в разделе **Код** воспользоваться пиктограммой **Visual Basic** (комбинация клавиш <Alt>+<F11>). Рабочее окно редактора VBA, открывающегося в этом случае, показано на рис. 22.1.

Напомним также, что вкладка **Разработчик** ленты доступна только в том случае, если в окне настроек **Параметры Excel** в разделе **Настройка ленты** в одноименном списке установлен флажок для вкладки **Разработчик**.

Окно редактора VBA достаточно стереотипно. В верхней его части находится панель меню, а под ней — панель инструментов. В основной рабочей части окна может отображаться несколько вспомогательных окон, таких как окно проекта **Project** и окно свойств **Properties** (оба эти окна представлены на рис. 22.1). Это достаточно полезные и важные окна. В окне **Project** отображаются активные на данный момент проекты (представлены каталогами) и объекты этих проектов (представлены как элементы и подкаталоги каталогов проектов). Свойства выбранных в этом окне элементов отображаются и настраиваются в окне **Properties**.

Окна **Project** и **Properties** не обязательно должны отображаться в левой части окна редактора VBA. Окна свободно перемещаются как в пределах рабочего окна VBA, так и за его пределы (рис. 22.2).

Однако удобнее окна смещать к границам рабочего окна редактора VBA. В этом случае они автоматически прикрепляются к соответствующим границам, что впоследствии позволяет перемещать их синхронно с перемещением главного окна редактора VBA. На рис. 22.3 одно из окон перемещено к правой границе окна, а другое находится внизу.

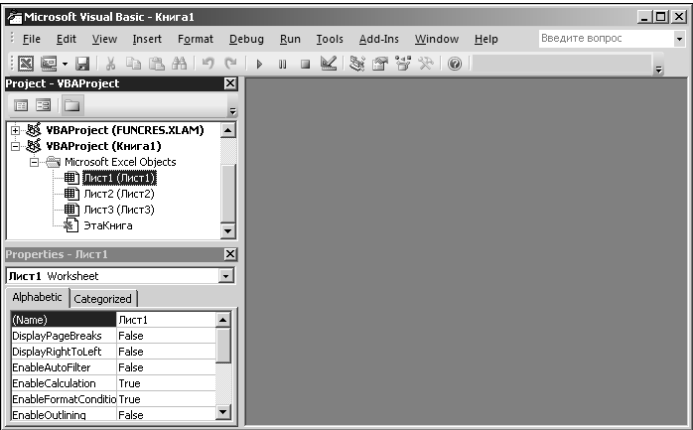


Рис. 22.1. Окно редактора VBA

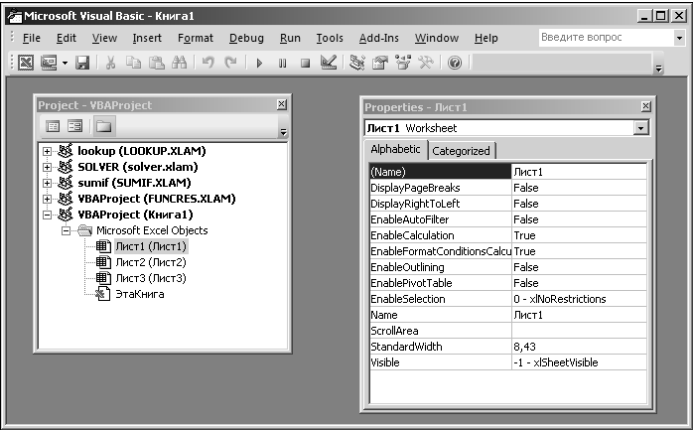


Рис. 22.2. Вспомогательные окна Project и Properties могут перемещаться

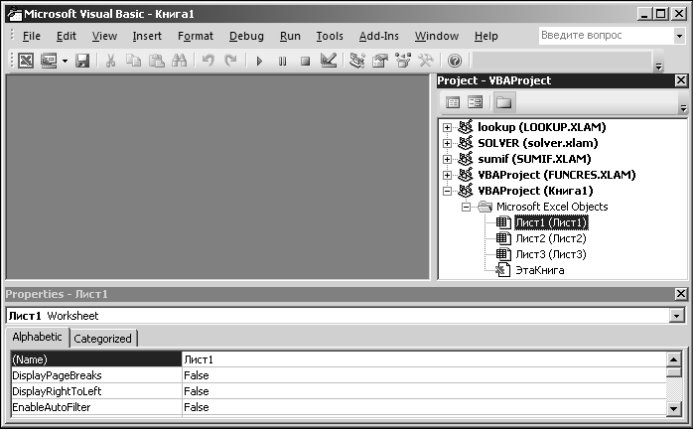


Рис. 22.3. Окна Project и Properties размещены по краям окна редактора VBA

Окна можно совсем убрать, щелкнув на стандартной пиктограмме с крестом в правом углу в строке заголовка вспомогательного окна. Такая ситуация проиллюстрирована на рис. 22.4.

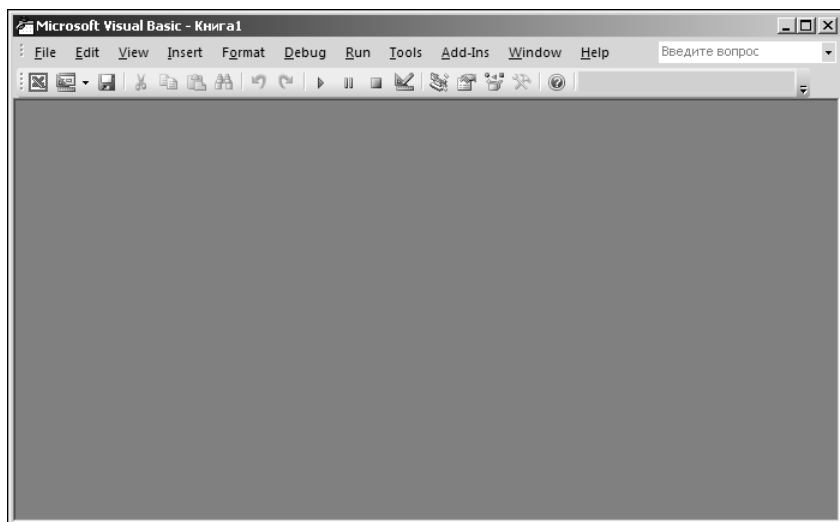


Рис. 22.4. Окна **Project** и **Properties** скрыты

Правда, целесообразность такого шага достаточно сомнительна. Вернуть окна на место можно, воспользовавшись командами **Project Explorer** и **Properties Window** в меню **View** (рис. 22.5).

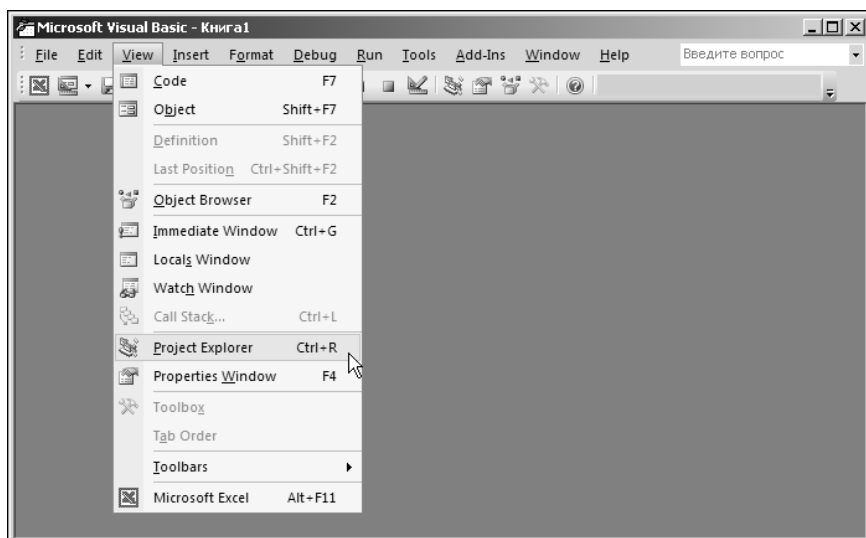


Рис. 22.5. Отображение вспомогательного окна свойств **Project Explorer**

Практически так же добавляются дополнительные панели инструментов. Для этого открывают подменю **View | Toolbars**, в котором выбирают название панели: панель редактирования **Edit**, панель отладки **Debug** или панель для работы с формами **UserForm** (если не считать стандартной отображаемой по умолчанию панели **Standard**). Процесс выбора команды **View | Toolbars | Edit** проиллюстрирован на рис. 22.6.

Все три упомянутые панели отображены на рис. 22.7.

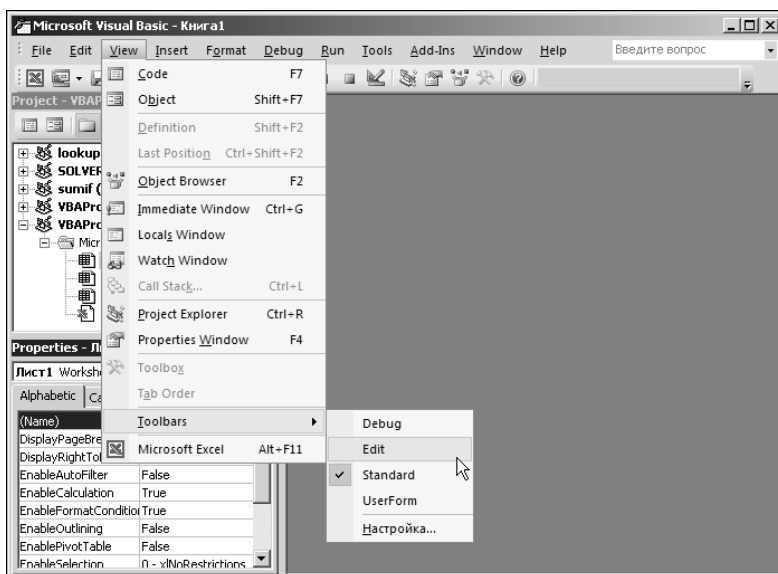


Рис. 22.6. Отображение панели инструментов Edit

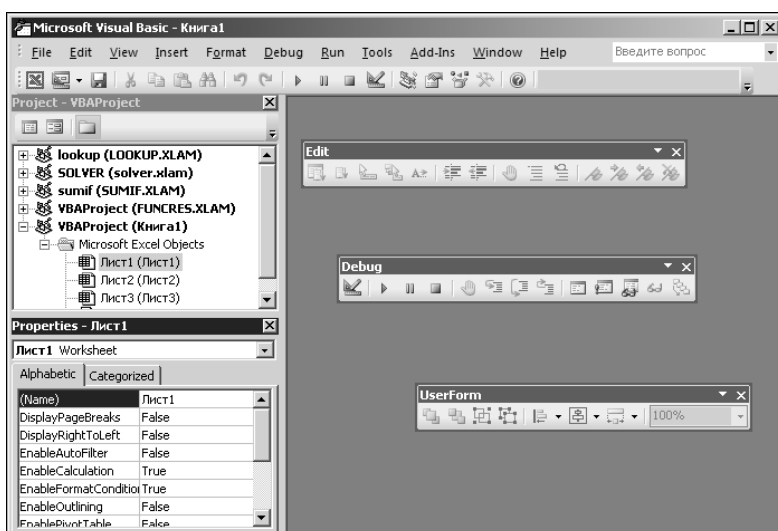


Рис. 22.7. В окне редактора VBA отображены панели инструментов Edit, Debug и UserForm

Как и вспомогательные окна, панели лучше размещать вдоль границ рабочего окна. На рис. 22.8 именно это и сделано.

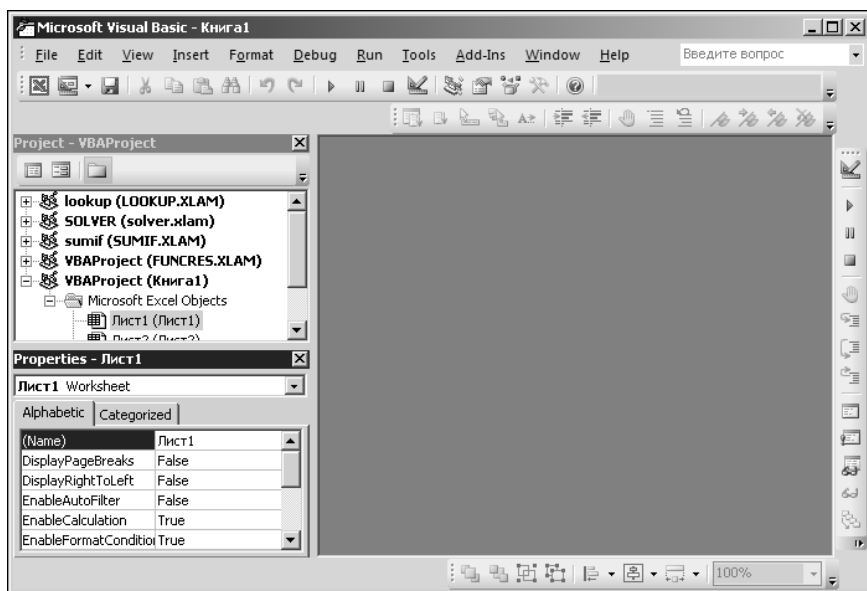


Рис. 22.8. Панели инструментов **Edit**, **Debug** и **UserForm** размещены вдоль границ рабочего окна VBA

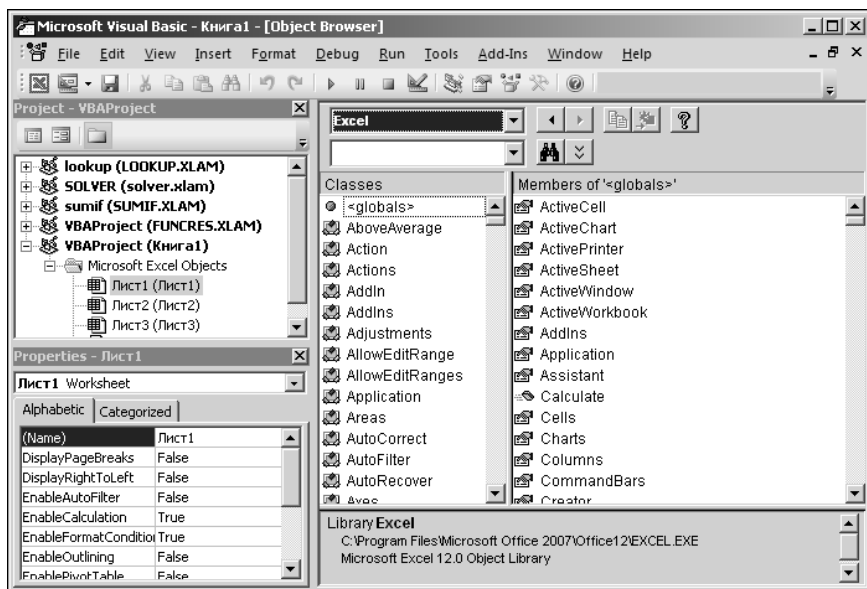


Рис. 22.9. В окне редактора VBA отображается вспомогательное окно браузера объектов **Object Browser**

Есть еще одна очень полезная утилита, использование которой существенно облегчает работу с программными кодами. Это браузер объектов **Object Browser**. Для его активизации выбирают команду **View | Object Browser**. Окно редактора VBA с отображенным в нем браузером объектов показано на рис. 22.9.

В браузере можно просматривать классы объектов вместе с их свойствами, что весьма полезно, особенно при создании больших проектов.

Помимо этих вспомогательных окон, существует еще несколько. Они используются при отслеживании и отладке программных кодов, поэтому методы работы с окнами описываются в примерах, посвященных компиляции кодов и поиску ошибок.

Пример 22.2. Вставка модулей и форм

Создаваемые пользователем макросы и функции удобно размещать в отдельных модулях. Однако предварительно модуль, который планируется использовать для записи подпрограмм пользователя, следует добавить в проект. С этой целью применяют команду **Insert | Module** (рис. 22.10).

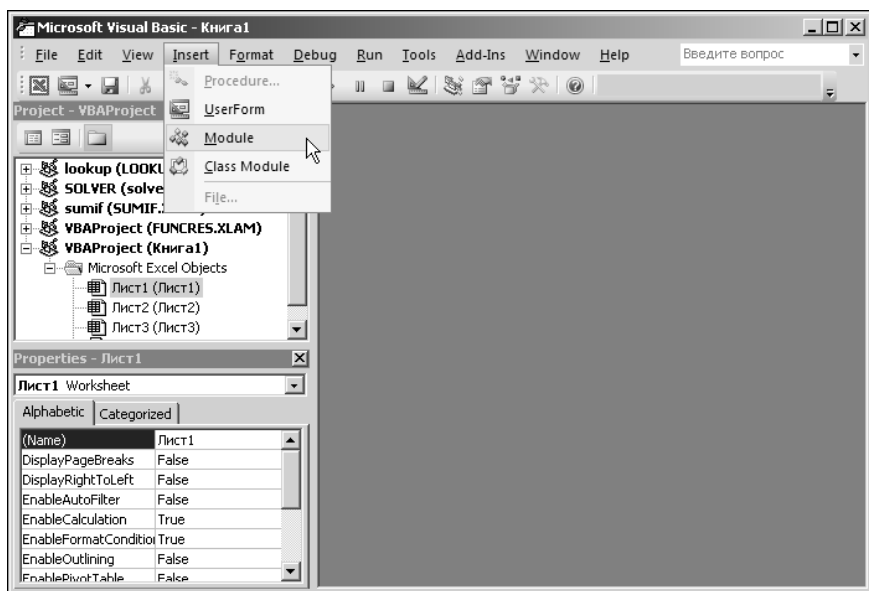


Рис. 22.10. Добавление модуля в проект с помощью команды меню

В результате в проект добавляется новый модуль, в котором впоследствии можно определять всевозможные утилиты пользователя. Проект со вновь добавленным модулем показан на рис. 22.11.

По умолчанию модуль представлен пустым окном в редакторе VBA, а в окне проекта **Project** появляется элемент нового модуля. Чтобы сделать модуль активным, на этом элементе необходимо выполнить двойной щелчок мышью.

Практически так же в проект добавляются новые формы. Полезной в этом случае окажется команда **Insert | UserForm** (рис. 22.12).

Проект с формой пользователя показан на рис. 22.13.

Как и в случае с модулем, в окне проекта отображается элемент формы. Для активизации формы в главном окне редактора VBA простого щелчка мышью на элементе формы в окне проекта недостаточно — используем двойной щелчок.

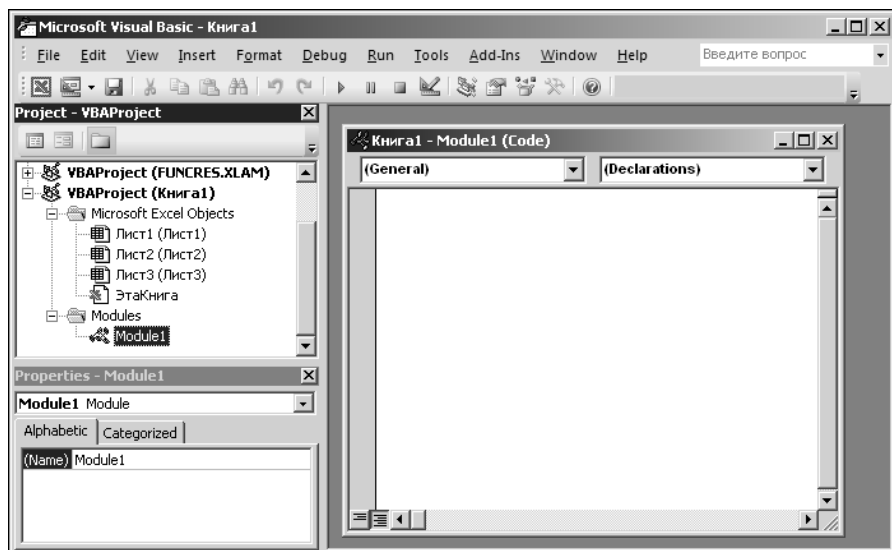


Рис. 22.11. В проект добавлен модуль

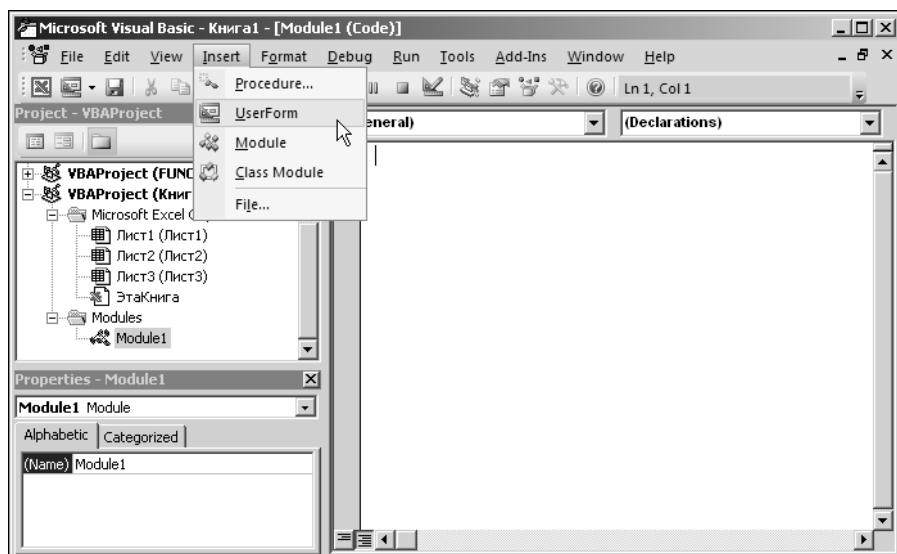


Рис. 22.12. Добавление новой формы в проект

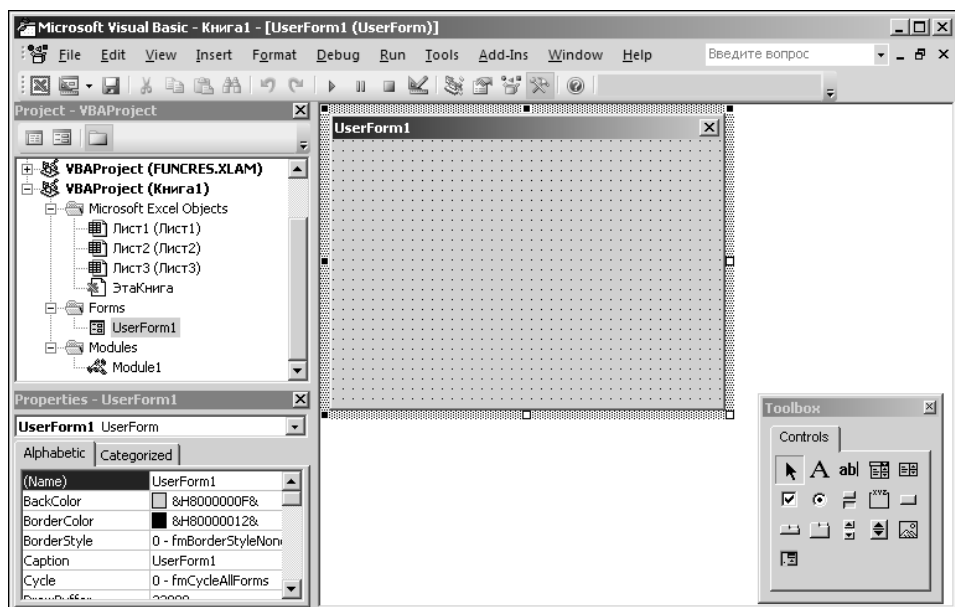


Рис. 22.13. В проект добавлена новая форма

Пример 22.3. Окно проекта

Окно проекта само по себе является достаточно полезным и эффективным элементом управления проектом. Оно показано на рис. 22.14.

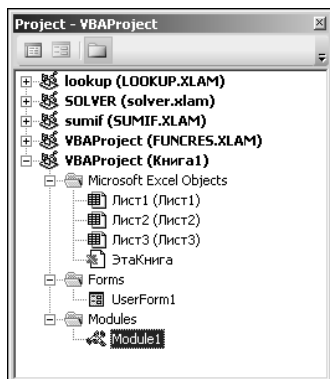


Рис. 22.14. Окно проекта Project

Окно содержит список открытых проектов. Для работы с тем или иным проектом следует щелкнуть на пиктограмме слева от его названия (если раздел проекта свернут). При развернутом разделе проекта можно выбирать и просматривать объекты

проекта и относящийся к ним программный код. Простое выделение объекта приводит лишь к тому, что его свойства отображаются в окне свойств **Properties**. Для того чтобы перейти к программному коду объекта, необходимо выполнить двойной щелчок мышью на названии этого объекта в окне проекта.

На панели окна проекта есть три пиктограммы, назначение которых описано в табл. 22.1.

Таблица 22.1. Назначение пиктограмм окна проекта

Пиктограмма	Назначение
	Просмотр программного кода объекта, выделенного в окне проекта
	Переход к объекту, выделенному в окне проекта
	Переход в режим и выход из режима отображения дополнительных папок для объектов-контейнеров в окне проекта

Помимо рабочих проектов пользователя в окне проекта отображаются также названия подключенных надстроек. К сожалению (или к счастью), не ко всем этим надстройкам имеется доступ.

Пример 22.4. Окно свойств

Окно свойств достаточно часто используется при работе с формами. С его помощью быстро и эффективно решается ряд задач, в основном касающихся определения начальных или статических свойств, используемых в проекте объектов. Здесь кратко остановимся на методах работы с этим окном.

Представленное на рис. 22.15 окно свойств содержит в верхней части раскрывающийся список, а основная часть окна состоит из двух вкладок, каждая из которых представляет собой список пар свойств и значений.

Фактическое содержание окна свойств существенно зависит от того, какой объект выбран в окне проекта. Имя этого объекта отображается в списке. Если объект содержит подобъекты, их можно выбрать не только в окне проекта, но и в указанном раскрывающемся списке в окне свойств.

Что касается вкладок, то содержание их идентично. Разница только в способе группировки свойств объектов. На вкладке **Alphabetic** используется группировка по алфавиту, в то время как на вкладке **Categorized** свойства разбиты на тематические группы.

Окно свойств, как несложно догадаться, предназначено для работы со свойствами. Какие конкретно поля представлены в окне свойств, определяется выбранным объектом. Многие свойства являются достаточно общими для большого числа объектов, другие уникальны. Для изменения свойств объекта необходимо выделить в окне свойств поле изменяемого свойства, как это показано на рис. 22.16.

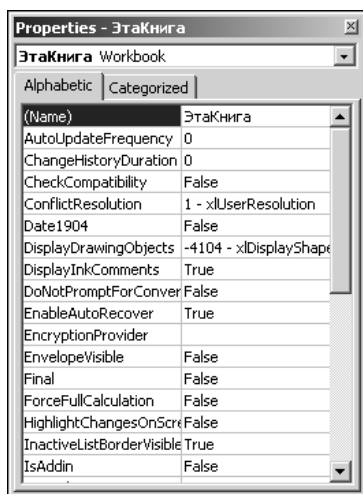
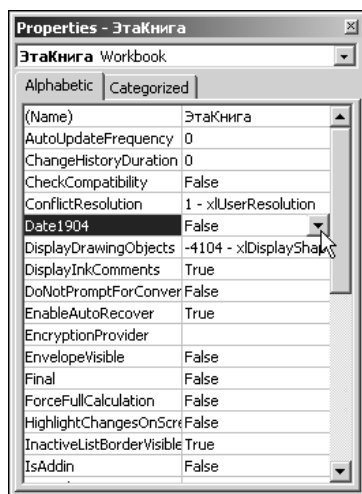
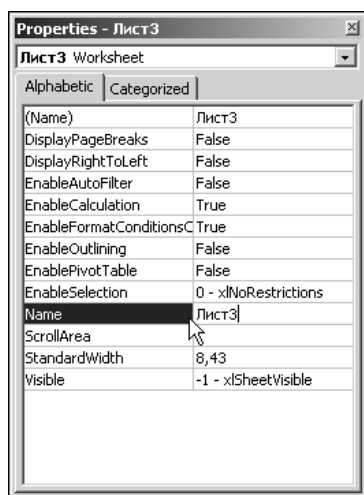


Рис. 22.15. Окно свойств

Рис. 22.16. Изменение значения свойства в окне свойств **Properties**

В зависимости от того, какое свойство выбрано, его значение может устанавливаться выбором из раскрывающегося списка (как на рис. 22.16), запуском вспомогательной утилиты или непосредственным вводом значения свойства в поле справа от его названия (рис. 22.17).

Рис. 22.17. Значение свойства вводится в поле окна свойств **Properties**

Допустимые значения свойств объектов, методы их использования и изменения в программных кодах рассматриваются по мере необходимости в следующих главах книги.

Пример 22.5. Настройки редактора

Удобная и эффективная работа с редактором VBA во многом зависит не только от его возможностей, но и от выполненных настроек. Здесь речь пойдет о тех настройках, что существенно влияют на процесс взаимодействия пользователя с редактором VBA. Настройка вида кратко рассматривалась в *примере 22.1*. Остановимся на настройках, выполняемых с помощью специального диалогового окна **Options**, которое открываем с помощью команды **Tools | Options**. Окно показано на рис. 22.18.

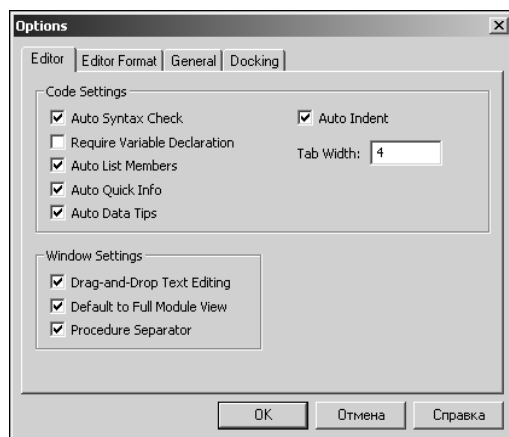


Рис. 22.18. Окно настроек **Options** открыто на вкладке **Editor**

Окно содержит четыре вкладки: **Editor**, **Editor Format**, **General** и **Docking**. На вкладке **Editor** имеются два раздела с управляющими элементами (опциями и одним полем). Среди опций есть как ответственные за внешний вид редактора, так и существенно влияющие на его работу (а точнее, на работу пользователя). Например, опция **Procedure Separator** используется для перехода в режим автоматической вставки разделителя между блоками разных процедур в окне редактора, а благодаря наличию флажка **Auto Indent** при вводе кода оставляется отступ от левого края окна редактора. В то же время при наличии флажка **Auto Syntax Check** при вводе кода выполняется проверка синтаксиса вводимых команд. С одной стороны это удобно, но с другой сообщения о некорректности вводимых выражений могут быть достаточно надоедливыми. Другим примером опции, ответственной за неkosметические свойства редактора, может служить флажок **Require Variable Declaration**. Его наличие переводит приложение в режим, при котором объявление переменных в коде программы является обязательным.

На вкладке **Editor Format** задаются настройки, влияющие в основном на шрифт отображения программного кода, такие как тип шрифта, его размер, цвет шрифта при вводе и цвет фона. Окно настроек **Options**, открытое на вкладке **Editor Format**, показано на рис. 22.19.

Ряд важных настроек выполняется на вкладке **General** (рис. 22.20).

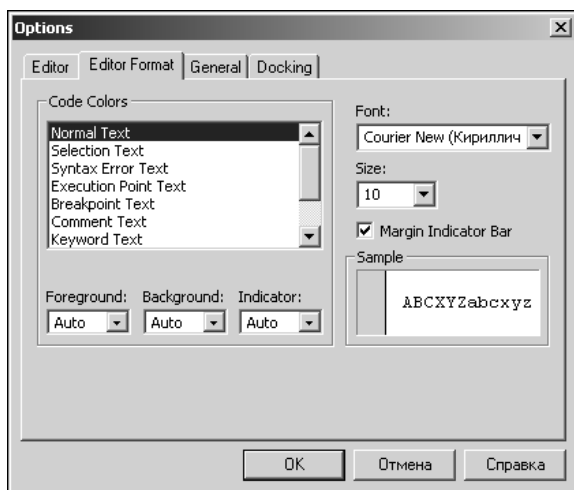


Рис. 22.19. Окно настроек Options открыто на вкладке Editor Format

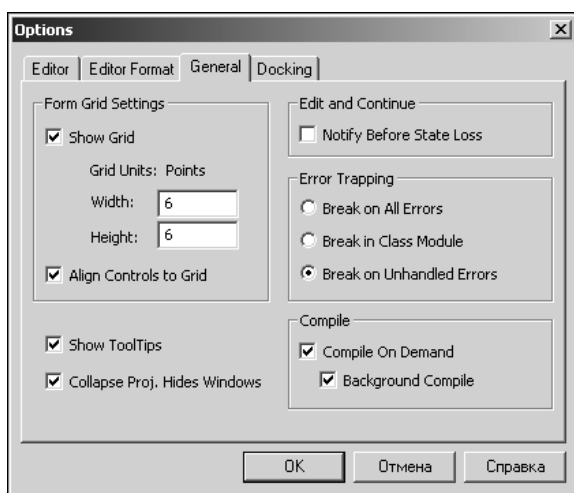


Рис. 22.20. Окно настроек Options открыто на вкладке General

Обращаем внимание читателя на опцию **Show Grid**. Наличие этого флажка означает, что в режиме редактирования формы пользователя содержат специальную сетку, с помощью которой удобно позиционировать объекты на форме. Для привязки объектов к сетке устанавливают флажок **Align Controls to Grid**. Параметры сетки задаются в сопутствующих полях. Не стоит обходить вниманием и прочие управляющие элементы вкладки, особенно те, что влияют на способ обработки ошибок и компиляцию программ.

Для того чтобы вспомогательные окна редактора VBA можно было прикреплять к рамке окна редактора, необходимо для соответствующих окон задать такой режим (опция с названием соответствующего окна) на вкладке **Docking** (рис. 22.21).

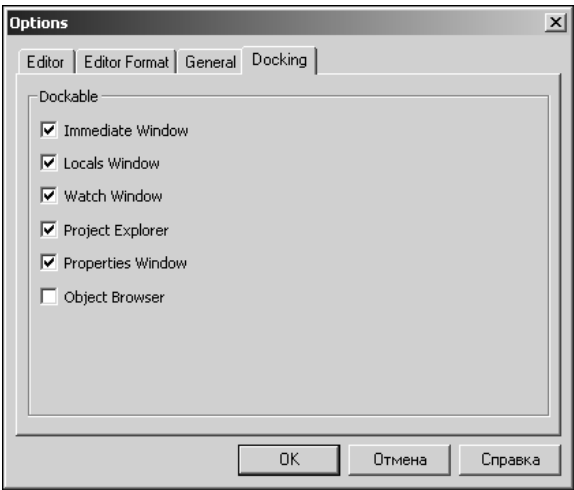


Рис. 22.21. Окно настроек Options открыто на вкладке Docking

По умолчанию большинство вспомогательных окон поддерживает данный режим.

Пример 22.6. Компиляция и отладка проектов

При компиляции и отладке проектов в основном используются команды меню **Debug** редактора VBA. Окно редактора с раскрытым списком команд этого меню показано на рис. 22.22.

Назначение команд меню **Debug** описано в табл. 22.2.

Спектр возможностей, представленных в рамках меню **Debug**, достаточно широк для того, чтобы выполнять успешную отладку программных кодов практически любой сложности. После того как код скомпилирован, его можно использовать: вызывать функции пользователя и запускать на выполнение макросы.

Таблица 22.2. Команды меню Debug

Команда	Назначение
Compile VBAProject	Компиляция проекта
Step Into	Выполнение программного кода в пошаговом режиме
Step Over	Выполнение программного кода в пошаговом режиме без пауз
Step Out	Выполнение оставшегося программного кода в пошаговом режиме без пауз
Run To Cursor	Выполнение программного кода до позиции курсора

Таблица 22.2 (окончание)

Команда	Назначение
Add Watch	Добавление переменных и выражений для контроля их значений в процессе выполнения программного кода
Edit Watch	Редактирование настроек переменных и выражений, значения которых контролируются
Quick Watch	Отображение текущего значения указанного выражения
Toggle Breakpoint	Выделение точки остановки выполнения программного кода
Clear All	Удаление всех точек прерывания выполнения кода
Set Next Statement	Определение последовательности выполняемых инструкций в программном коде
Show Next Statement	Выделение строки кода, выполняемой на следующем этапе

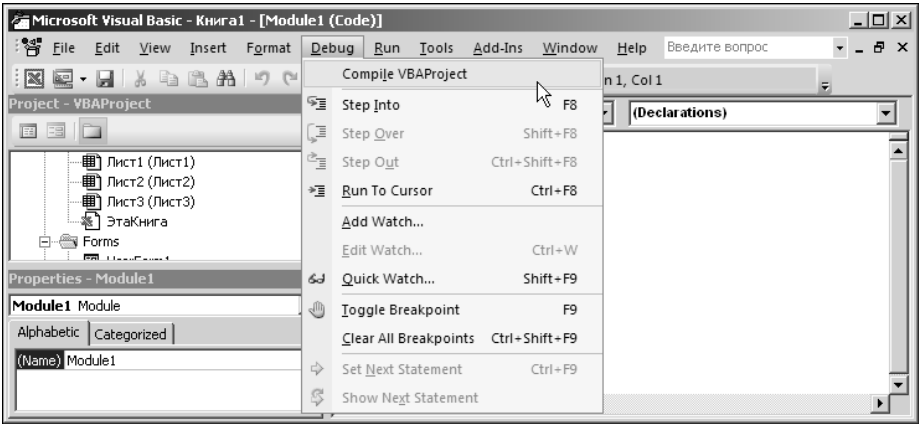


Рис. 22.22. Команды меню Debug

Пример 22.7. Запуск макросов

Макросы на выполнение можно запускать не только из окна приложения Excel, но и непосредственно в окне редактора VBA. Для этих целей используются команды (а точнее, одна команда) меню **Run**. Окно с открытым списком команд меню **Run** показано на рис. 22.23.

В меню представлено всего четыре команды. Для запуска макросов используется первая из команд — команда **Run**. Для прерывания выполнения макроса щелкают на команде **Break**, а для сброса всех параметров макроса в начальное состояние используют команду **Reset**. Переход в режим редактирования и обратно осуществ-

ляется посредством команды **Design Mode/Exit Design Mode**. Все команды имеют пиктограммы, представленные также и на панели инструментов редактора VBA.

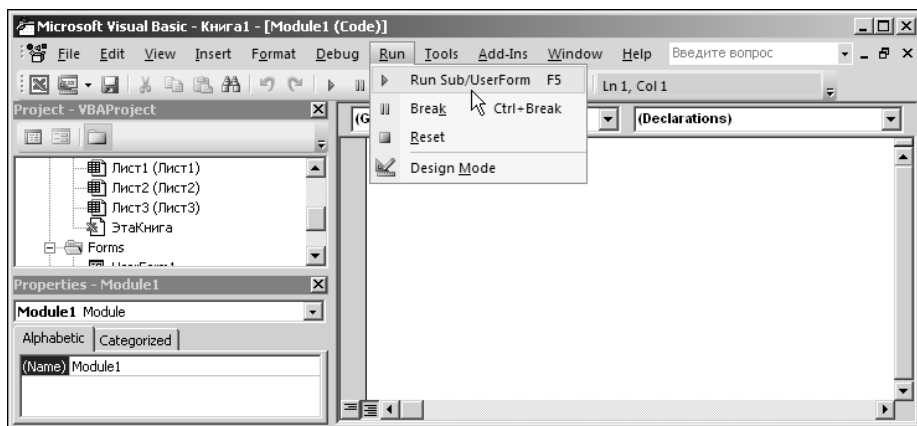


Рис. 22.23. Команды меню Run

Пример 22.8. Подключение ссылок

В этой книге достаточно часто программными методами вызывается утилита **Поиск решения**. Все такие задачи подразумевают, что предварительно для соответствующей надстройки в редакторе VBA подключена ссылка. Делается это очень просто. Сначала нужно выбрать команду **Tools | References** (рис. 22.24).

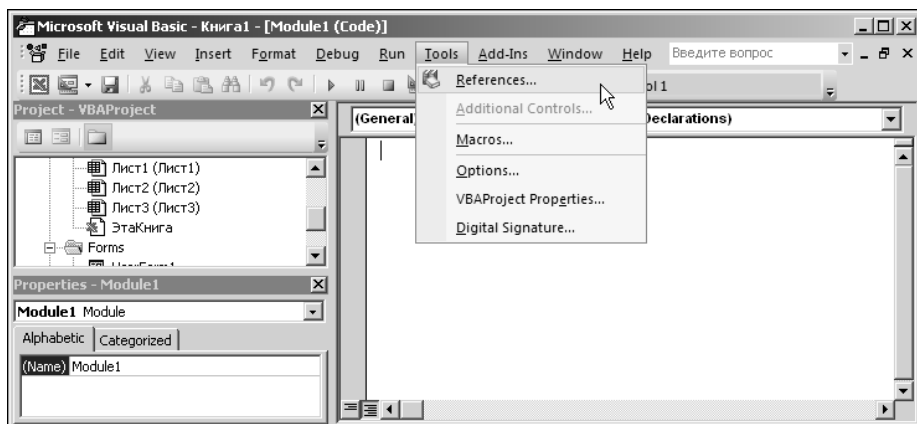


Рис. 22.24. Выбор команды для подключения ссылки

Откроется специальное диалоговое окно, в котором следует установить флажок для выбранной надстройки (рис. 22.25).

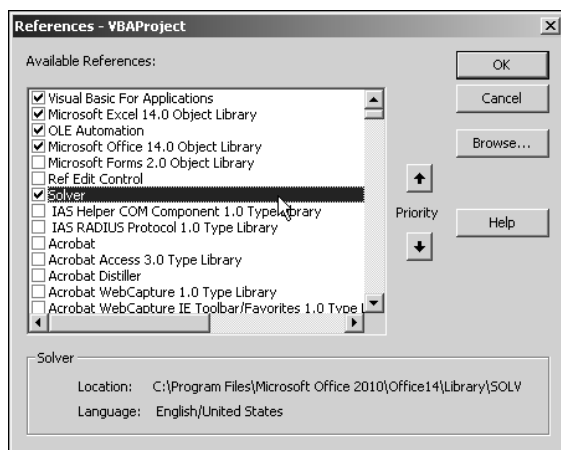
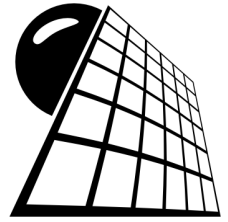


Рис. 22.25. В окне подключения ссылок следует установить флажок для выбранной надстройки

Для надстройки **Поиск решения** это позиция **Solver**. Если не проделать означенную процедуру, при попытке выполнения программного кода для вызова надстройки появится сообщение об ошибке.



Глава 23

Функции пользователя

Наряду с макросами, функции пользователя являются мощным и эффективным инструментом при работе с данными в электронных таблицах. Главное отличие функций пользователя от макросов состоит в том, что функцией в качестве результата возвращается значение (например, текстовое или числовое). С точки зрения создания функций пользователя (по сравнению с созданием макроса) особой разницы нет. Правда, функцию нельзя записать как макрос в окне приложения Excel. Однако наличия даже минимальных навыков в составлении программных кодов бывает вполне достаточно для создания функций, как говорится, на любой вкус.

Пример 23.1. Создание функции в редакторе VBA

Для того чтобы добавить в проект новую функцию пользователя, следует предварительно выбрать объект (модуль, лист, книга), в который эта функция будет добавляться. Разумно записывать функции пользователя в отдельный модуль. В любом случае для автоматической вставки инструкций начала и окончания функции в окне редактора VBA выбирают команду **Insert | Procedure**, как это показано на рис. 23.1.

Открывается диалоговое окно **Add Procedure** (рис. 23.2), в котором содержится поле **Name** для ввода названия процедуры или функции (в данном случае **SumProd**), переключатель **Type** устанавливаем в положение **Function** (создание функции), прочие элементы управления оставляем так, как есть (переключатель **Scope** в положении **Public** — для доступности функции, отсутствие флажка **All Local variables as Statics** — чтобы не переходить в режим статических локальных переменных).

В результате в модуль добавляется конструкция, состоящая из инструкций начала и окончания функции пользователя. В них присутствует ключевое слово **Function** (вместо **Sub** для процедур) и указано название функции (рис. 23.3).

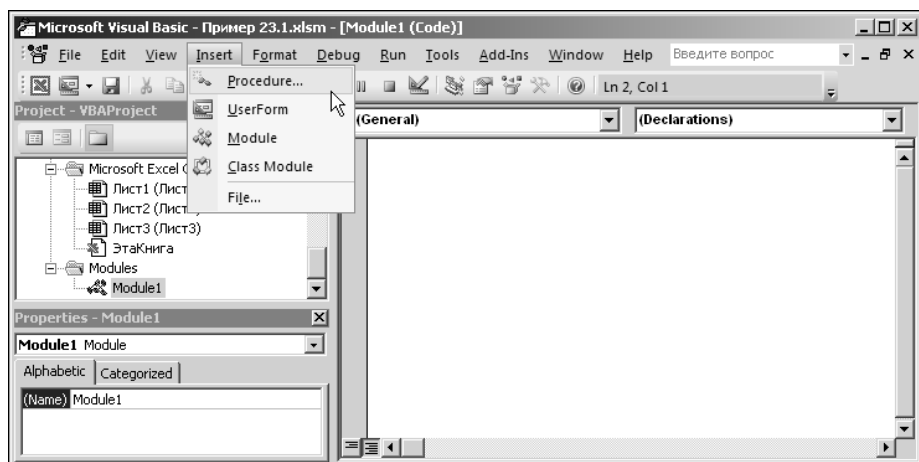


Рис. 23.1. Вставка процедуры или функции в модуль проекта

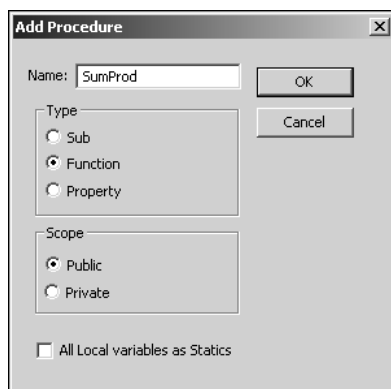


Рис. 23.2. Окно настроек параметров процедур и функций

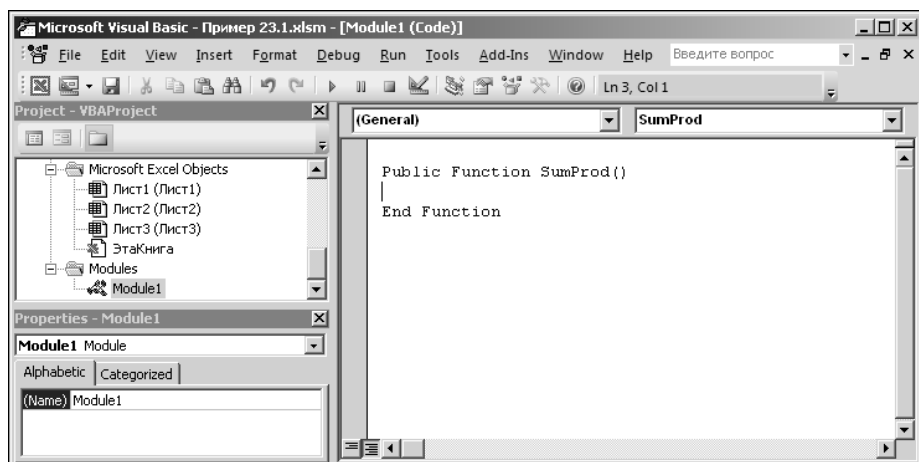


Рис. 23.3. Инструкции начала и окончания программного кода функции в модуле проекта

Между инструкциями начала и окончания функции вводится программный код, определяющий алгоритм ее вычисления. Обычно в скобках после названия функции указываются также и ее аргументы. Здесь создадим очень простую функцию.

У нее будут два аргумента, и в качестве значения функции будет возвращаться сумма этих аргументов, если первый аргумент меньше второго, и произведение аргументов, если означенное условие не выполняется. Наиболее простой вариант программного кода функции (без указания типа аргументов и явного определения локальных переменных) в окне редактора VBA представлен на рис. 23.4.

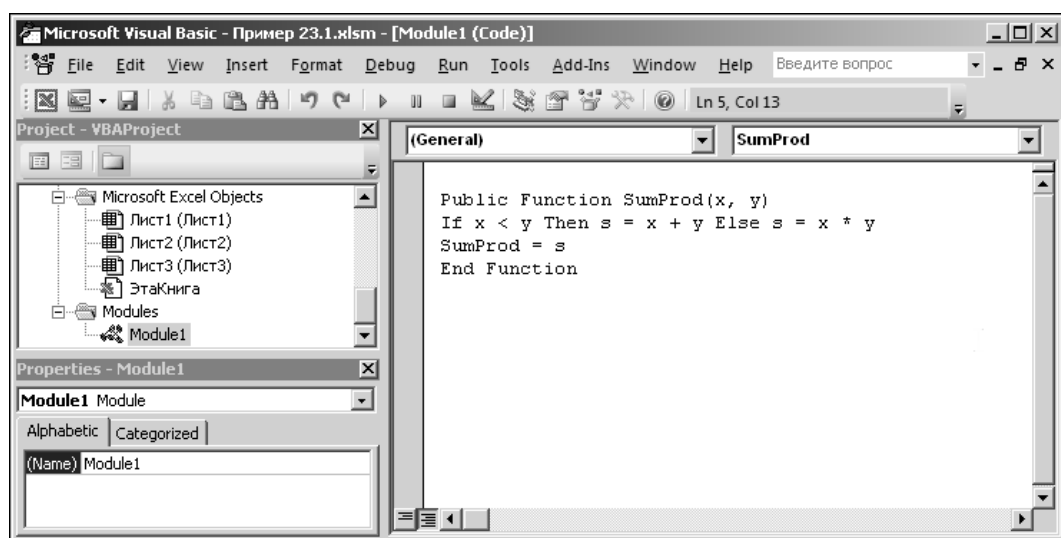


Рис. 23.4. Окно редактора VBA с программным кодом функции

Удобнее изучить этот программный код по листингу 23.1.

Листинг 23.1. Программный код функции SumProd()

```
Public Function SumProd(x, y)
    If x < y Then s = x + y Else s = x * y
    SumProd = s
End Function
```

Основу функции составляет однострочный условный оператор If, проверяемым условием которого является неравенство $x < y$ (переменные x и y указаны в качестве аргументов функции). Если условие выполнено, локальной переменной s присваивается значение, равное сумме аргументов функции (инструкция $s = x + y$

после ключевого слова Then). В противном случае эта переменная равна произведению аргументов (инструкция $s = x * y$ после ключевого слова Else). Инструкцией `SumProd = s` значение локальной переменной возвращается как значение функции.

Проверим работу функции. Для этого в рабочем документе Excel в ячейки **B4:B5** вводим значения для аргументов функции, а в ячейку **E6** вводим формулу `=SumProd(B4;B5)`. Причем при вводе функции появляется, как обычно, подсказка, и в списке доступных функций есть также и созданная нами функция пользователя (рис. 23.5).

СУММ						
X ✓ f_x =SumProd						
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 23.1. Создание функции в редакторе VBA					
2						
3	Аргумент	Значение		Функция	Значение	
4	x =	1		Сумма	3	
5	y =	2		Произведение	2	
6	x < y	Да		SumProd(x,y) =	=SumProd	
7					 SumProd	
8						

Рис. 23.5. При вводе функции в контекстной справке приведена и функция пользователя

В ячейке **E4** по формуле `=B4+B5` вычисляется сумма аргументов, а произведение вычисляется в ячейке **E5** по формуле `=B4*B5`. Кроме того, в ячейке **B6** проверяется условие того, что первый аргумент (ячейка **B4**) меньше второго аргумента (ячейка **B5**). Используется формула `=ЕСЛИ(B4<B5;"Да";"Нет")`. Таким образом, если условие выполнено, возвращается значение **Да**, в противном случае — значение **Нет** (рис. 23.6).

E6						
f_x =SumProd(B4;B5)						
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 23.1. Создание функции в редакторе VBA					
2						
3	Аргумент	Значение		Функция	Значение	
4	x =	1		Сумма	3	
5	y =	2		Произведение	2	
6	x < y	Да		SumProd(x,y) =	3	
7						

Рис. 23.6. Результат вычислений с использованием созданной функции

При значениях аргументов **1** и **2** вычисляется их сумма. Если первый аргумент существенно увеличить, получим произведение двух чисел (рис. 23.7).

E6		fx =SumProd(B4:B5)				
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 23.1. Создание функции в редакторе VBA					
2						
3	Аргумент	Значение		Функция	Значение	
4	x =	5		Сумма	7	
5	y =	2		Произведение	10	
6	x < y	Нет		SumProd(x,y) =	10	
7						

Рис. 23.7. При изменении аргументов функции меняется и ее значение

Понятно, что определить такого рода функцию можно было и без применения возможностей VBA. Тем не менее, даже если сказанное остается справедливым, удобнее бывает определить специальную функцию пользователя, чем каждый раз вводить огромные формулы.

Пример 23.2. Вычисление факториала

Факториал числа, как известно, есть произведение чисел от единицы до данного числа включительно. Вычислять факториал можно разными способами. Рассмотрим два из них. В одном используется оператор цикла, а в другом — рекурсивный вызов функции.

Отметим, что в Excel есть встроенная функция `ФАКТР()` для вычисления факториалов чисел. Вычисляемые на основе функций пользователя значения будут сравниваться с теми, что вычислены на основе использования функции `ФАКТР()`.

В функции пользователя `Fact1()` факториал числа — аргумента функции вычисляется последовательным перемножением натуральных чисел в операторе цикла. Программный код функции `Fact1()` приведен в листинге 23.2.

Листинг 23.2. Программный код функции `Fact1()`

```
Public Function Fact1(n As Integer) As Double
    Dim i As Integer
    Dim nn As Double
    nn = 1
    For i = 1 To n
        nn = nn * i
    Next i
    Fact1 = nn
End Function
```

Как сама функция, так и внутренняя переменная для записи значения факториала числа объявлены с типом Double, хотя по определению являются значениями целочисленными. Причина в том, что факториал даже для не очень больших чисел принимает очень большие значения, выходящие за допустимые в целочисленных типах данных пределы.

Как уже отмечалось, факториал вычисляется как произведение ряда натуральных чисел, пробегаемого индексной переменной *i* в рамках оператора цикла. Аргумент у функции всего один: это переменная целочисленного типа, для которой и вычисляется факториал.

В функции Fact2() вычисление факториала осуществляется путем рекурсивного вызова функции. Программный код функции Fact2() представлен в листинге 23.3.

Листинг 23.3. Программный код функции Fact2()

```
Public Static Function Fact2(n As Integer) As Double
    If n = 1 Then
        Fact2 = 1
    Else
        Fact2 = n * Fact2(n - 1)
    End If
End Function
```

В теле функции размещен всего один условный оператор, в котором проверяется условие равенства аргумента функции единице. В этом случае в качестве значения функцией возвращается единица. Если же условие не выполнено, то значение функции определяется как ее аргумент, умноженный на результат вызова функции с уменьшенным на единицу аргументом. Здесь, фактически, использовалось свойство факториала $n! = n \cdot (n-1)!$. Как и в предыдущем случае, объявленная функция возвращает значение типа Double. Результат вызова обеих функций пользователя (а также встроенной функции Excel) показан на рис. 23.8.

B4		fx =ФАКТР(B3)			
	A	B	C	D	E
1	Пример 23.2. Вычисление факториала				
2					
3	N =	8			
4	ФАКТР(N) =	40320			
5	Fact1(N) =	40320			
6	Fact2(N) =	40320			
7					

Рис. 23.8. Вычисление факториала небольшого числа

Вычисляется факториал числа, указанного в ячейке **В3**. На рис. 23.8 в эту ячейку введено значение **8**, и факториал этого числа — значение не очень большое. Это позволяет представить его в общем формате в ячейке Excel. Если значение ячейки **В3** увеличить, например, до **30**, результат будет иной (рис. 23.9).

		B6		f _x	=Fact2(B3)
	A	B	C	D	E
1	Пример 23.2. Вычисление факториала				
2					
3	N =	30			
4	ФАКТР(N) =	2,65253E+32			
5	Fact1(N) =	2,65253E+32			
6	Fact2(N) =	2,65253E+32			
7					

Рис. 23.9. Результат вычисления факториала представлен в формате действительного числа двойной точности

Чтобы вычислять факториалы для больших чисел, при объявлении функций пользователя используется формат действительных чисел двойной точности.

Пример 23.3. Вычисление синуса

Создадим функцию пользователя, которой путем суммирования ряда Тейлора будет вычисляться синус аргумента. Точнее, воспользуемся соотношением

$$\sin(x) = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots + \frac{(-1)^{m+1} x^{2m-1}}{(2m-1)!} + \dots = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(-1)^{m+1} x^{2m-1}}{(2m-1)!}.$$

Для вычисления значения синуса будем использовать приближенное выражение

$$\sin(x) \approx x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots + \frac{(-1)^{N+1} x^{2N-1}}{(2N-1)!} = \sum_{m=1}^N \frac{(-1)^{m+1} x^{2m-1}}{(2m-1)!},$$

где параметры x и N указываются аргументами создаваемой функции.

Программный код функции `mysin()` приведен в листинге 23.4.

Листинг 23.4. Программный код функции `mysin()`

```
Public Function mysin(x As Double, N As Integer) As Double
    Dim i As Integer
    Dim s As Double
    Dim q As Double
    s = 0
    q = x
```

```
For i = 1 To N
    s = s + q
    q = q * (-1) * x * x / (2 * i) / (2 * i + 1)
Next i
mysin = s
End Function
```

Основу программного кода функции составляет оператор цикла. В каждом цикле к переменной s, в которую записывается результат вычисления синуса, добавляется очередное слагаемое ряда (переменная q). После этого значение переменной q изменяется так, чтобы оно соответствовало следующему слагаемому ряда.

Пример использования созданной функции приведен на рис. 23.10.

C6		f _x =mysin(C4:\$B\$3)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	Пример 23.3. Вычисление синуса														
2															
3		N = 2													
4	x	0	0,261799	0,523599	0,785398	1,047198	1,308997	1,570796	1,832596	2,094395	2,356194	2,617994	2,879793	3,141593	
5	SIN(x)	0	0,258819	0,5	0,707107	0,866025	0,965926	1	0,965926	0,866025	0,707107	0,5	0,258819	-3,2E-16	
6	mysin(x,N)	0	0,258809	0,499674	0,704653	0,855801	0,935175	0,924832	0,806829	0,563221	0,176066	-0,37258	-1,10066	-2,02612	
7															

Рис. 23.10. Вычисление синуса по двум слагаемым ряда

Для двух слагаемых ряда вычисленное на основе функции пользователя значение синуса близко к значению, вычисляемому на основе встроенной функции Excel SIN() только для небольших значений аргумента. В этом легко убедиться по графику (рис. 23.11), построенному на основе данных о вычислении синуса (см. рис. 23.10).

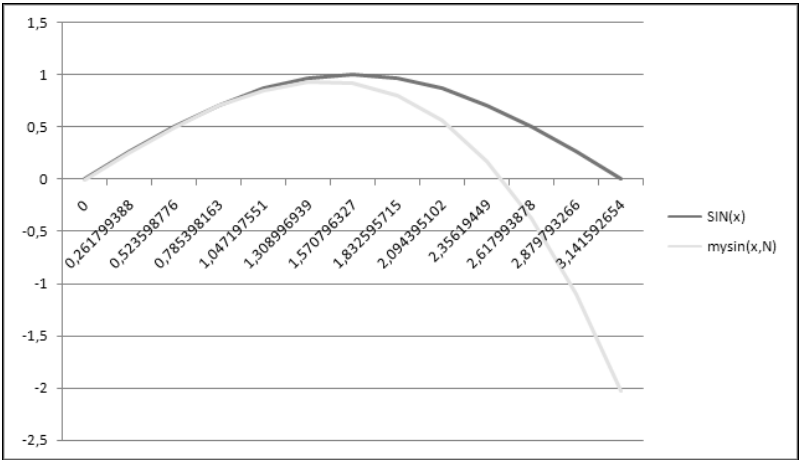


Рис. 23.11. Графики для синуса и его приближенного значения

Ситуация существенно меняется, если увеличить число слагаемых в ряде, на основе которых вычисляется приближенное значение для синуса. На рис. 23.12 показана ситуация для вычисления значения на основе пяти слагаемых.

C5		fx =SIN(C4)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Пример 23.3. Вычисление синуса													
2														
3	N = 5													
4	x	0	0,261799	0,523599	0,785398	1,047198	1,308997	1,570796	1,832596	2,094395	2,356194	2,617994	2,879793	3,141593
5	SIN(x)	0	0,258819	0,5	0,707107	0,866025	0,965926	1	0,965926	0,866025	0,707107	0,5	0,258819	-3,2E-16
6	mysin(x,N)	0	0,258819	0,5	0,707107	0,866025	0,965926	1,000004	0,965945	0,866108	0,707407	0,50095	0,261505	0,006925
7														

Рис. 23.12. Вычисление синуса по пяти слагаемым ряда

Если в этом случае обратиться к диаграмме с графиками для двух функций (встроенной и функции пользователя), то они практически полностью совпадают (на рис. 23.13 для различения двух кривых график синуса, созданного на основе встроенной функции, помечен маркерами базовых точек).

Однако если расширить диапазон аргумента синуса, различия будут более очевидными. Действует следующее правило: чем больше аргумент функции, тем больше слагаемых ряда нужно учесть для вычисления приемлемого значения. Тем не менее, каков бы ни был аргумент, с помощью созданной функции можно вычислить значение с любой точностью (в пределах возможностей системы).

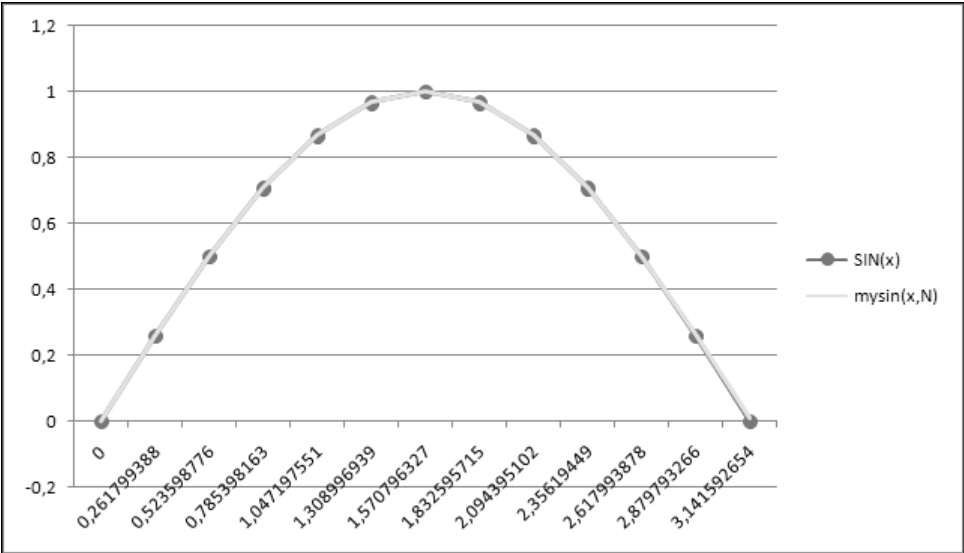


Рис. 23.13. Построенные на основе разных функций графики совпадают

Пример 23.4. Создание кусочно-гладкой функции

Нередко случается такая ситуация, когда необходимо использовать функцию, "сшитую" из нескольких фрагментов, каждый из которых задается аналитической зависимостью. В этом случае использование возможностей Excel для создания специальной функции пользователя представляется достаточно эффективным. В качестве примера рассмотрим процедуру создания функции, которая задана следующими условиями: функция $f(x) = \exp(x)$ при $x < 0$, $f(x) = (x-1)^2$ при $0 \leq x < 3$ и $f(x) = 4\exp(-(x-3)^2)$ при $x \geq 3$. Программный код функции $f()$ приведен в листинге 23.5.

Листинг 23.5. Программный код функции $f()$

```
Public Function f(x As Double) As Double
    Select Case x
        Case Is < 0
            f = Exp(x)
        Case Is >= 3
            f = 4 * Exp(-sq(x - 3))
        Case Else
            f = sq(x - 1)
    End Select
End Function
```

При определении функции $f()$ использовалась функция пользователя $sq()$ для вычисления квадрата числа. Код этой простой функции приведен в листинге 23.6.

Листинг 23.6. Программный код функции $sq()$

```
Public Function sq(x As Double) As Double
    sq = x * x
End Function
```

Результат применения созданной кусочно-гладкой функции показан на рис. 23.14. Вместе с примерами вызова функции для вычисления значения в точке для наглядности приведен ее график, где отчетливо видны фрагменты, из которых он состоит. Таблица данных, на основе которой строился график, отображена со скрытыми промежуточными столбцами. В противном случае все данные не поместились бы по ширине на экране.

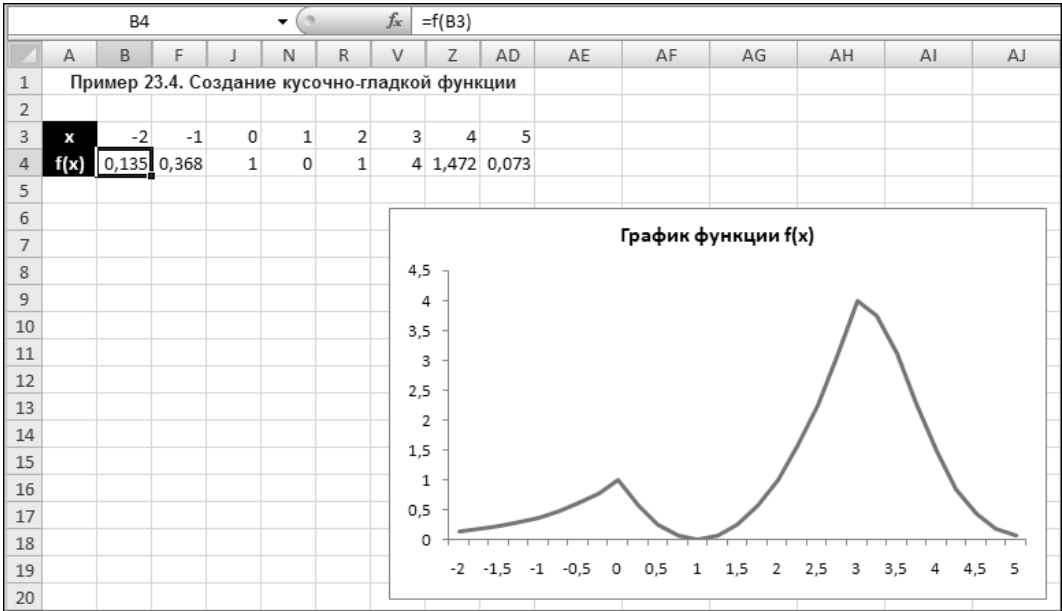


Рис. 23.14. Кусочно-гладкая функция

Пример 23.5. Вычисление числа Фибоначчи

Ранее создавался макрос для заполнения ячеек таблицы числами Фибоначчи. Однако для этих целей можно было бы создать специальную функцию, которая по аргументу-номеру числа определяла бы его.

Функция может создаваться разными способами. Сначала рассмотрим вариант программного кода с рекурсивным вызовом. Код функции `Fibonacci()` приведен в листинге 23.7.

Листинг 23.7. Программный код функции `Fibonacci()`

```
Public Function Fibonacci(n As Integer) As Double
    If n = 1 Or n = 2 Then
        Fibonacci = 1
    Else
        Fibonacci = Fibonacci(n - 1) + Fibonacci(n - 2)
    End If
End Function
```

Программный код выглядит достаточно компактно и прост в интерпретации. Основу его составляет единственный условный оператор, в котором первым двум номе-

рам в соответствие ставится единичное значение, а для вычисления чисел с большими порядковыми номерами рекурсивно вызывается сама функция.

Еще один способ вычисления числа Фибоначчи по номеру продемонстрирован в листинге 23.8.

Листинг 23.8. Программный код функции Fibonacci2()

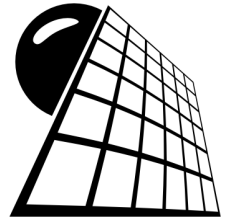
```
Public Function Fibonacci2(n As Integer) As Double
    Dim a As Double
    Dim b As Double
    Dim i As Integer
    Select Case n
        Case Is = 1
            Fibonacci2 = 1
        Case Is = 2
            Fibonacci2 = 1
        Case Is > 2
            a = 1
            b = 1
            i = 2
            Do
                b = b + a
                a = b - a
                i = i + 1
            Loop Until i >= n
            Fibonacci2 = b
        Case Else
            Fibonacci2 = 0
    End Select
End Function
```

Алгоритм, использованный при создании функции Fibonacci2(), подразумевает непосредственное вычисление чисел ряда. Среди особенностей можно отметить, что в данном случае использован оператор цикла Do ... Loop Until, в котором условие окончания цикла проверяется после окончания каждого цикла, а не в начале, как в операторе Do While ... Loop. Кроме того, для проблемных числовых значений аргумента функции (например, отрицательных), в качестве значения возвращается 0. Результат применения функций для вычисления чисел Фибоначчи показан на рис. 23.15.

C4		fx		=Fibonacci2(A4)
	A	B	C	D
1	Пример 23.5. Вычисление числа Фибоначчи			
2				
3	N	Fibonacci(N)	Fibonacci2(N)	
4	1	1	1	
5	2	1	1	
6	3	2	2	
7	4	3	3	
8	5	5	5	
9	6	8	8	
10	7	13	13	
11	8	21	21	
12	9	34	34	
13	10	55	55	
14	11	89	89	
15	12	144	144	
16	13	233	233	
17	14	377	377	
18	15	610	610	
19	16	987	987	
20	17	1597	1597	
21	18	2584	2584	
22	19	4181	4181	
23	20	6765	6765	

Рис. 23.15. Числа Фибоначчи вычислены разными функциями

Результаты, как и следовало ожидать, идентичны. Однако сравнивая оба подхода, следует отметить, что хотя в методе с использованием рекурсии программный код выглядит эффектнее, эффективностью он не отличается. При вычислении значения функции для больших аргументов на выполнение кода с рекурсией уходит значительное время, что связано с существенной загрузкой системных ресурсов.



Глава 24

Формы

С помощью VBA можно создавать макросы не только для обработки значений в ячейках электронных таблиц, но и создавать специальные диалоговые окна, с помощью которых пользователь получает информацию об этапах вычислений и вводит необходимые данные. В редакторе VBA создаются шаблоны диалоговых окон со всеми сопутствующими элементами: кнопками, переключателями, полями ввода и опциями. Это, фактически, и есть формы, о которых пойдет речь в данной главе. Далее для функциональных элементов форм создаются программы-обработчики, определяющие реакцию форм на действия пользователя. Кроме функциональных элементов форм обычно приходится добавлять элементы управления и непосредственно в рабочие документы Excel. С одной стороны, это несколько усложняет структуру документа, но в то же время использование форм переводит процесс обработки данных на качественно новый уровень.

Пример 24.1. Создание простой формы

Создадим в качестве иллюстрации достаточно простой документ, который будет содержать всего одну кнопку, щелчок на которой приводит к отображению окна приветствия (созданного пользователем).

Запускаем редактор VBA и в открывшемся окне выбираем команду **Insert | User-Form** (рис. 24.1).

Как следствие, в проект добавляется новая форма пользователя, представленная на рис. 24.2.

Форма представляет собой прямоугольного вида поле (основа создаваемого диалогового окна) с набором равноудаленных точек. Они при вызове формы отображаться не будут, но в режиме редактирования достаточно полезны, поскольку их наличие позволяет легко определять относительное расположение элементов в форме. Вместе с формой отображается панель элементов управления **Toolbox** (см. рис. 24.2). Если в силу каких-то причин панель не отображается, можно воспользоваться командой **View | Toolbox**.

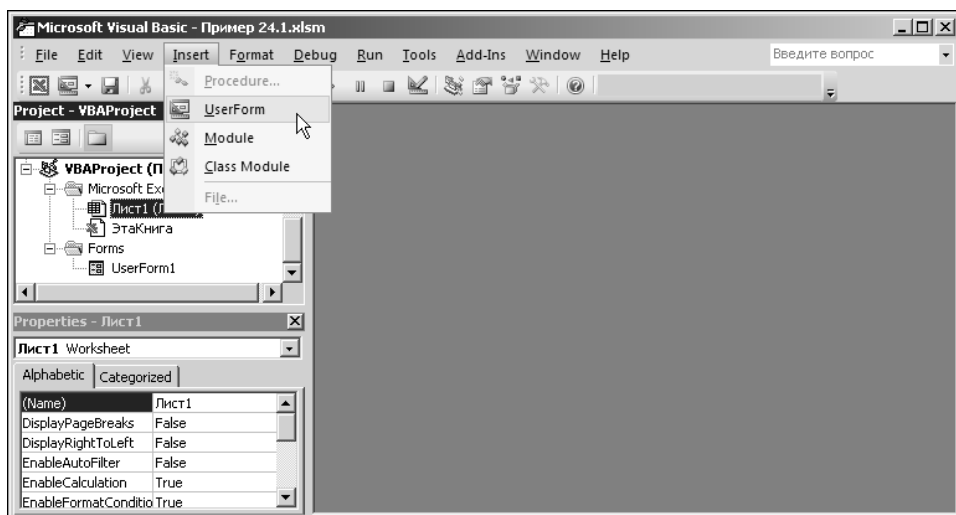


Рис. 24.1. Вставка формы

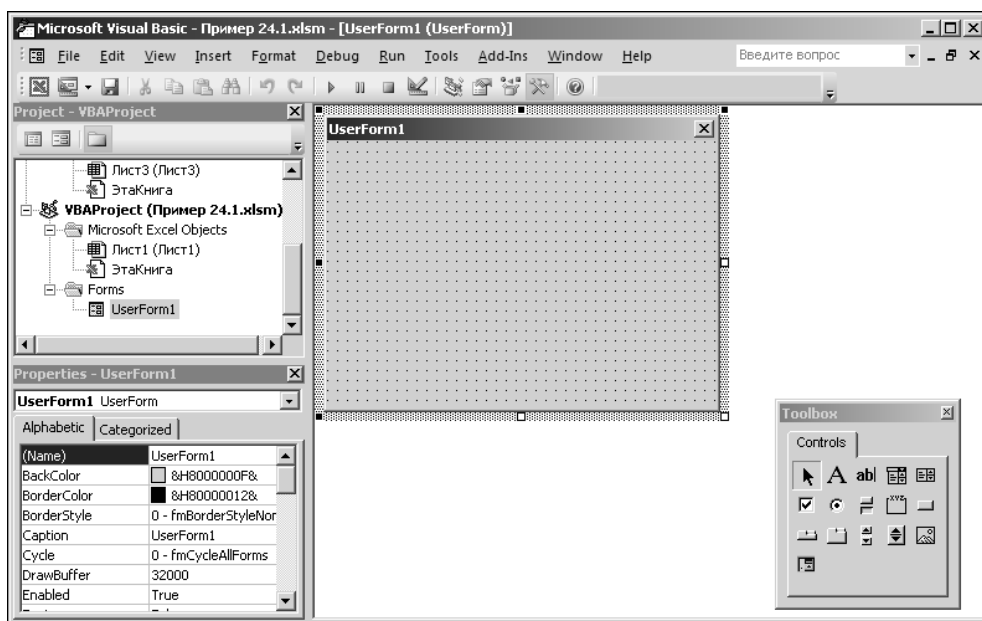


Рис. 24.2. Окно редактора VBA с новой формой

В форму поместим кнопку. Для этого в окне **Toolbox** выбираем элемент **CommandButton** (рис. 24.3).

Далее размещаем кнопку в форме, как это показано на рис. 24.4.

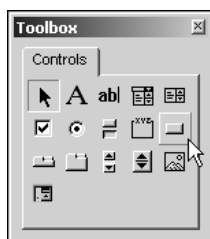


Рис. 24.3. Выбор на панели элементов управления кнопки

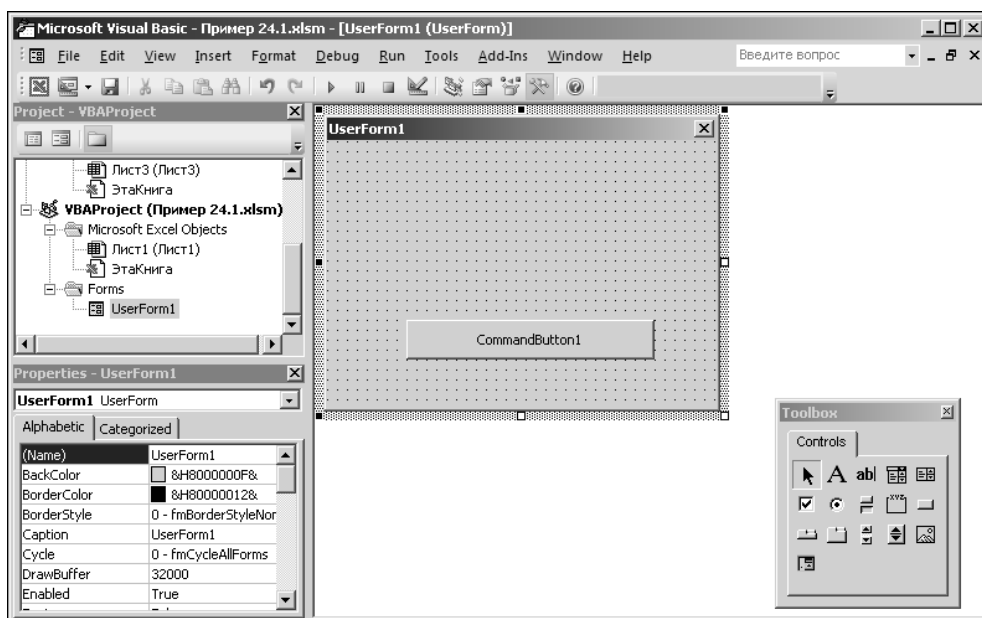


Рис. 24.4. В форму добавлена кнопка

Кнопку следует настроить. В частности, изменим название кнопки (по умолчанию это **CommandButton1**, и оно совпадает с именем объекта), а также шрифт, которым это название отображается. Выделяем кнопку и в окне свойств **Properties** в поле **Caption** вводим слово **Закреть** (рис. 24.5).

Не следует путать название кнопки (поле **Caption**) с именем объекта (поле **Name**). В поле **Caption** указывается отображаемый на кнопке текст, а значение в поле **Name** используется при ссылках на объект.

Кроме этого, как отмечалось, меняем параметры шрифта, для чего в поле **Font** щелкнем на пиктограмме с тремя точками (см. рис. 24.5). Откроется специальное диалоговое окно, в котором устанавливаем тип шрифта **Arial**, полужирный, размер **11**. Затем выделяем всю форму целиком и в поле **Caption** вводим значение **Привет!**. Результат после изменения названия формы проиллюстрирован на рис. 24.6.

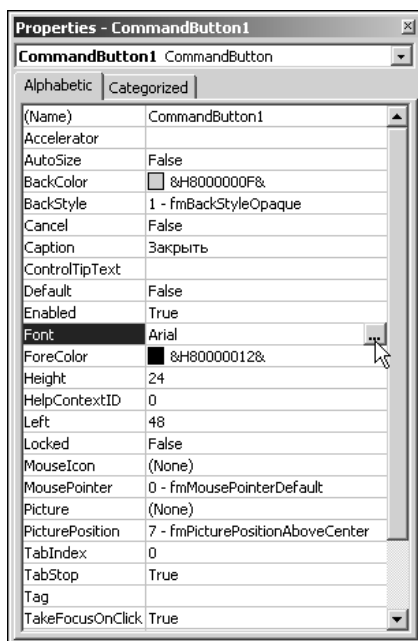


Рис. 24.5. Окно настройки свойств кнопки

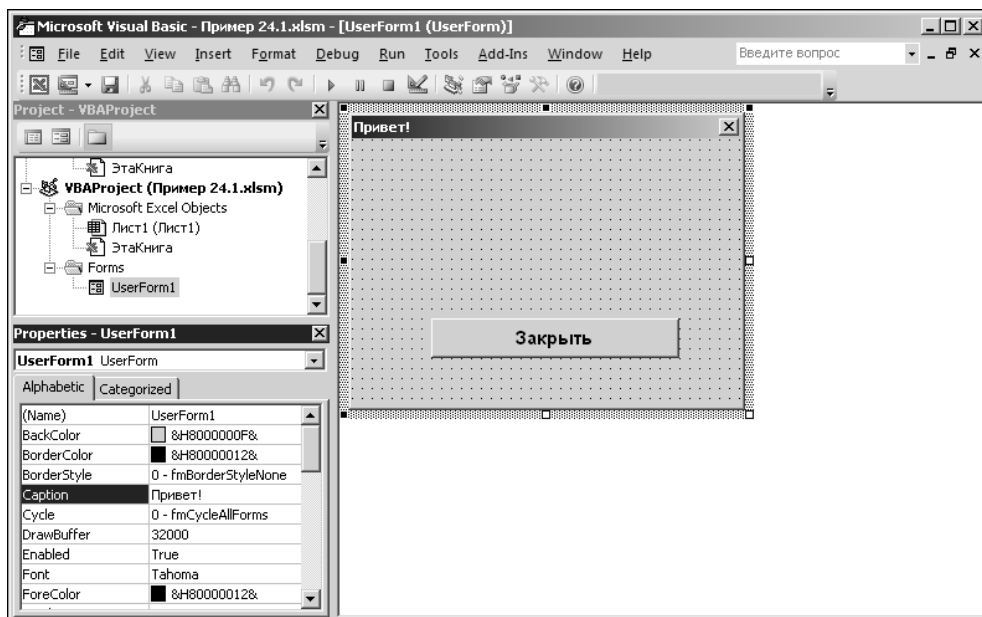


Рис. 24.6. Форма с кнопкой после выполнения настроек

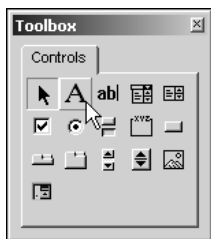


Рис. 24.7. Выбор на панели элементов управления метки

О том, что меняется название формы, а не кнопки, свидетельствует значение **UserForm1** в раскрывающемся списке сразу под строкой названия (и в самой строке) окна свойств **Properties**. Установленное название формы отображается в строке заголовка формы (см. рис. 24.6).

Наконец, поместим в центральную часть формы метку. Для этого выбираем элемент **Label** в окне **Toolbox** (рис. 24.7).

Форма с меткой показана на рис. 24.8.

Для метки выполняются следующие настройки (в окне свойств **Properties** в раскрывающемся списке нужно выбрать элемент **Label1** или просто выделить метку в форме): название в поле **Caption** устанавливается равным **Всем привет!** с использованием полужирного шрифта **Times New Roman** размера **28** с подчеркиванием (настройки в поле **Font**), а также в поле **TextAlign** в списке значений выбираем **2-fmTextAlignCenter**, в силу чего название метки отображается по центру (рис. 24.9).

На этом дизайнерские работы закончены. Наступил черед для создания программных кодов. Во-первых, следует определить, как будет реагировать форма на щелчок кнопки формы. С этой целью создается специальная процедура-обработчик, которая будет выполняться в результате щелчка на кнопке. Самый простой способ начать создание процедуры — выполнить двойной щелчок на кнопке формы в окне редактора VBA (рис. 24.10).

В результате этого автоматически создается шаблон процедуры-обработчика `CommandButton1_Click()`, и пользователю только следует внести необходимые правки (фактически, вписать код процедуры, рис. 24.11).

Кнопку будем использовать для того, чтобы закрыть форму. В соответствии с этим вводится и программный код. Первой командой `UserForm1.Hide` форма убирается с экрана, после чего согласно команде `Unload UserForm1` она выгружается из памяти. Окно редактора VBA с кодом процедуры-обработчика `CommandButton1_Click()` показано на рис. 24.12.

Полный программный код процедуры `CommandButton1_Click()` приведен в листинге 24.1.

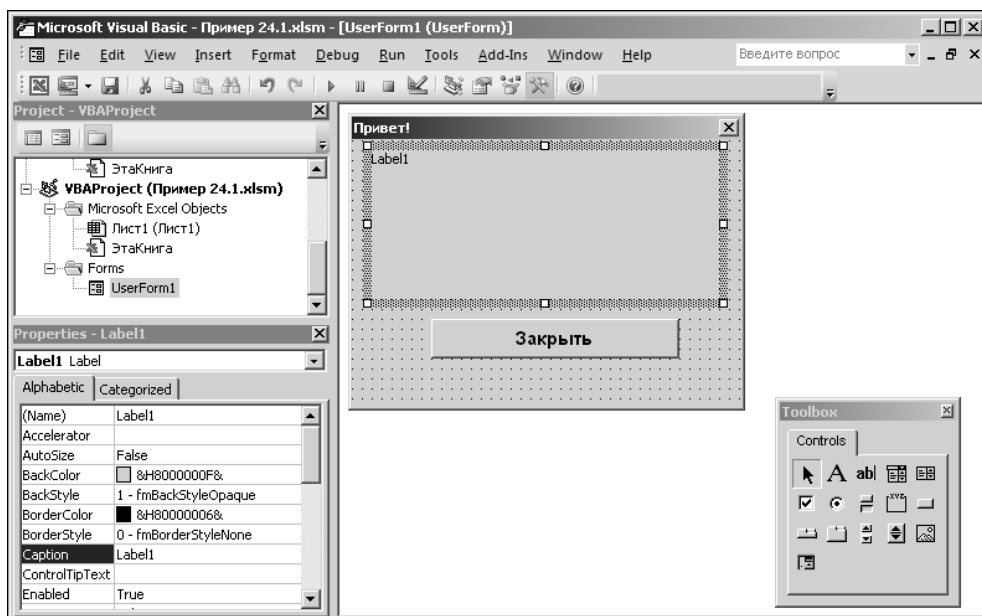


Рис. 24.8. Форма с кнопкой и меткой

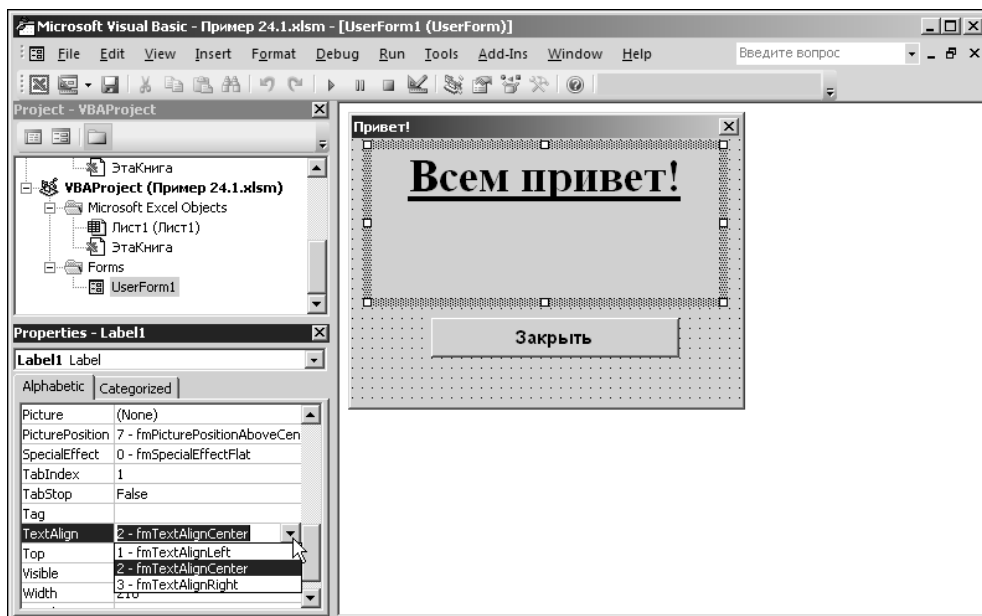


Рис. 24.9. Изменение шрифта и способа выравнивания в названии метки

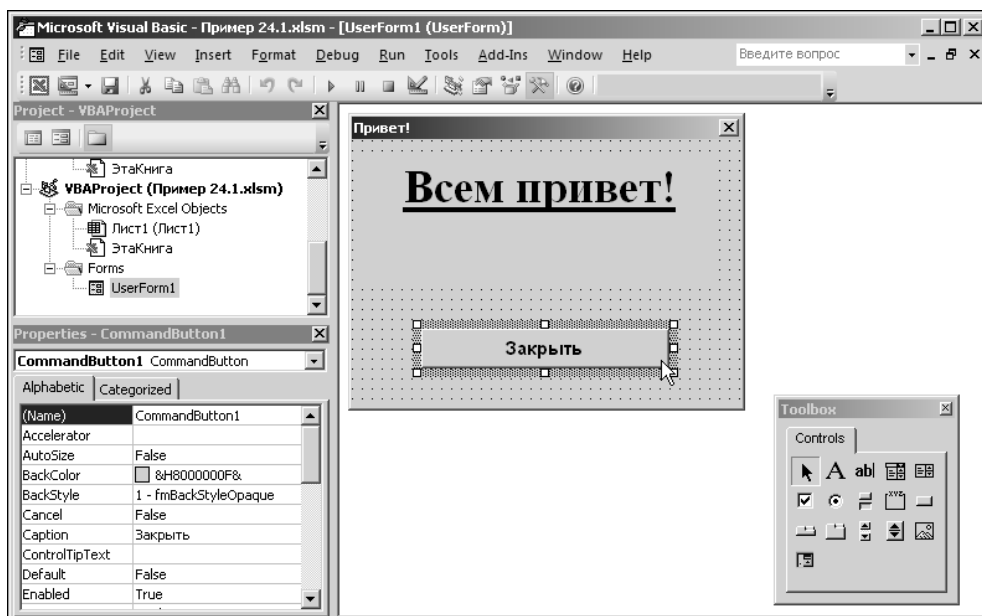


Рис. 24.10. Чтобы перейти к коду процедуры-обработчика, достаточно выполнить двойной щелчок на кнопке

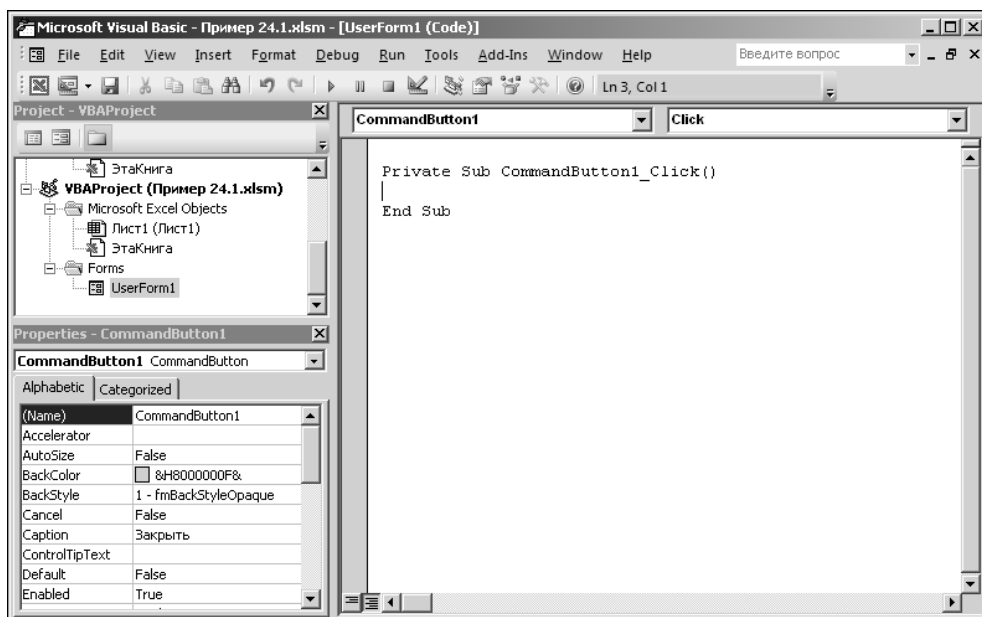


Рис. 24.11. Ввод программного кода для процедуры-обработчика

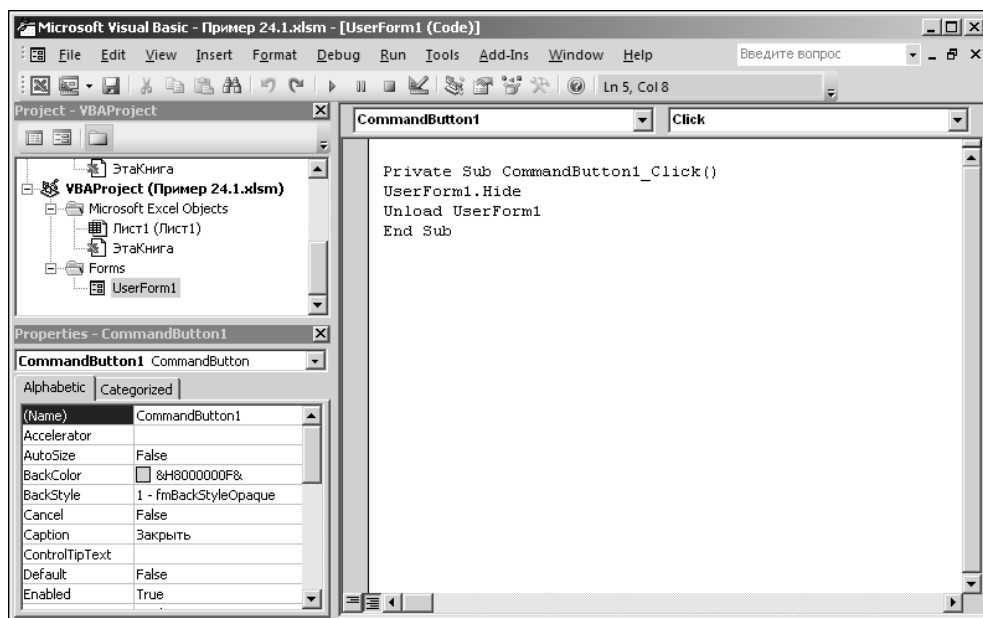


Рис. 24.12. Окно редактора VBA с программным кодом процедуры-обработчика

Листинг 24.1. Программный код процедуры CommandButton1_Click() формы UserForm1

```
Private Sub CommandButton1_Click()
    UserForm1.Hide
    Unload UserForm1
End Sub
```

Следующий этап подразумевает размещение в рабочем документе Excel кнопки, щелчок на которой приводит к отображению созданной формы. В меню-списке **Вставить** на вкладке **Разработчик** выбираем элемент **Кнопка** из раздела **Элементы ActiveX** (рис. 24.13).

В контекстном меню кнопки выбираем команду **Объект CommandButton | Edit** и изменяем отображаемое на кнопке название **CommandButton1** на **Добрый день!** (рис. 24.14).

Для создания программного кода процедуры-обработчика кнопки в контекстном меню выбираем команду **Исходный текст** (рис. 24.15).

Этим осуществляется переход к редактору VBA, в котором автоматически создается шаблон процедуры-обработчика кнопки в рабочем документе Excel. Обращаем внимание, что процедура также называется **CommandButton1_Click()** — как и для кнопки в форме пользователя. Однако это разные процедуры — одна размещена

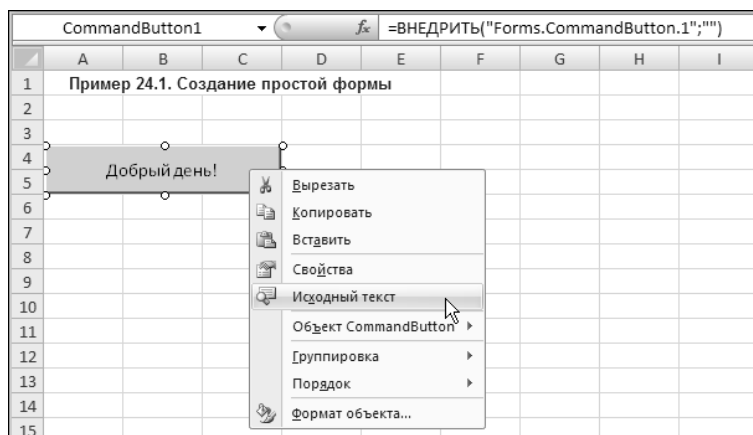


Рис. 24.15. Переход к редактору VBA для редактирования кода процедуры-обработчика кнопки в рабочем документе

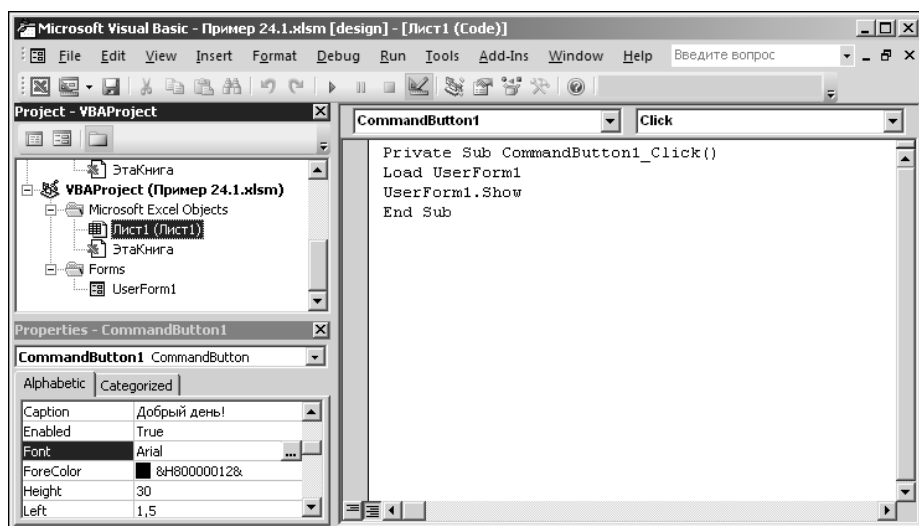


Рис. 24.16. Окно редактора VBA с программным кодом процедуры-обработчика кнопки в рабочем документе

Листинг 24.2. Программный код процедуры CommandButton1_Click() для кнопки в рабочем листе

```
Private Sub CommandButton1_Click()
    Load UserForm1
    UserForm1.Show
End Sub
```

Помимо программного кода, устанавливаем для кнопки в рабочем документе полужирный шрифт типа **Arial** размера **12**.

Таким образом, проект готов к работе. Щелчком на пиктограмме **Режим конструктора** раздела **Элементы управления** вкладки **Разработчик** выходим из режима редактирования. Если теперь щелкнуть на кнопке в документе, появится диалоговое окно, как на рис. 24.17.

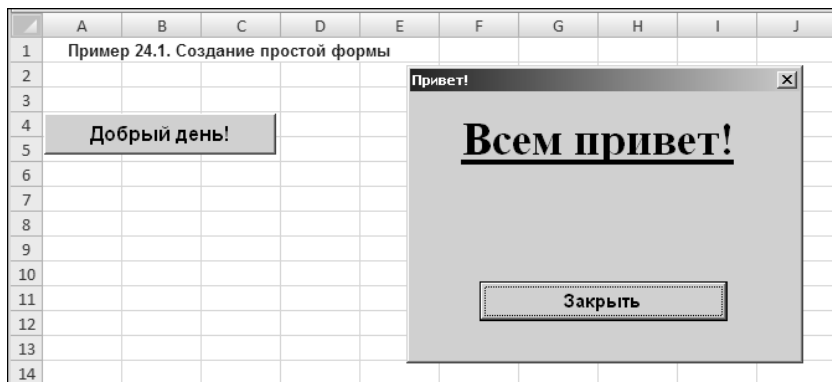


Рис. 24.17. Результат щелчка кнопки в рабочем документе

Чтобы закрыть это окно, достаточно щелкнуть на кнопке **Закреть**.

Это очень простой пример и с практической точки зрения не особенно полезный. Большой интерес представляют проекты, в которых данные в ячейках таблицы связаны с параметрами пользовательских форм, и наоборот, операции с формами пользователя сказываются непосредственно на значениях в ячейках таблицы.

Пример 24.2. Использование полей

Создадим несложный макрос, в результате выполнения которого отображается диалоговое окно для ввода значений в ячейки. Адреса ячеек и вводимые значения указываются в полях формы. Окно редактора VBA с созданной формой показано на рис. 24.18.

Форма содержит две кнопки и два поля, а для свойства **Caption** формы указано значение **Значение ячейки**. В первое поле (объект **TextBox1**) вводится адрес ячейки (или диапазона ячеек), а во второе поле (объект **TextBox2**) — присваиваемое значение. Для выполнения присваивания щелкают кнопку **Применить** (объект **CommandButton1**), а для отмены закрытия формы без применения настроек — кнопку **Отмена** (объект **CommandButton2**).

Для обработки возможных ситуаций используются следующие программные коды процедур-обработчиков событий. Для кнопки **Отмена** используем код листинга 24.3.

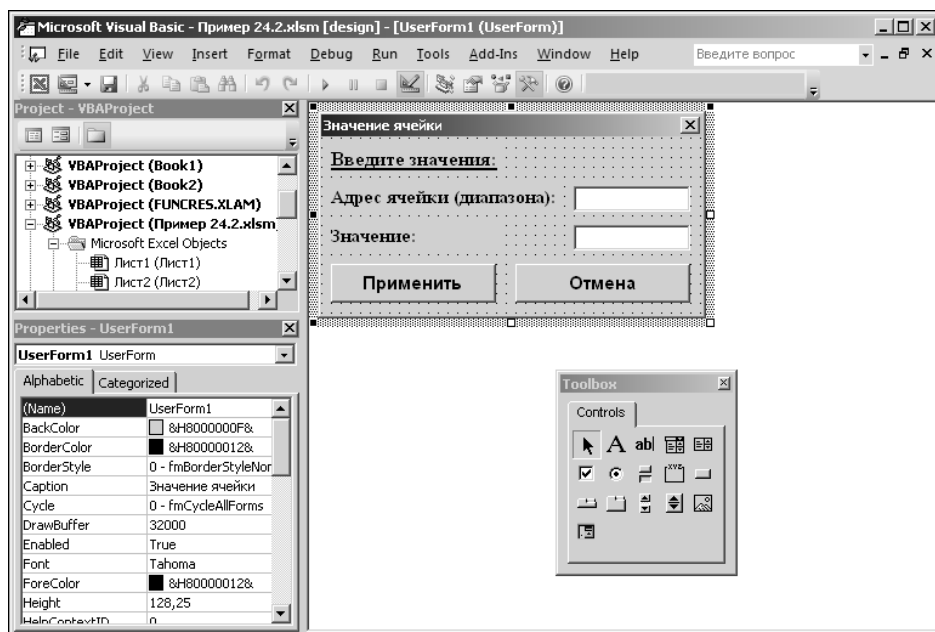


Рис. 24.18. Окно редактора VBA с созданной формой

Листинг 24.3. Код процедуры CommandButton2_Click()

```
Private Sub CommandButton2_Click()
    UserForm1.Hide
    Unload UserForm1
End Sub
```

После щелчка по кнопке **Отмена** форма закрывается и выгружается из памяти. Процедура-обработчик щелчка кнопки **Применить** имеет более сложный код, представленный в листинге 24.4.

Листинг 24.4. Код процедуры CommandButton1_Click()

```
Private Sub CommandButton1_Click()
    Dim R As String
    Dim V As Variant
    R = TextBox1.Value
    V = TextBox2.Value
    Range(R).Value = V
    UserForm1.Hide
    Unload UserForm1
End Sub
```

Значение текстового поля TextBox1 записывается в текстовую переменную R с помощью команды `R=TextBox1.Value`. Переменной V общего типа Variant (чтобы ячейкам можно было присваивать значения разного типа) командой `V=TextBox2.Value` присваивается значение, введенное в поле TextBox2. Далее командой `Range(R).Value=V` ячейке или диапазону ячеек с адресом, записанным в переменную R, присваивается значение переменной V. После этого форма закрывается и выгружается из памяти.

В самом документе размещена кнопка **Заполнить**, которой присвоен макрос с кодом, представленным в листинге 24.5.

Листинг 24.5. Код процедуры-обработчика CommandButton1_Click() для кнопки в документе Excel

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
    Load UserForm1  
    UserForm1.Show  
End Sub
```

Снова обращаем внимание, что хотя названия процедур в листингах 24.4 и 24.5 совпадают, речь идет об обработчиках для разных кнопок: в листинге 24.4 приведен код обработчика щелчка по кнопке формы, а в листинге 24.5 — по кнопке в рабочем листе документа.

В результате щелчка по кнопке **Заполнить** в документе Excel открывается диалоговое окно, показанное на рис. 24.19.

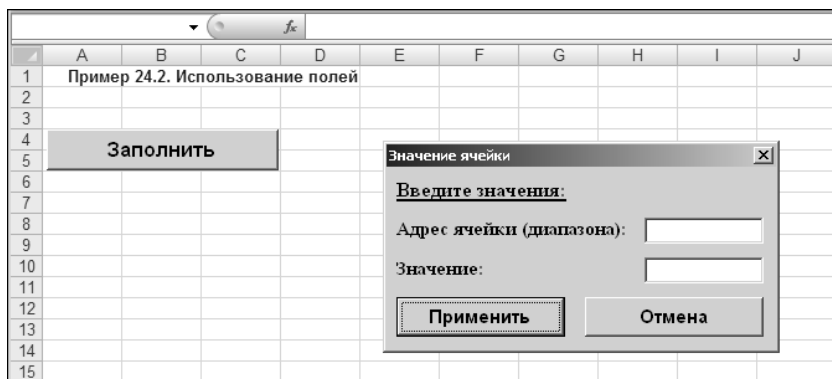


Рис. 24.19. В результате щелчка по кнопке **Заполнить** открывается диалоговое окно заполнения ячеек

В верхнее поле вводим адрес ячейки **B10**, а в нижнее — числовое значение **123** (рис. 24.20).

После щелчка по кнопке **Применить** получаем результат, как на рис. 24.21.

В ячейку **B10** занесено числовое значение **123**. Таким же образом можно заполнять не только отдельные ячейки, но и целые диапазоны. На рис. 24.22 в поле адреса ячейки указан диапазон **A9:C11**, а в поле значения — текстовое значение **текст**.

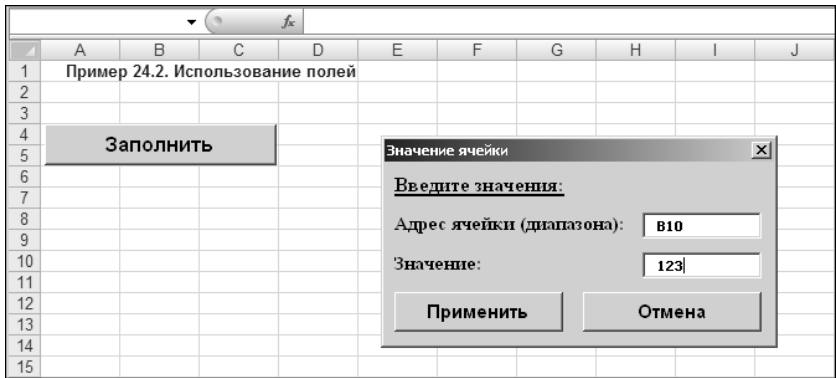


Рис. 24.20. В поля диалогового окна введены адрес ячейки и значение

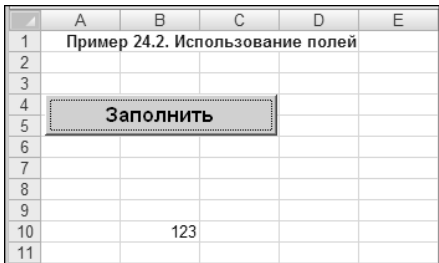


Рис. 24.21. Результат заполнения ячейки числовым значением

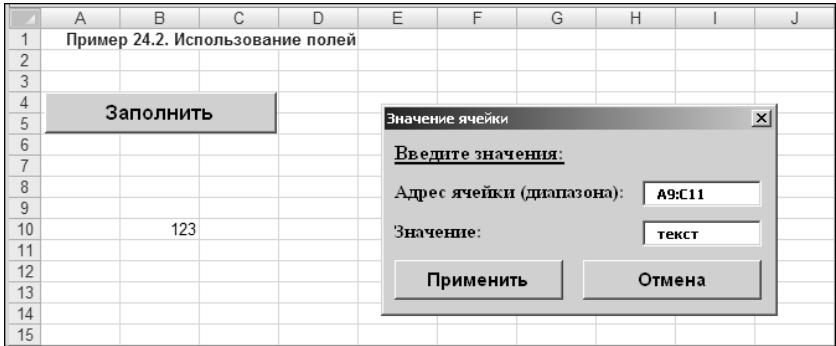


Рис. 24.22. Настройки для заполнения диапазона ячеек текстовым значением

Результат заполнения ячеек текстовым значением показан на рис. 24.23.

Более того, если в поле значения ввести формулу, ситуация будет обработана корректно. На рис. 24.24 в ячейку **C12** вводится формула **=COS(B12)**.

Результат таких действий показан на рис. 24.25.

	A	B	C	D
1	Пример 24.2. Использование полей			
2				
3				
4	Заполнить			
5				
6				
7				
8				
9	текст	текст	текст	
10	текст	текст	текст	
11	текст	текст	текст	
12				

Рис. 24.23. Заполнение диапазона ячеек текстом

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Пример 24.2. Использование полей									
2										
3										
4	Заполнить									
5										
6										
7										
8										
9	текст	текст	текст							
10	текст	текст	текст							
11	текст	текст	текст							
12										
13										
14										
15										

Значение ячейки

Введите значения:

Адрес ячейки (диапазона): C12

Значение: =COS(B12)

ПрименитьОтмена

Рис. 24.24. Настройки для ввода в ячейку формулы

	A	B	C	D	E
1	Пример 24.2. Использование полей				
2					
3					
4	Заполнить				
5					
6					
7					
8					
9	текст	текст	текст		
10	текст	текст	текст		
11	текст	текст	текст		
12			=COS(B12)		
13					

Рис. 24.25. Результат ввода в ячейку формулы

Формула введена корректно, и в соответствии с ней вычислено значение. Поскольку формула ссылается на пустую ячейку, по умолчанию ее значение интерпретируется как нулевое, а косинус нуля, как известно, равен единице.

Пример 24.3. Форма с опцией

Усложним созданный в предыдущем примере проект, предусмотрев возможность сохранения выполненных в диалоговом окне настроек (пока открыт документ приложения). Для этого добавляем в форму опцию, наличие флажка которой будет означать необходимость сохранения применяемых настроек до следующего вызова формы. Окно редактора с видоизмененной формой показано на рис. 24.26.

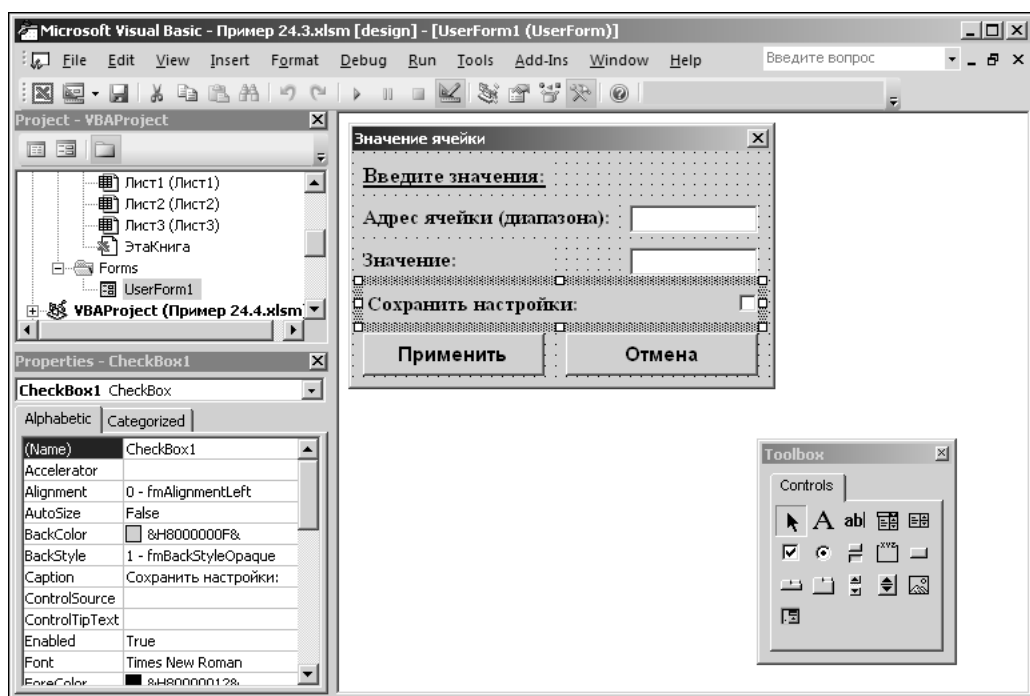


Рис. 24.26. Окно редактора VBA с видоизмененной формой

В форму добавлен элемент **CheckBox1**, свойству **Caption** которого в окне свойств **Properties** присвоено значение **Сохранить настройки**, а чтобы область установки флажка отображалась в правой части элемента, для свойства **Alignment** выбираем в списке значение **0-fmAlignmentLeft**.

Изменяется и программный код процедуры-обработчика для щелчка по кнопке **Применить**. В этом коде теперь следует учесть наличие нового элемента формы — опции. Новый код приведен в листинге 24.6.

Листинг 24.6. Измененный код процедуры

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
    Dim R As String  
    Dim V As Variant  
    R = TextBox1.Value  
    V = TextBox2.Value  
    Range(R).Value = V  
    UserForm1.Hide  
    If Not CheckBox1.Value Then  
        Unload UserForm1  
    End If  
End Sub
```

Механизм сохранения настроек реализуется следующим образом: если флажок опции не установлен (значение свойства `CheckBox1.Value` равно `False`), после применения настроек форма закрывается и выгружается из памяти. Если флажок опции установлен (значение свойства `CheckBox1.Value` равно `True`), форма закрывается, но из памяти не выгружается. В программном коде этот алгоритм реализован с помощью условного оператора.

На рис. 24.27 показано окно с настройками для заполнения ячеек.

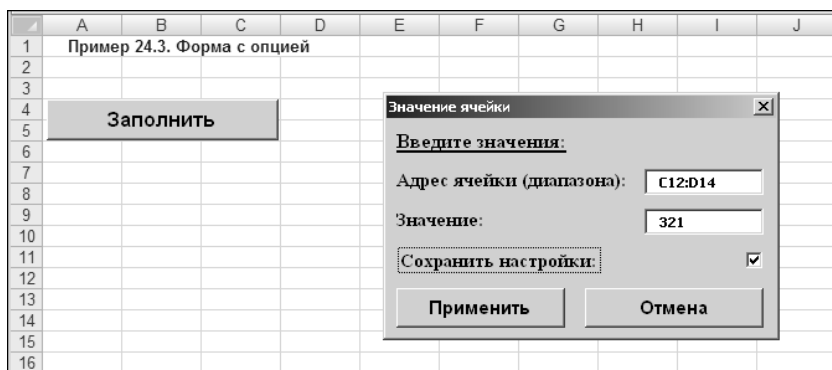


Рис. 24.27. Окно с настройками для заполнения ячеек и установленным флажком опции

После применения настроек для заполнения ячеек данные заносятся в ячейки, а форма убирается с экрана. Повторный щелчок кнопки **Заполнить** в окне документа приводит к отображению знакомого окна, но уже с настройками (рис. 24.28).

При щелчке кнопки **Отмена** этого не происходит. При следующем вызове окна **Значение ячейки** (после щелчка кнопки **Отмена**) окно отображается с пустыми полями и отмененной опцией сохранения настроек.

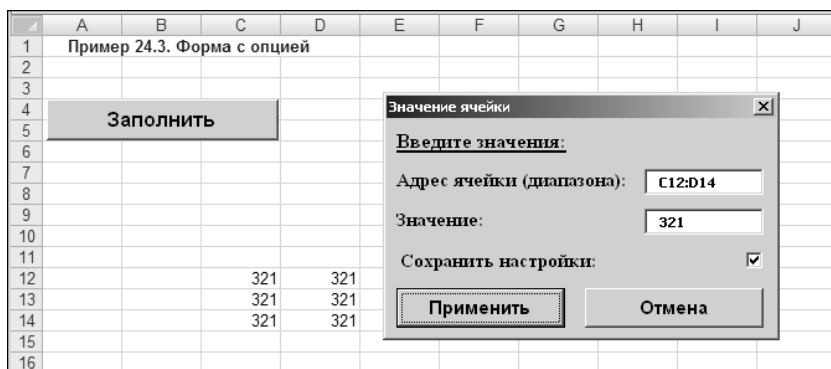


Рис. 24.28. После повторного вызова окна заполнения ячеек оно отображается с настройками прошлого вызова

Пример 24.4. Форма с переключателем

На следующем этапе усовершенствования проекта предусмотрим возможность использования при указании адреса заполняемой ячейки или ячеек не только абсолютных, но и относительных ссылок. Реализуем эту возможность через переключатель на две позиции. На рис. 24.29 показана форма с переключателем для перехода в режимы абсолютных и относительных ссылок.

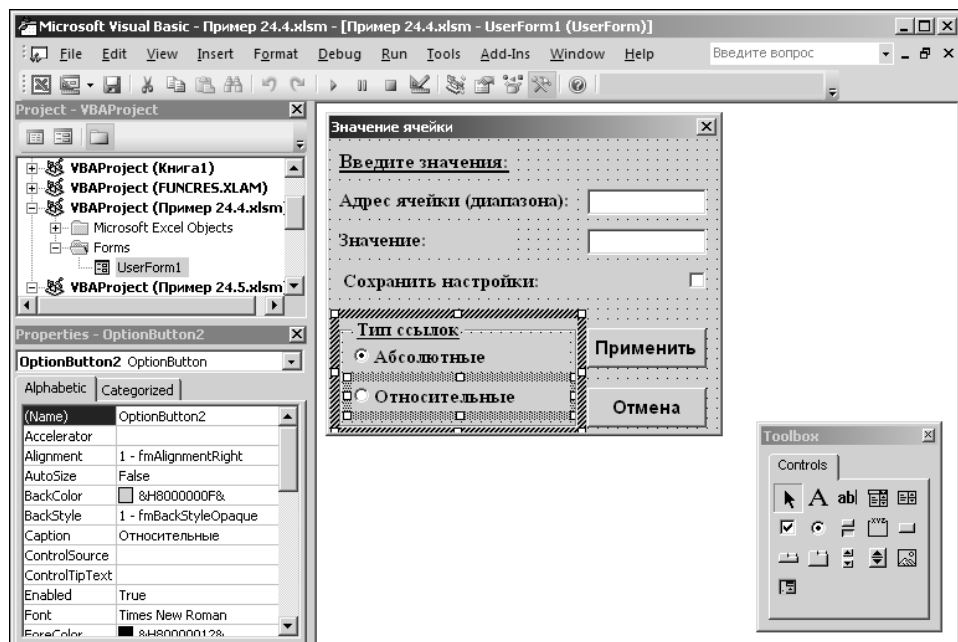


Рис. 24.29. В форму добавлен переключатель

Кроме несущественного изменения позиции уже существующих элементов формы, добавлена рамка (элемент **Frame1** со свойством **Caption** равным **Тип ссылок**), в которую добавляются два элемента для переключателя (элементы **OptionButton1** и **OptionButton2**). Заголовок первого элемента присваиваем значение **Абсолютные**, а заголовок второго — **Относительные**. Значение **Value** элемента **OptionButton1** устанавливаем равным **True**, это означает, что элемент выбран (по умолчанию значение равно **False**).

Программный код обработчика щелчка кнопки **Применить** приведен в листинге 24.7.

Листинг 24.7. Код процедуры CommandButton1_Click() после добавления переключателя в форму

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
    Dim R As String  
    Dim V As Variant  
    Dim B As Boolean  
    B = OptionButton1.Value  
    R = TextBox1.Value  
    V = TextBox2.Value  
    If B Then  
        Range(R).Value = V  
    Else  
        ActiveCell.Range(R).Value = V  
    End If  
    UserForm1.Hide  
    If Not CheckBox1.Value Then  
        Unload UserForm1  
    End If  
End Sub
```

В режиме относительных ссылок вместо команды `Range(R).Value=V` использована команда определения адреса заполняемых ячеек `ActiveCell.Range(R).Value=V`, что обеспечивает адресацию ячеек по отношению к активной на момент запуска формы, т. е. позволяет работать в режиме относительных ссылок. При этом формальная форма ввода адресов ячеек в поле окна не меняется.

Проиллюстрируем процесс работы в режиме относительных ссылок (в использовании абсолютных ссылок ничего особенного нет). На рис. 24.30 показан документ перед щелчком по кнопке **Заполнить** с выделенной ячейкой **B7** (для удобства применена заливка ячейки красным цветом).

Запускаем макрос и в окне **Значение ячейки** выполняем необходимые настройки (рис. 24.31).

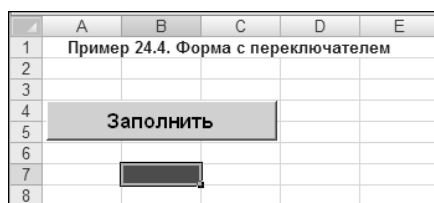


Рис. 24.30. Документ перед запуском макроса

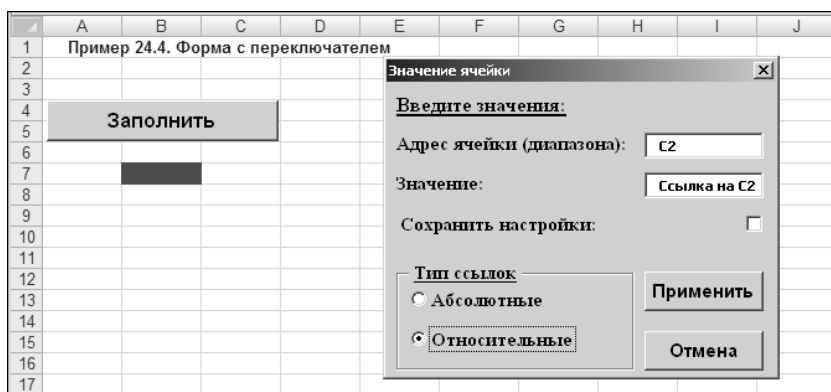


Рис. 24.31. Настройки в окне макроса подразумевают использование относительных ссылок

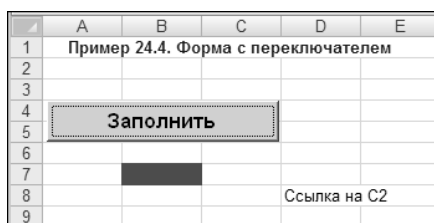


Рис. 24.32. Ячейка определена через относительную ссылку

В частности, переключатель **Тип ссылок** устанавливаем в положение **Относительные**, а в поле адреса ячейки указываем **C2**. Результат показан на рис. 24.32.

Значение заносится в ячейку **D8**. Дело в том, что поскольку ссылки обрабатываются как относительные, то адрес вычисляется по отношению к активной ячейке (т. е. так, как если бы эта ячейка имела адрес **A1**). Правда, описанным способом можно ссылаться лишь на ячейки, находящиеся справа и снизу от активной.

Пример 24.5. Форма с вкладками

В качестве возможного дизайнерского решения изменим вид и структуру формы так, чтобы поля для ввода адреса и значения ячейки и утилиты настроек режимов работы размещались на разных вкладках диалогового окна. Для этого воспользу-

емся элементом **MultiPage1**. Форма с добавленным в нее элементом **MultiPage1** показана на рис. 24.33.

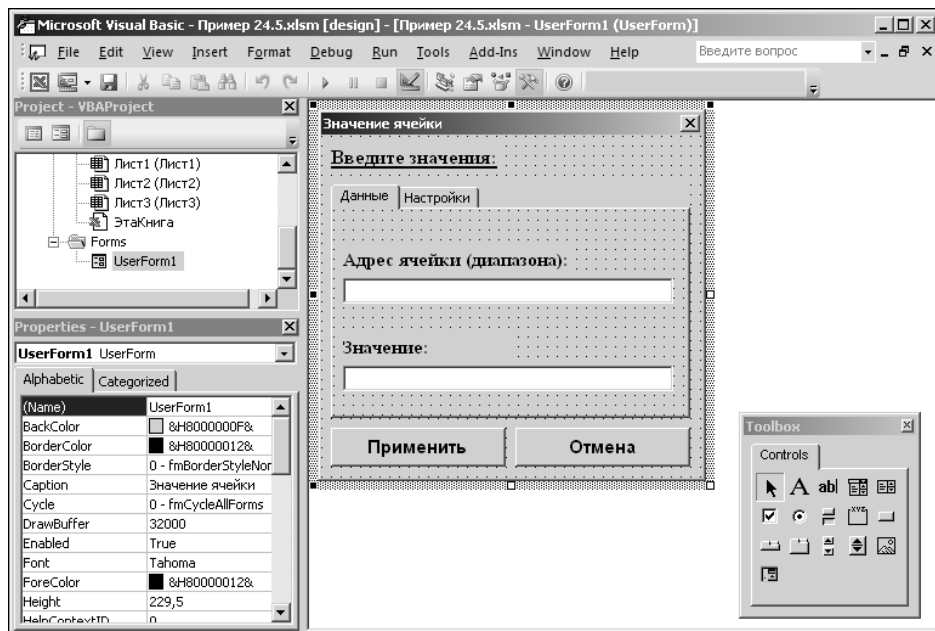


Рис. 24.33. В форме поля и утилиты настроек размещены на разных вкладках

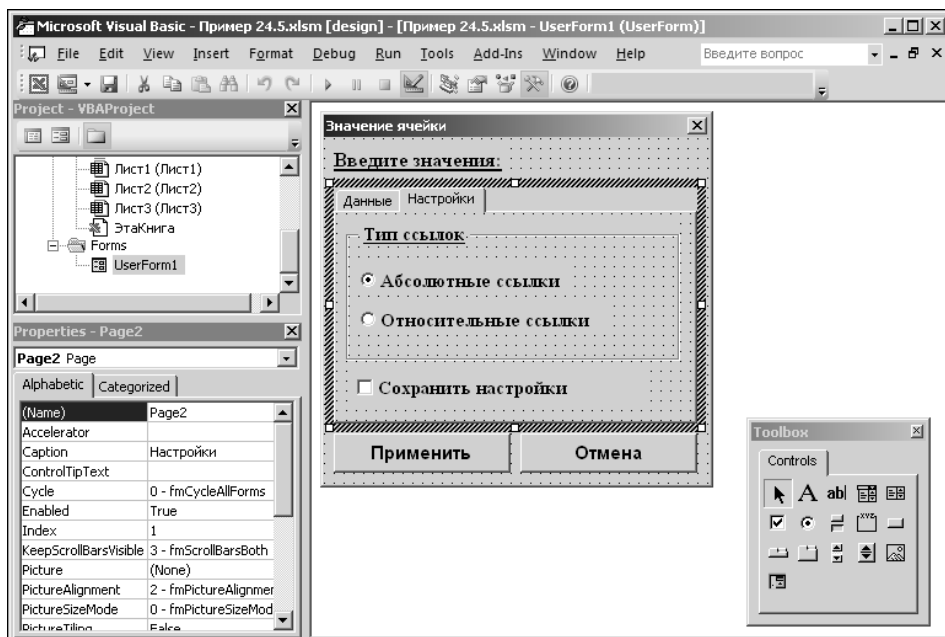


Рис. 24.34. Вкладка формы с утилитами настройки режимов работы

На первой вкладке помещены поля формы для ввода адресов и значений. На второй вкладке представлен переключатель режима абсолютных и относительных ссылок и опция запоминания настроек (рис. 24.34).

Кнопки **Применить** и **Отмена** размещены ниже элемента **MultiPage1**, поэтому видны при любой открытой вкладке. Заголовкам вкладок (свойство **Caption**) присвоены соответственно значения **Данные** и **Настройки**. Как окно выглядит при вызове из рабочего документа, показано на рис. 24.35.

При этом для ввода настроек и рабочих параметров приходится переключать вкладки (рис. 24.36).

Процедуры для обработчиков событий оставляем без изменений, поэтому обсуждать функциональность окна **Значение ячейки** особого смысла не имеет — по сравнению с предыдущим случаем она не изменилась.

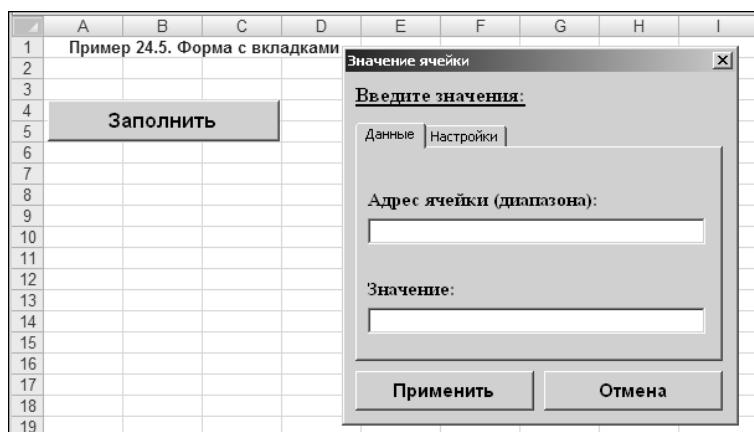


Рис. 24.35. В окне **Значение ячейки** открыта вкладка **Данные**

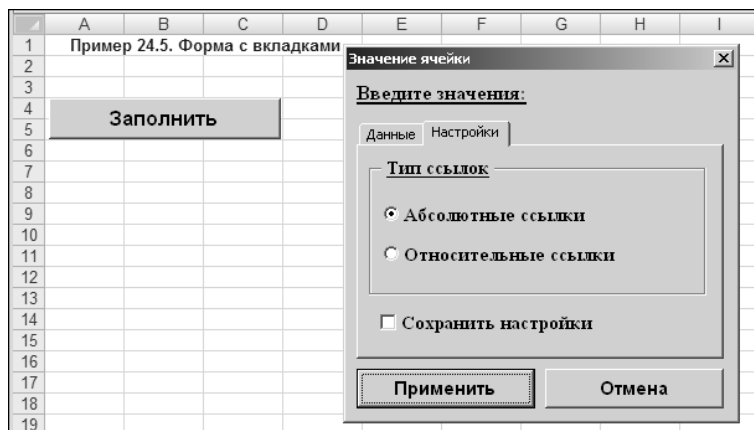
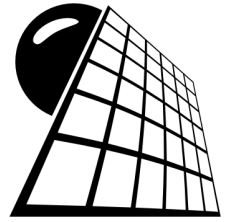


Рис. 24.36. В окне **Значение ячейки** открыта вкладка **Настройки**



Глава 25

Макросы

Макрос представляет собой процедуру, которая выполняется под управлением приложения (а не операционной системы, как обычная программа). Ранее речь о макросах уже шла. Однако все они создавались путем ввода программного кода пользователем в соответствующий модуль проекта. В Excel имеется возможность записывать макросы прямо в окне приложения. На методах записи макросов мы и остановимся. Сразу отметим, что в созданные таким образом макросы можно вносить изменения, оптимизируя их программный код. Это, тем не менее, не умаляет роль записи макросов в окне приложения Excel, поскольку на практике при создании сложных макросов бывает очень удобно предварительно записать базовую последовательность действий в окне Excel, а после этого внести правку в программный код.

Пример 25.1. Запись макроса

Создадим макрос для вычисления гиперболического синуса в диапазоне значений от **0** до **1** с шагом **0,1**. Вместо того чтобы вводить программный код макроса в модуль проекта в редакторе VBA, как это делалось ранее, запишем макрос прямо в окне приложения Excel.

Процедура записи макроса в принципе достаточно проста. Выполняется переход в режим записи макроса, пользователь выполняет необходимые действия и затем выходит из указанного режима. Покажем, как это осуществляется на практике.

В первую очередь, переходим в режим записи макроса. Для этого на вкладке **Разработчик** в группе **Код** щелкнем на пиктограмме **Запись макроса** (рис. 25.1).

Можно также щелкнуть на пиктограмме записи макроса в строке состояния. В результате откроется диалоговое окно **Запись макроса**, в котором в поле **Имя макроса** указывают имя макроса, в поле **Описание** вводится комментарий для макроса, а в поле **Сочетание клавиш** можно указать клавишу, нажатие которой (в комбинации с клавишей <Ctrl>) будет приводить к запуску макроса (рис. 25.2).

Макрос называется `My_sinh()`, а "горячей" комбинацией клавиш для макроса указана комбинация <Ctrl>+<A>. В окне также есть раскрывающийся список **Сохранить в** для определения способа записи макроса (это влияет на его доступность).

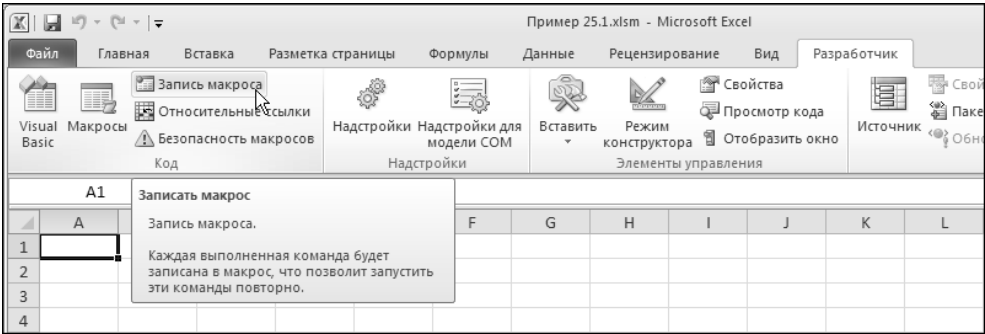


Рис. 25.1. Переход в режим записи макроса

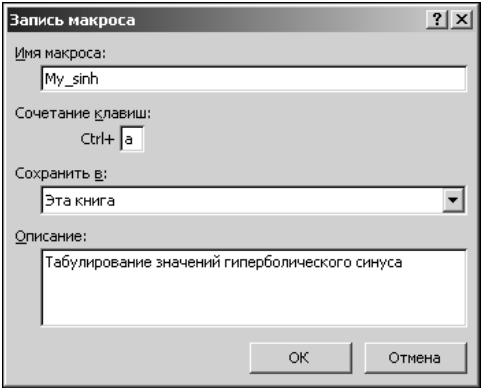


Рис. 25.2. Окно для ввода названия, "горячей" комбинации клавиш и комментария к макросу

После перехода в режим записи макроса выполняем щелчок на ячейке **A1** (даже если на момент перехода в режим записи макроса эта ячейка уже была выделена, как на рис. 25.1). Причина такой настойчивости будет объяснена позже при анализе программного кода. В ячейку **A1** вводим текст **Аргумент**, а в ячейку **B1** — **Функция** (рис. 25.3).

Далее выделяем диапазон ячеек **A1:B1** и применяем специальное форматирование: полужирный шрифт белого цвета на черном фоне (рис. 25.4).

B1		Функция			
A	B	C	D	E	
1	Аргумент	Функция			
2					
3					

Рис. 25.3. В ячейки **A1:B1** введены названия полей

A1		Аргумент			
A	B	C	D	E	
1	Аргумент	Функция			
2					

Рис. 25.4. К ячейкам **A1:B1** применен специальный формат

В ячейку **A2** вводим значение **0**, а в ячейку **A3** — значение **0,1**. Диапазон ячеек **A2:A3** выделяется для автоматического заполнения остальных ячеек (рис. 25.5).

Процесс автоматического заполнения диапазона ячеек **A2:A12** показан на рис. 25.6.

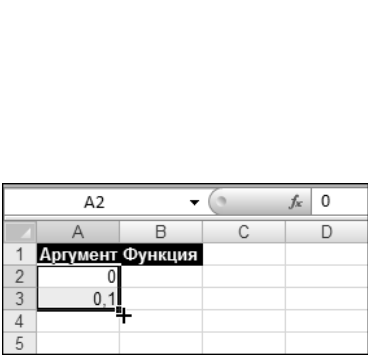
В ячейку **B2** вводится формула **=SINH(A2)** (рис. 25.7).

Формула копируется во все остальные ячейки диапазона **B2:B12** (рис. 25.8).

Выделим ячейку **B12** и щелкнем на пиктограмме **Остановить запись** (альтернативная пиктограмма есть в строке состояния), в результате чего запись макроса прекращается (рис. 25.9).

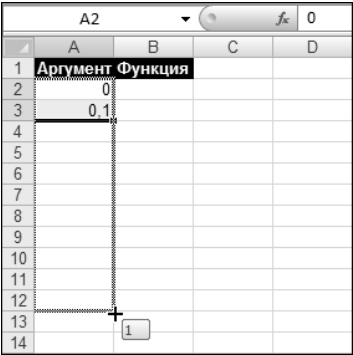
Программный код созданного макроса в окне редактора VBA показан на рис. 25.10.

Более детально код макроса можно изучить в листинге 25.1.



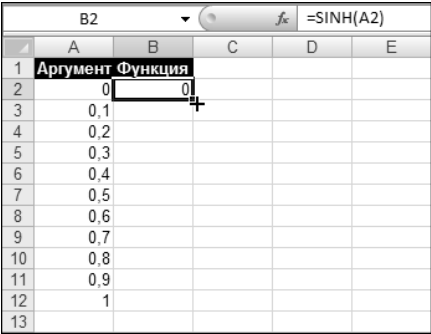
	A	B	C	D
1	Аргумент	Функция		
2	0			
3	0.1			
4				
5				

Рис. 25.5. Ввод начальных значений для аргумента функции



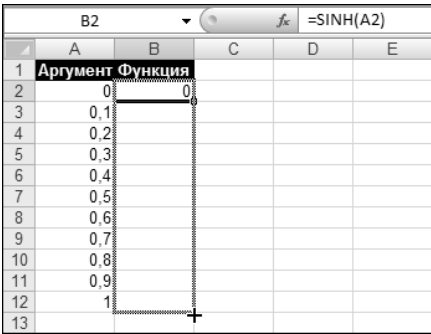
	A	B	C	D
1	Аргумент	Функция		
2	0			
3	0.1			
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

Рис. 25.6. Ввод значений аргумента методом автоматического заполнения



	A	B	C	D	E
1	Аргумент	Функция			
2	0				
3	0.1				
4	0.2				
5	0.3				
6	0.4				
7	0.5				
8	0.6				
9	0.7				
10	0.8				
11	0.9				
12	1				
13					

Рис. 25.7. Ввод формулы для вычисления функции по аргументу



	A	B	C	D	E
1	Аргумент	Функция			
2	0				
3	0.1				
4	0.2				
5	0.3				
6	0.4				
7	0.5				
8	0.6				
9	0.7				
10	0.8				
11	0.9				
12	1				
13					

Рис. 25.8. Вычисление значений функции для разных аргументов методом автоматического копирования формулы в диапазон ячеек

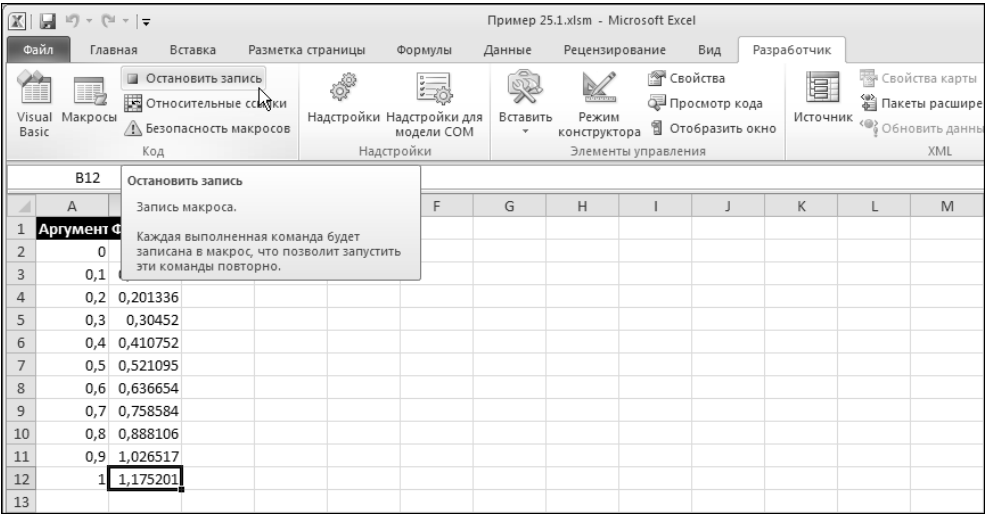


Рис. 25.9. Конечная стадия записи макроса

Листинг 25.1. Программный код макроса My_sinh()

```
Sub My_sinh()  
'  
' My_sinh Macro  
' Табулирование значений гиперболического синуса  
'  
' Keyboard Shortcut: Ctrl+a  
'  
  
Range("A1").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Аргумент"  
Range("B1").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Функция"  
Range("A1:B1").Select  
Selection.Font.Bold = True  
With Selection.Font  
    .ThemeColor = 1  
    .TintAndShade = 0  
End With  
With Selection.Interior  
    .Pattern = xlSolid  
    .PatternColorIndex = 56  
    .ThemeColor = 2  
    .TintAndShade = 0  
End With  
End Sub
```

```

.PatternTintAndShade = 0
End With
Range("A2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"
Range("A3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.1"
Range("A2:A3").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("A2:A12"), Type:=xlFillDefault
Range("A2:A12").Select
Range("B2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SINH(RC[-1])"
Range("B2").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("B2:B12"), Type:=xlFillDefault
Range("B2:B12").Select
Range("B12").Select
End Sub

```

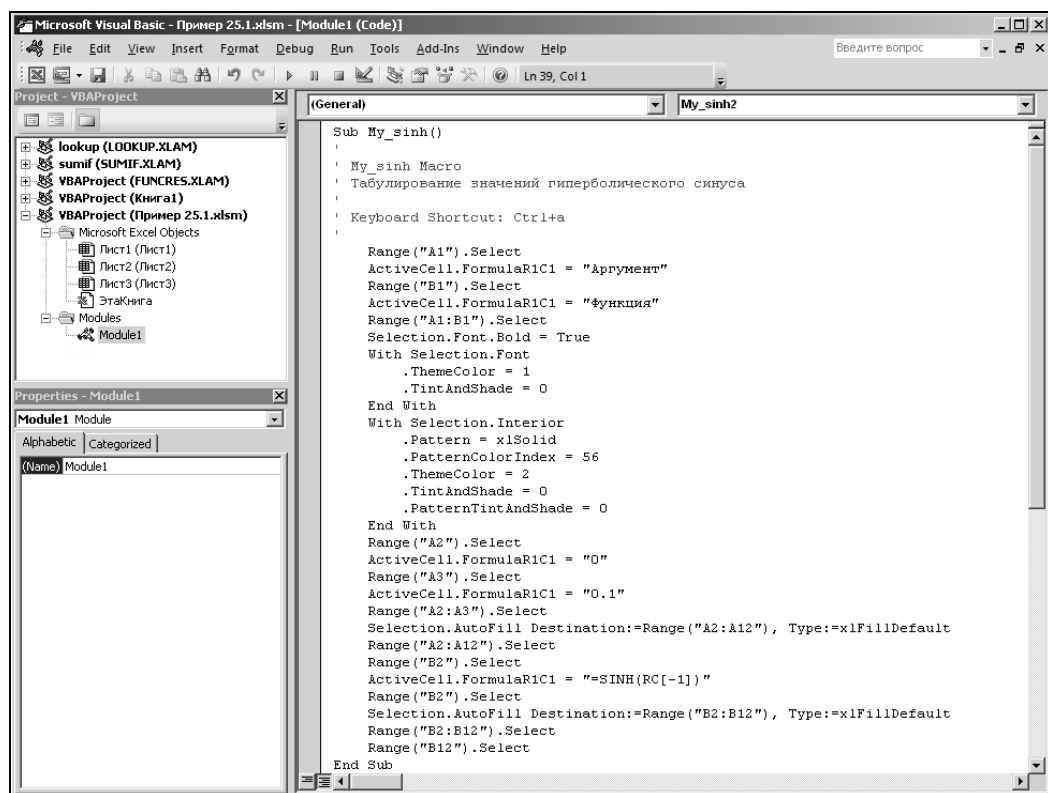


Рис. 25.10. Окно редактора VBA с программным кодом созданного макроса

Если не считать формального заголовка макроса и комментариев, то начинается он с команды `Range("A1").Select`. Эта команда выделения ячейки **A1** появилась благодаря щелчку на ячейке **A1**, о котором речь уже шла. Если бы команды не было, то сразу бы выполнялась команда `ActiveCell.FormulaR1C1 = "Аргумент"` и слово **Аргумент** вводилось бы не в ячейку **A1**, а в ту, что была активна на момент запуска макроса. В данном же случае, какая ячейка активна при запуске макроса, особого значения не имеет. На рис. 25.11 выделена ячейка **C2** листа **Лист2**.

Запускаем макрос (например, нажав комбинацию клавиш `<Ctrl>+<A>`) и получаем результат, как на рис. 25.12.

Как видим, результат именно тот, который следовало получить. Однако приведенный выше программный код макроса отнюдь не является оптимальным. Его можно существенно упростить.

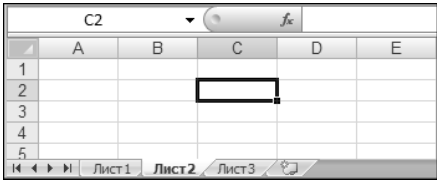


Рис. 25.11. Перед запуском макроса выделена ячейка **C2** листа **Лист2**

B12		fx =SINH(A12)			
	A	B	C	D	E
1	Аргумент	Функция			
2	0	0			
3	0.1	0.100167			
4	0.2	0.201336			
5	0.3	0.30452			
6	0.4	0.410752			
7	0.5	0.521095			
8	0.6	0.636654			
9	0.7	0.758584			
10	0.8	0.888106			
11	0.9	1.026517			
12	1	1.175201			
13					

Рис. 25.12. Результат выполнения макроса

Пример 25.2. Оптимизация программного кода

Как правило, записанный макрос содержит среди прочего и команды, без которых можно вполне обойтись. Такая же ситуация имеет место и в отношении созданного в предыдущем примере макроса. Его программный код можно существенно оптимизировать. В новом варианте этот макрос может выглядеть так, как показано в листинге 25.2 (для удобства название макроса заменено на `My_sinh2()`).

Листинг 25.2. Программный код макроса `My_sinh2()`

```
Sub My_sinh2()  
    Range("A1").FormulaR1C1 = "Аргумент"  
    Range("B1").FormulaR1C1 = "Функция"
```

```

Range("A1:B1").Font.Bold = True
With Range("A1:B1").Font
    .ThemeColor = 1
    .TintAndShade = 0
End With
With Range("A1:B1").Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = 56
    .ThemeColor = 2
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Range("A2").FormulaR1C1 = "0"
Range("A3").FormulaR1C1 = "0.1"
Range("A2:A3").AutoFill Destination:=Range("A2:A12"), Type:=xlFillDefault
Range("B2").FormulaR1C1 = "=SINH(RC[-1])"
Range("B2").AutoFill Destination:=Range("B2:B12"), Type:=xlFillDefault
Range("B12").Select
End Sub

```

Оптимизация в основном свелась к тому, что в программном коде макроса удалены лишние инструкции по выделению диапазонов ячеек. Например, вместо последовательности инструкций `Range("A2:A3").Select` и `Selection.AutoFill Destination:=Range("A2:A12"), Type:=xlFillDefault` использована команда `Range("A2:A3").AutoFill Destination:=Range("A2:A12"), Type:=xlFillDefault`. Таким образом, автоматическое заполнение ячеек на основе значений ячеек **A2:A3** выполняется без предварительного выделения этого диапазона. Это же замечание относится и к выполнению настроек формата ячеек заголовка. Ячейка выделяется только один раз — последней командой макроса активной становится ячейка **B12**.

По функциональности отредактированный макрос не уступает исходному, однако программный код первого существенно проще. Особенности работы макроса `My_sinh2()` можно проследить, запустив его на выполнение. Результат выполнения макроса `My_sinh2()` такой же, как и макроса `My_sinh()`.

Пример 25.3. Запись макроса с относительными ссылками

Ранее при записи макроса ссылки на ячейки вводились как абсолютные. Для того чтобы при записи макроса ссылки интерпретировались как относительные, необходимо перейти в специальный режим записи макроса с относительными ссылками. Переход осуществляется щелчком на пиктограмме **Относительные ссылки** в группе **Код** вкладки **Разработчик** (рис. 25.13).

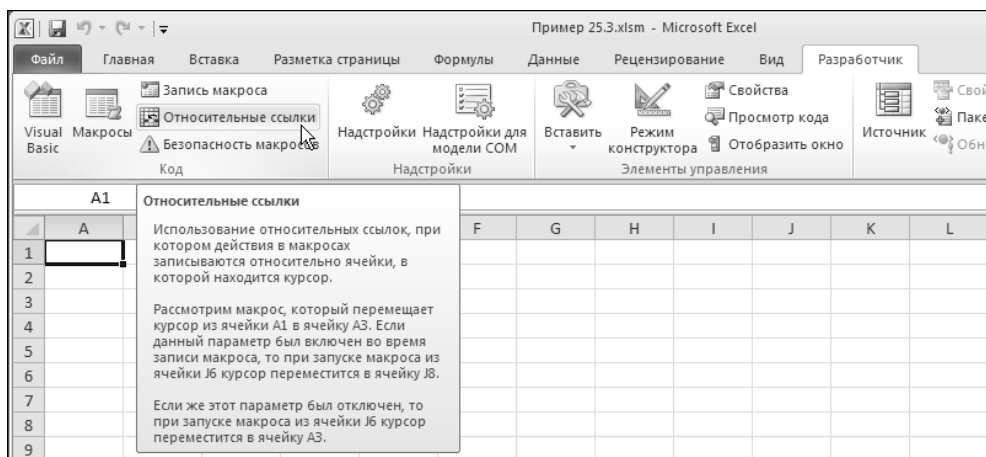


Рис. 25.13. Переход в режим относительных ссылок

В процессе записи макроса переход в режим относительных ссылок и выход из этого режима можно совершать по мере необходимости, так что проблем с записью нужного типа ссылок обычно не возникает.

В качестве иллюстрации к созданию макросов с относительными ссылками путем записи последовательности команд в рабочем документе рассмотрим создание макроса, которым для значения активной на момент запуска макроса ячейки вычисляется линейная функция от аргумента, указанного в активной ячейке. В частности, если через x обозначить значение активной ячейки, то справа от нее будет вводиться значение, вычисляемое по формуле вида $Ax + B$, где параметры A и B предварительно занесены в predetermined ячейки документа.

Исходный документ перед началом записи макроса показан на рис. 25.14.

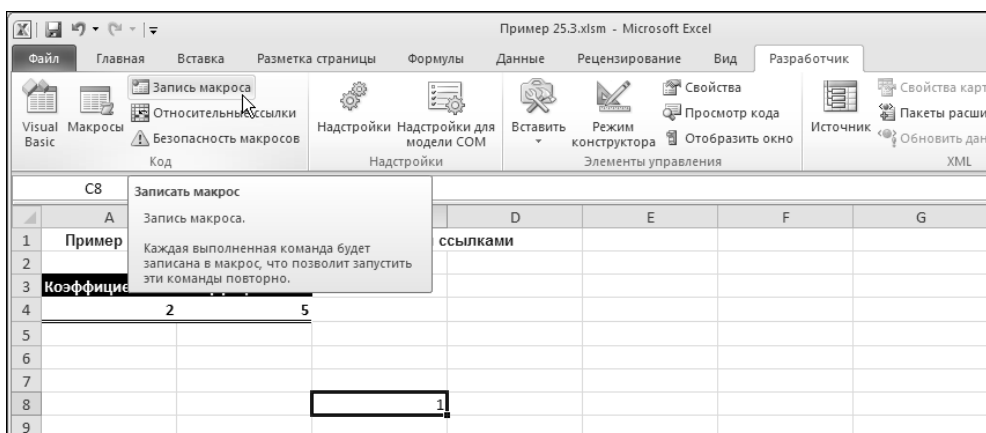


Рис. 25.14. Документ перед началом записи макроса

Выделенная ячейка **C8** содержит единичное значение, а коэффициенты *A* и *B* указаны в ячейках **A4** и **B4** соответственно (значения **2** и **5**). После щелчка на пиктограмме **Запись макроса** начинаем запись макроса с ввода его имени (назовем макрос **LinearFunc**) и "горячего" сочетания клавиш (**<Ctrl>+<A>**), как показано на рис. 25.15.

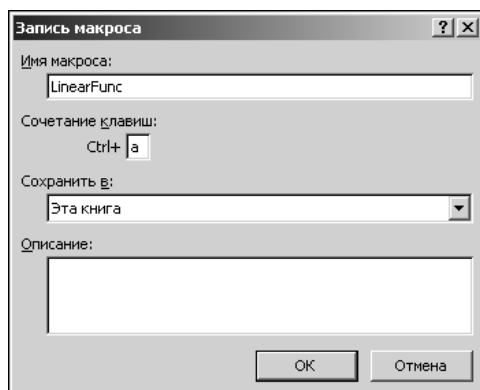


Рис. 25.15. Окно ввода названия макроса

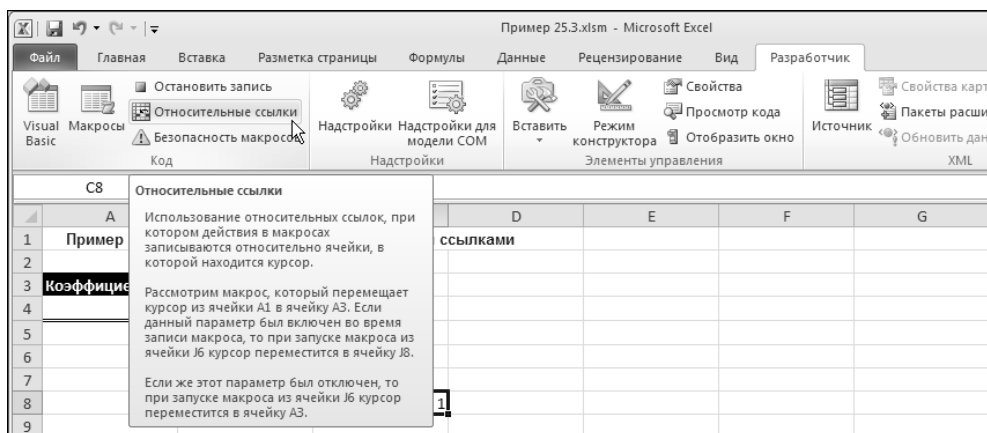


Рис. 25.16. Переход в режим относительных ссылок

Далее следует перейти в режим относительных ссылок (рис. 25.16).

Щелчком на ячейке справа от активной и введем туда формулу $=C8*A\$4+B\4 (рис. 25.17).

Обращаем внимание, что ссылки на ячейки с коэффициентами линейной зависимости вводятся как абсолютные. После ввода формулы следует перейти в режим абсолютных ссылок (рис. 25.18).

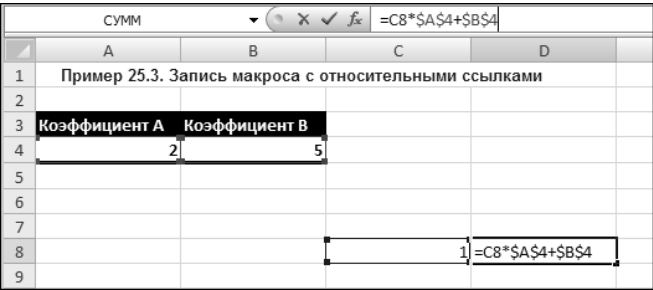


Рис. 25.17. Ввод формулы в ячейку

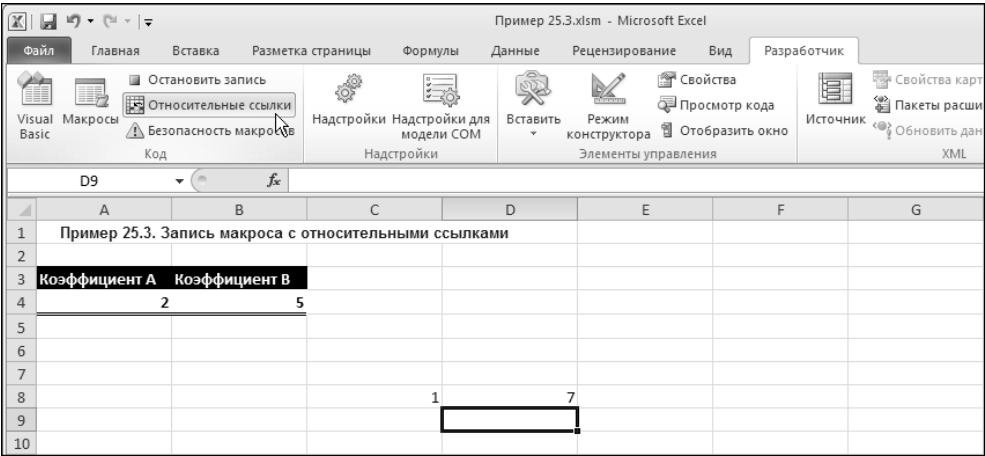


Рис. 25.18. Переход в режим абсолютных ссылок

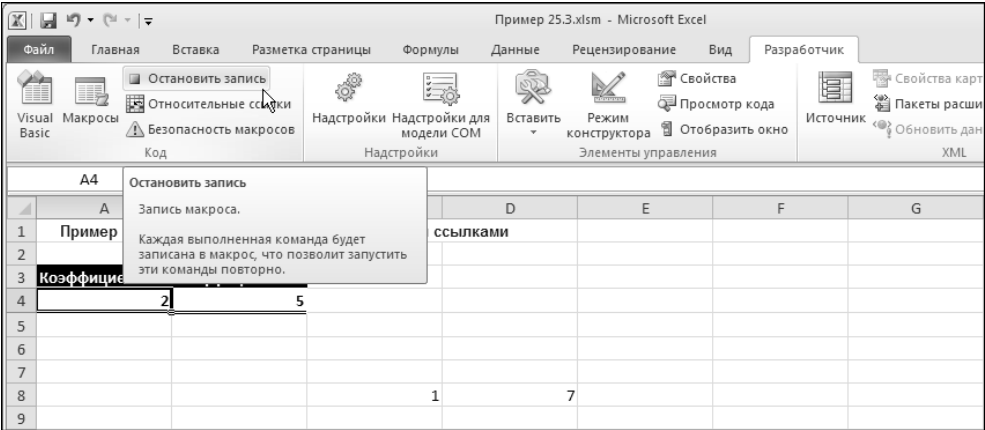


Рис. 25.19. Завершение записи макроса

Наконец, выделяем ячейку **A4** и завершаем запись макроса (рис. 25.19).
Программный код созданного макроса приведен в листинге 25.3.

Листинг 25.3. Код макроса LinearFunc ()

```
Sub LinearFunc()  
' LinearFunc Macro  
' Keyboard Shortcut: Ctrl+a  
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-1]*R4C1+R4C2"  
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select  
Range("A4").Select  
End Sub
```

Чтобы проверить работу макроса, выделим ячейку **B6** и введем туда значение **2** (рис. 25.20).
После запуска макроса получаем результат, представленный на рис. 25.21.

	B6			
1	Пример 25.3. Запись макроса с относительными ссылками			
2				
3	Коэффициент А	Коэффициент В		
4	2	5		
5				
6		2		
7				

Рис. 25.20. Документ перед запуском макроса

	A4			
1	Пример 25.3. Запись макроса с относительными ссылками			
2				
3	Коэффициент А	Коэффициент В		
4	2	5		
5				
6		2	9	
7				

Рис. 25.21. Результат выполнения макроса

Заполнена ячейка справа от той, что была активной на момент запуска макроса. Чтобы проверить, что в эту ячейку введена корректная формула, выделим ее (рис. 25.22).

	C6		=B6*\$A\$4+\$B\$4	
	A	B	C	D
1	Пример 25.3. Запись макроса с относительными ссылками			
2				
3	Коэффициент А	Коэффициент В		
4	2	5		
5				
6		2	9	
7				

Рис. 25.22. Проверка значения ячейки с формулой

Формула введена вполне корректно: абсолютные ссылки на ячейки с коэффициентами линейной зависимости не изменились, а относительная ссылка для аргумента зависимости указывает на ячейку слева от той, куда вводилась формула.

Пример 25.4. Добавление кнопки запуска макроса на панель быстрого доступа

Даже несмотря на то, что для запуска макросов могут использоваться "горячие" комбинации клавиш, наиболее удобный способ подразумевает наличие специальной кнопки на панели быстрого доступа.

Чтобы добавить кнопку запуска созданного в предыдущем примере макроса, откроем окно настроек приложения **Параметры Excel** в разделе **Панель быстрого доступа**, а в поле-списке **Выбрать команды из** выберем пункт **Макросы** (рис. 25.23).

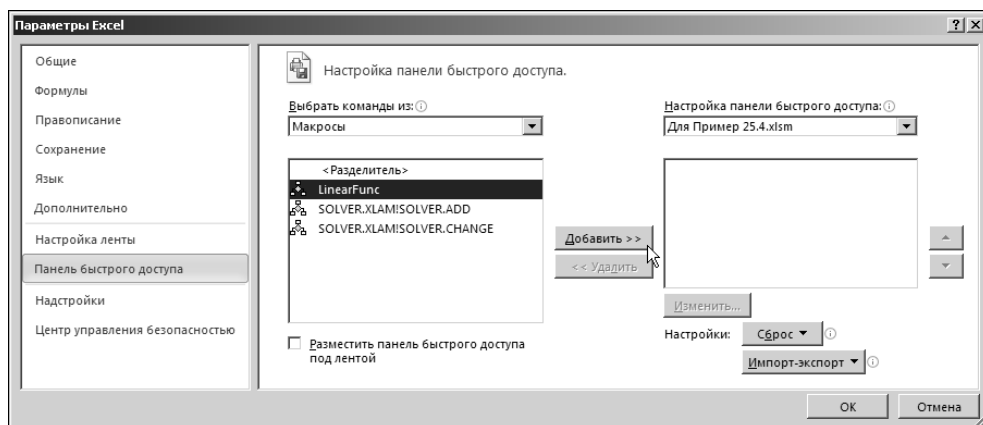


Рис. 25.23. Добавление кнопки макроса на панель быстрого запуска

В нижнем списке выбираем пункт, соответствующий макросу, и щелчком на кнопке **Добавить** (см. рис. 25.23), после чего название макроса появляется в списке справа среди названий команд панели быстрого доступа (рис. 25.24). При этом

справа в списке **Настройка панели быстрого доступа** для должно быть выбрано название текущего рабочего документа. В соответствующем поле (на рис. 25.23 оно пустое) отображаются дополнительные пиктограммы на панели быстрого доступа для данного документа.

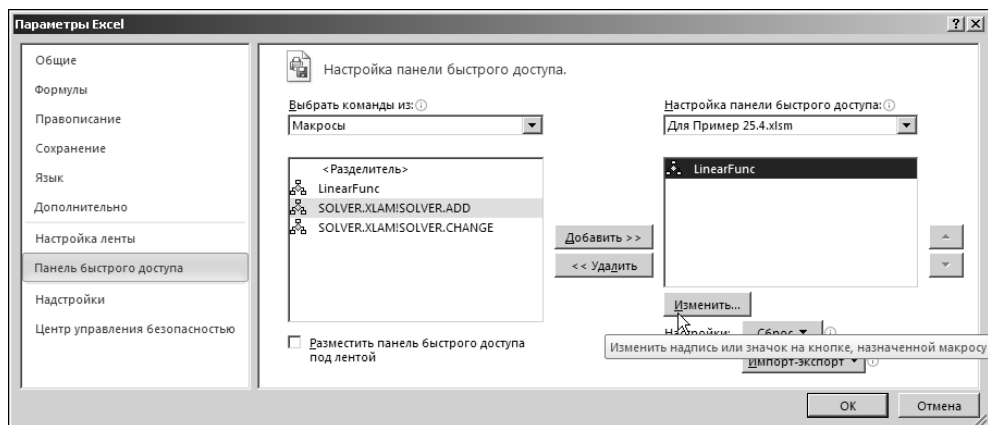


Рис. 25.24. Изменение вида кнопки макроса

Пиктограммы кнопок и подсказки для макросов пользователя можно редактировать, для чего нажимаем кнопку **Изменить** (см. рис. 25.24). Откроется окно, в котором выберем пиктограмму для кнопки макроса и введем в поле **Отображаемое имя** подсказку для макроса (рис. 25.25).

Настройки этого окна для рассматриваемого случая показаны на рис. 25.26.

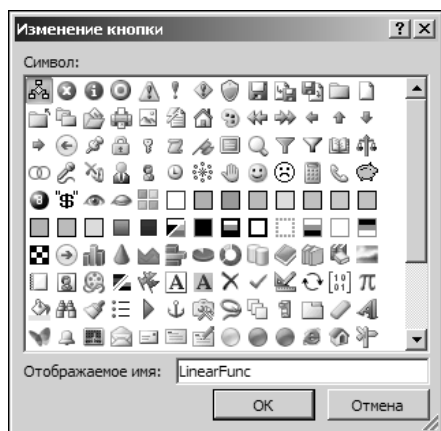


Рис. 25.25. Окно настроек вида кнопки макроса

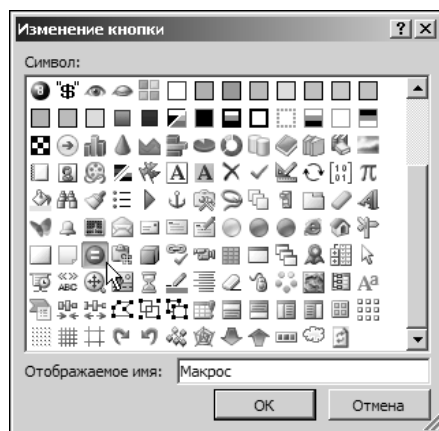


Рис. 25.26. Настройки в окне вида кнопки макроса

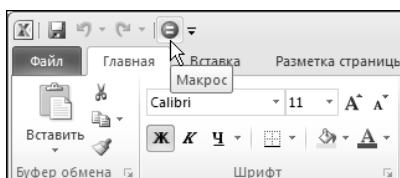


Рис. 25.27. Кнопка макроса добавлена на панель быстрого запуска

После их применения на панель быстрого доступа добавляется специальная кнопка, щелчок которой приводит к запуску макроса. Панель с кнопкой запуска макроса показана на рис. 25.27.

В данном случае кнопка отображается на панели только текущего рабочего документа. В принципе можно сделать так, чтобы эти настройки были общими для всех книг: режим, напомним, устанавливается в раскрывающемся списке **Настройка панели быстрого доступа** для в окне настроек приложения **Параметры Excel** (см. рис. 25.24).

Пример 25.5. Настройки безопасности

Макросы, и в первую очередь, созданные пользователем, потенциально опасны, поскольку результат их выполнения далеко не всегда можно предугадать. Чтобы свести к минимуму риски, связанные с использованием активного содержимого документов, в том числе и макросов, используется система настроек безопасности. Чтобы запустить утилиту настроек безопасности, щелчком на пиктограмме **Безопасность макросов** в разделе **Код** вкладки **Разработчик** (рис. 25.28).

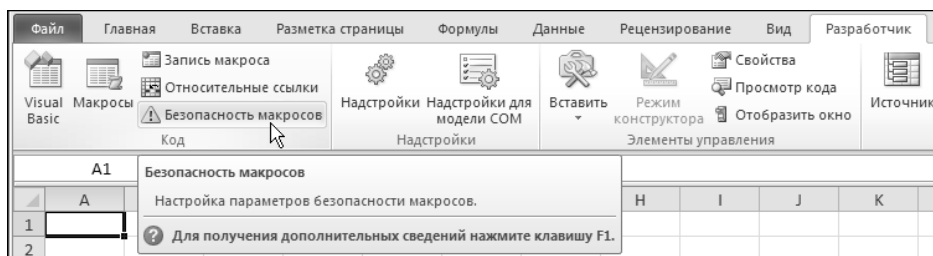


Рис. 25.28. Использование пиктограммы **Безопасность макросов** для запуска утилиты настроек безопасности

Откроется диалоговое окно **Центр управления безопасностью**, в котором несколько разделов (рис. 25.29).

В части макросов интерес представляет раздел **Параметры макросов**, в котором имеется переключатель для установки режима допустимой активности макросов и опции в нижней части перехода в режим доступа к объектной модели VBA. Например, можно установить очень жесткий режим запрета использования всех

макросов, причем безо всяких предварительных уведомлений пользователя. Режим надежный, но злоупотреблять им не стоит. В прочих разделах окна задаются настройки безопасности для надстроек, программных продуктов сторонних производителей, папок для хранения рабочих файлов и пр.

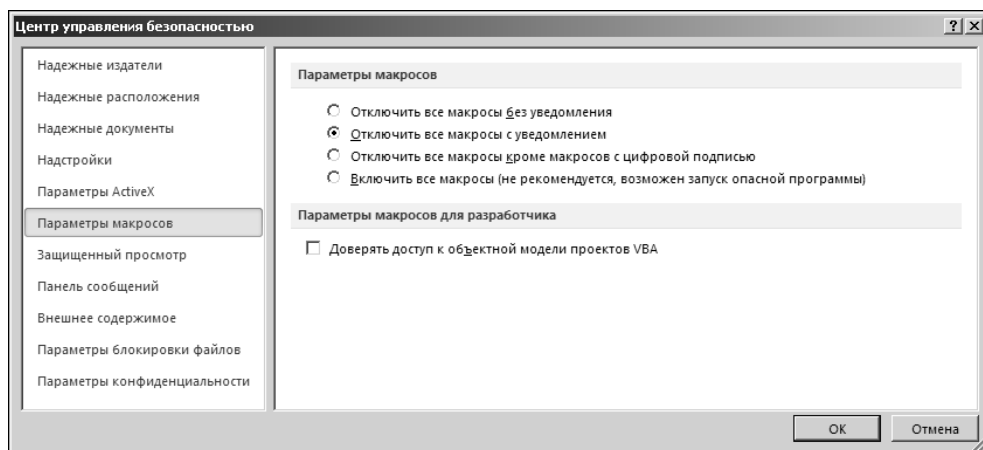
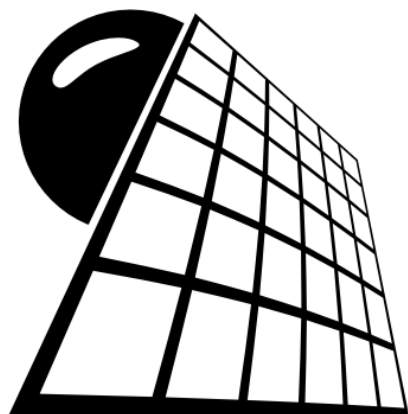


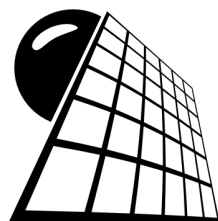
Рис. 25.29. Окно настроек безопасности **Центр управления безопасностью**



ЧАСТЬ VI

Задачи

Глава 26



Уравнения и системы

Приложение Excel может использоваться для решения разнообразных задач. Особый класс среди них составляют уравнения и системы уравнений. Причем решать уравнения могут самыми разными методами: от встроенных процедур и утилит Excel до специально разработанных пользователем процедур.

Пример 26.1. Решение уравнения с помощью утилиты *Подбор параметра*

Найдем решение квадратного уравнения $x^2 - 4x + 3 = 0$ с помощью утилиты **Подбор параметра**. У соответствующего полинома два корня: 1 и 3. Их нужно найти. Для этого создаем рабочий документ Excel, в который, помимо текста и формул, вводим начальное приближение для искомого корня (значение **0** в ячейке C5) и формулу $=C5^2 - 4 * C5 + 3$ в ячейку C7 для вычисления по значению переменной в ячейке C5 полинома, соответствующего решаемому уравнению (рис. 26.1).

Далее запускаем утилиту **Подбор параметра** (вкладка **Данные**, группа **Работа с данными**, см. рис. 26.1). В открывшемся одноименном диалоговом окне указываем: целевая ячейка C7 (поле **Установить в ячейке**), значение целевой ячейки **0** (поле **Значение**), изменяемая ячейка C5 (поле **Изменяя значение ячейки**). Диалоговое окно **Подбор параметра** с выполненными настройками показано на рис. 26.2.

После щелчка по кнопке **ОК** получаем вполне приемлемый результат (рис. 26.3).

С неплохой точностью найден меньший корень уравнения. Чтобы найти второй корень, необходимо перед активизацией утилиты **Подбор параметра** указать в изменяемой ячейке иное начальное приближение. На рис. 26.4 в ячейку C5 введено начальное значение 5.

После запуска утилиты **Подбор параметра** получаем еще одно решение уравнения (рис. 26.5).

В использованном для решения уравнения подходе очевидными становятся два недостатка. Во-первых, нет уверенности в том, что найдены все корни уравнения. Кроме того, даже если известно общее количество решений, не всегда возможно точно предугадать, какое из решений будет найдено. Во-вторых, не очень удобно

каждый раз запускать утилиту **Подбор параметра** и выполнять настройки. Если настройки разные — то тут уж никуда не денешься. Но если настройки одни и те же (меняется только начальное значение изменяемой ячейки), то желательно процесс автоматизировать, учитывая, что значение ячейки изменяется в рабочем документе, а не в окне настроек.

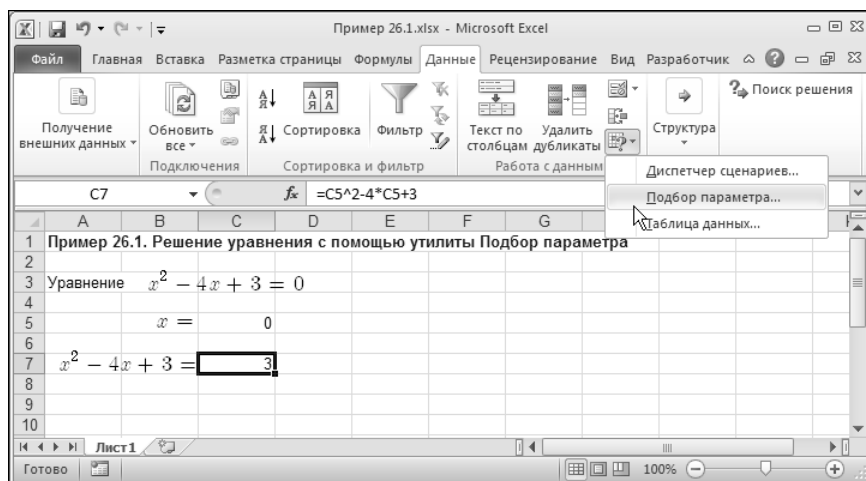


Рис. 26.1. Ввод исходных данных и запуск утилиты **Подбор параметра**

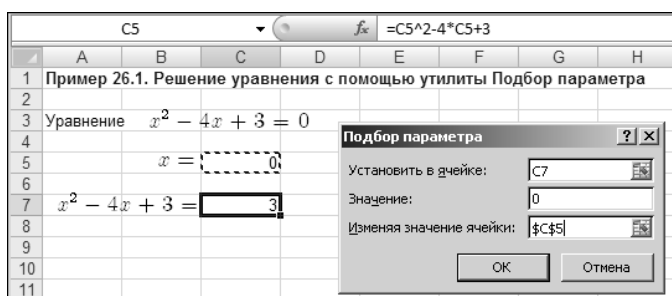


Рис. 26.2. Ввод параметров поиска корня в диалоговом окне **Подбор параметра**

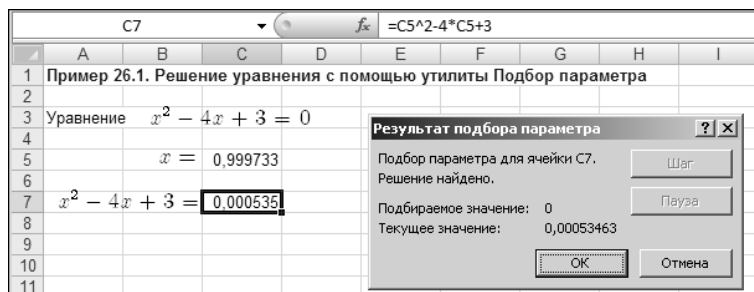


Рис. 26.3. Результат поиска решения

C7		fx		=C5^2-4*C5+3				
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 26.1. Решение уравнения с помощью утилиты Подбор параметра							
2								
3	Уравнение	$x^2 - 4x + 3 = 0$						
4								
5		$x =$	5					
6								
7	$x^2 - 4x + 3 =$		8					
8								

Рис. 26.4. Введено начальное приближение для поиска корня

C7		fx		=C5^2-4*C5+3				
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 26.1. Решение уравнения с помощью утилиты Подбор параметра							
2								
3	Уравнение	$x^2 - 4x + 3 = 0$						
4								
5		$x =$	3,000057					
6								
7	$x^2 - 4x + 3 =$		0,000114					
8								

Рис. 26.5. Найден второй корень квадратного уравнения

Пример 26.2. Решение уравнения в автоматическом режиме

Рассмотрим решение того же самого уравнения, но теперь несколько иным методом. В рабочем документе поместим кнопку, создадим макрос и этот макрос назначим кнопке. Для решения уравнения достаточно будет ввести начальное приближение и щелкнуть по кнопке. Готовый действующий документ с кнопкой **Решить уравнение** показан на рис. 26.6.

По большому счету, к документу из *примера 26.1* лишь добавлена кнопка. Напомним, что добавить кнопку в документ можно с помощью пиктограммы **Вставить** раздела **Элементы управления** вкладки **Разработчик**. Кнопке назначен макрос Equation(), программный код которого приведен в листинге 26.1.

Листинг 26.1. Программный код макроса Equation()

```
Sub Equation()  
    Range("C7").GoalSeek Goal:=0, ChangingCell:=Range("C5")  
End Sub
```

Макрос исключительно прост и состоит из единой командной строки: Range("C7").GoalSeek Goal:=0, ChangingCell:=Range("C5"). В соответствии с этой командой для диапазона ячеек Range("C7") (т. е. целевой ячейки **C7**) вызывается

метод GoalSeek с аргументами: значение ячейки **0** (инструкция Goal:=0), изменяемая ячейка **C5** (инструкция ChangingCell:=Range("C5")). Таким образом, после щелчка по кнопке **Решить уравнение** значение ячейки **C5** будет изменяться так, чтобы значение в ячейке **C7** стало равным нулю. Процедура поиска решения выглядит так: в ячейку **C5** введем начальное приближение и нажмем кнопку. На рис. 26.7 показан результат вычисления корня при начальном значении **0** в ячейке **C5**.

C7		fx		=C5^2-4*C5+3			
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 26.2. Решение уравнения в автоматическом режиме						
2							
3	Уравнение	$x^2 - 4x + 3 = 0$					
4							
5		$x =$	0				
6							
7		$x^2 - 4x + 3 =$	3				
8							
9		Решить уравнение					
10							
11							

Рис. 26.6. Документ с кнопкой **Решить уравнение** для решения уравнения в автоматическом режиме

C7		fx		=C5^2-4*C5+3			
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 26.2. Решение уравнения в автоматическом режиме						
2							
3	Уравнение	$x^2 - 4x + 3 = 0$					
4							
5		$x =$	0,999733				
6							
7		$x^2 - 4x + 3 =$	0.000535				
8							
9		Решить уравнение					
10							
11							

Рис. 26.7. Результат вычислений при начальном значении **0** в изменяемой ячейке **C5**

Если в изменяемой ячейке указать начальное значение **5**, как и в *примере 26.1*, находим второй корень уравнения (рис. 26.8).

Таким образом, решения найдены те же, только теперь они вычисляются намного быстрее (за счет уменьшения времени на ввод расчетных параметров).

Созданный документ можно использовать и для решения других уравнений. Для этого достаточно переопределить формулу в ячейке **C7**. Например, чтобы решить уравнение $\cos(x) = x$ в ячейку **C7** введем формулу **=C5-COS(C5)** (рис. 26.9).

Кроме измененной формулы, в представленном документе внесены правки в формулы, использованные для символического представления решаемых уравнений. Но эта процедура имеет исключительно декоративное назначение. После нажатия кнопки **Решить уравнение** получаем результат, представленный на рис. 26.10.

		C7		fx		=C5^2-4*C5+3	
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 26.2. Решение уравнения в автоматическом режиме						
2							
3	Уравнение	$x^2 - 4x + 3 = 0$					
4							
5		$x =$	3,000057				
6							
7		$x^2 - 4x + 3 =$	0.000114				
8							
9	Решить уравнение						
10							
11							

Рис. 26.8. Результат вычислений при начальном значении 5 в изменяемой ячейке C5

		C7		fx		=C5-COS(C5)	
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 26.2. Решение уравнения в автоматическом режиме						
2							
3	Уравнение	$\cos(x) = x$					
4							
5		$x =$	0				
6							
7		$x - \cos(x) =$	-1				
8							
9	Решить уравнение						
10							
11							

Рис. 26.9. Созданный документ используем для решения нового уравнения

		C7		fx		=C5-COS(C5)	
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 26.2. Решение уравнения в автоматическом режиме						
2							
3	Уравнение	$\cos(x) = x$					
4							
5		$x =$	0,739062				
6							
7		$x - \cos(x) =$	-3.8E-05				
8							
9	Решить уравнение						
10							
11							

Рис. 26.10. Найдено решение уравнения

К сожалению, устранить проблему с автоматическим вычислением всех корней уравнения (для уравнений произвольного вида) так просто не удастся, и причина не в возможностях Excel, а обусловлена математической сложностью такой задачи.

Пример 26.3. Метод половинного деления

В методе половинного деления решение для уравнения $f(x) = 0$ ищется на интервале значений (a, b) . Необходимыми условиями для применимости метода являются непрерывность функции на интервале поиска решения. Кроме этого, функция

на границах интервала должна принимать значения разных знаков. В этом случае хотя бы один корень уравнения попадает в интервал поиска. Правда, если корней несколько, то какой из них будет найден, предугадать достаточно сложно. Однако один корень будет найден определенно.

Процедура поиска корня осуществляется следующим образом. Вычисляется значение функции в центре интервала поиска решения. Очевидно, что знак функции в центре интервала будет совпадать со знаком функции на одной из границ интервала поиска решения (или функция в центре равна нулю — тогда решение найдено). Граница, на которой знак функции совпадает со знаком функции в центре интервала, смещается в центральную точку. Таким образом, интервал поиска решения уменьшается в два раза, а сама задача сводится к предыдущей (только теперь интервал поиска меньше). Процедура продолжается до достижения необходимой точности в вычислении корня.

Эту процедуру можно реализовать в Excel, причем даже без привлечения средств программирования VBA (с использованием VBA задача решается совсем просто). В качестве иллюстрации решим уравнение $\exp(x) = 2$ (ему соответствует функция $f(x) = \exp(x) - 2$), решением которого является значение $x = \ln(2) \approx 0,693147$. Найдем этот корень в Excel без привлечения специальных встроенных средств. Для этого заполняем рабочий документ Excel так, как показано на рис. 26.11.

F4 fx {=EXP(C4:E4)-2}								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 26.3. Метод половинного деления							
2								
3	Итерация	Погрешность	Корень	Левая граница	Правая граница	Функция	Функция	Функция
4	N	ε	x	a	b	F(x)	F(a)	F(b)
5	0	3	1,5	0	3	2,481689	-1	18,08554
6	1	1,5	0,75	0	1,5	0,117	-1	2,481689
7								

Рис. 26.11. Начальные данные введены в документ

Столбец **A** в создаваемом документе будет содержать номер итерации (шага) процедуры вычисления корня методом половинного деления. В первую строку (ячейка **A4**) вводим нулевое значение (это строка с начальными данными). В следующем столбце **B** вычисляется точность, с которой найдено решение. Столбец **C** предназначен для вычисления корня, в столбцах **D** и **E** представлены границы диапазона поиска корня (на соответствующем итерационном шаге), а в столбцах **F**, **G** и **H** вычисляются значения функции (приравниваемой к нулю) в точках решения и границ интервала поиска решения (левой и правой).

Решение уравнения будем искать на интервале от **0** до **3**. Эти значения вводим в ячейки **D4** и **E4**. Погрешность поиска решения не превышает, очевидно, половины длины интервала, на котором ищется решение. Поэтому в ячейку **B4** вводится формула **=E4-D4**. Ячейки **F4:H4** со значениями функции заполняем формулой диапазо-

на: выделяем ячейки **F4:H4** и нажатием комбинации клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter> вводим формулу **=EXP(C4:E4)-2**.

Свои особенности имеет второй ряд данных (первая итерация). Так, в ячейку **A5** вводится формула **=A4+1**. В дальнейшем в процессе копирования формул это обеспечит автоматическое увеличение номера итерации. Формулы в ячейки **B5:C5** копируем из ячеек **B4:C4**. Так же поступаем с формулой диапазона **F5:H5** — копируем ее из диапазона **F4:H4**. С некоторыми особенностями заполняются ячейки **D5** и **E5**. В ячейку **D5** вводим формулу **=ЕСЛИ(F4*G4>0;C4;D4)**, а в ячейке **E5** формула имеет вид **=ЕСЛИ(F4*H4>0;C4;E4)**. В соответствии с представленными выражениями, если знаки функции в центре интервала поиска решения и на соответствующей границе совпадают (условия **F4*G4>0** и **F4*H4>0**), то центральная точка становится границей взамен проверяемой.

Все, что нужно сделать для получения решения уравнения, — это выделить диапазон ячеек **A5:H5** и с помощью захвата маркера заполнения скопировать диапазон в несколько нижних строк (рис. 26.12).

A5 fx =A4+1								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 26.3. Метод половинного деления							
2								
3	Итерация	Погрешность	Корень	Левая граница	Правая граница	Функция	Функция	Функция
4	N	ε	x	a	b	F(x)	F(a)	F(b)
5	0	3	1,5	0	3	2,481689	-1	18,08554
6	1	1,5	0,75	0	1,5	0,117		2,481689
7								
8								
9								
10								
11								

Рис. 26.12. Копирование диапазона ячеек методом автоматического заполнения

Результат решения уравнения показан на рис. 26.13.

Этот документ можно использовать для вычисления корней других уравнений. Например, чтобы найти корень полинома $f(x) = x(x-1)(x-4)$ (т. е. решить уравнение $x(x-1)(x-4) = 0$), на интервале от 2 до 5 изменяем в ячейках **F4:H4** формулу на выражение **=(C4:E4-1)*(C4:E4-4)*C4:E4** и копируем его в ячейки **F5:H5** (рис. 26.14).

Результат поиска корня $x = 4$ показан на рис. 26.15.

Использовано 10 итераций, и решение найдено достаточно неплохо. Интересно также посмотреть, что произойдет, если одна граница (или даже обе) интервала поиска решения совпадают с корнем уравнения. Ситуация проиллюстрирована на рис. 26.16.

C20		f _x = (D20+E20)/2						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 26.3. Метод половинного деления							
2								
3	Итерация	Погрешность	Корень	Левая граница	Правая граница	Функция	Функция	Функция
4	N	ε	x	a	b	F(x)	F(a)	F(b)
5	0	3	1,5	0	3	2,481689	-1	18,08554
6	1	1,5	0,75	0	1,5	0,117	-1	2,481689
7	2	0,75	0,375	0	0,75	-0,54501	-1	0,117
8	3	0,375	0,5625	0,375	0,75	-0,24495	-0,54501	0,117
9	4	0,1875	0,65625	0,5625	0,75	-0,07245	-0,24495	0,117
10	5	0,09375	0,70313	0,65625	0,75	0,020056	-0,07245	0,117
11	6	0,046875	0,67969	0,65625	0,703125	-0,02674	-0,07245	0,020056
12	7	0,0234375	0,69141	0,6796875	0,703125	-0,00348	-0,02674	0,020056
13	8	0,01171875	0,69727	0,69140625	0,703125	0,008254	-0,00348	0,020056
14	9	0,005859375	0,69434	0,69140625	0,697265625	0,002379	-0,00348	0,008254
15	10	0,002929688	0,69287	0,69140625	0,694335938	-0,00055	-0,00348	0,002379
16	11	0,001464844	0,6936	0,692871094	0,694335938	0,000913	-0,00055	0,002379
17	12	0,000732422	0,69324	0,692871094	0,693603516	0,00018	-0,00055	0,000913
18	13	0,000366211	0,69305	0,692871094	0,693237305	-0,00019	-0,00055	0,00018
19	14	0,000183105	0,69315	0,693054199	0,693237305	-2,9E-06	-0,00019	0,00018
20	15	9,15527E-05	0,69319	0,693145752	0,693237305	8,87E-05	-2,9E-06	0,00018
21	16	4,57764E-05	0,69317	0,693145752	0,693191528	4,29E-05	-2,9E-06	8,87E-05

Рис. 26.13. Результат вычисления корня уравнения методом половинного деления

F4		f _x = (C4:E4-1)*(C4:E4-4)*C4:E4						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 26.3. Метод половинного деления							
2								
3	Итерация	Погрешность	Корень	Левая граница	Правая граница	Функция	Функция	Функция
4	N	ε	x	a	b	F(x)	F(a)	F(b)
5	0	3	3,5	2	5	-4,375	-4	20
6	1	1,5	4,25	3,5	5	3,453125	-4,375	20

Рис. 26.14. Изменение формул для вычисления корня полинома

H14		f _x = (C14:E14-1)*(C14:E14-4)*C14:E14						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 26.3. Метод половинного деления							
2								
3	Итерация	Погрешность	Корень	Левая граница	Правая граница	Функция	Функция	Функция
4	N	ε	x	a	b	F(x)	F(a)	F(b)
5	0	3	3,5	2	5	-4,375	-4	20
6	1	1,5	4,25	3,5	5	3,453125	-4,375	20
7	2	0,75	3,875	3,5	4,25	-1,392578	-4,375	3,453125
8	3	0,375	4,0625	3,875	4,25	0,7775879	-1,39258	3,453125
9	4	0,1875	3,96875	3,875	4,0625	-0,368195	-1,39258	0,7775879
10	5	0,09375	4,01563	3,96875	4,0625	0,1892128	-0,36819	0,7775879
11	6	0,046875	3,99219	3,96875	4,015625	-0,093323	-0,36819	0,1892128
12	7	0,0234375	4,00391	3,9921875	4,015625	0,0469819	-0,09332	0,1892128
13	8	0,01171875	3,99805	3,9921875	4,00390625	-0,023411	-0,09332	0,0469819
14	9	0,005859375	4,00098	3,998046875	4,00390625	0,0117254	-0,02341	0,0469819
15	10	0,002929688	3,99951	3,998046875	4,000976563	-0,005858	-0,02341	0,0117254

Рис. 26.15. Результат вычисления корня полинома

E14 fx =ЕСЛИ(F13*H13>0;C13;E13)								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 26.3. Метод половинного деления							
2								
3	Итерация	Погрешность	Корень	Левая граница	Правая граница	Функция	Функция	Функция
4	N	ε	x	a	b	F(x)	F(a)	F(b)
5	0	4	3	1	5	-6	0	20
6	1	4	3	1	5	-6	0	20
7	2	4	3	1	5	-6	0	20
8	3	4	3	1	5	-6	0	20
9	4	4	3	1	5	-6	0	20
10	5	4	3	1	5	-6	0	20
11	6	4	3	1	5	-6	0	20
12	7	4	3	1	5	-6	0	20
13	8	4	3	1	5	-6	0	20
14	9	4	3	1	5	-6	0	20
15	10	4	3	1	5	-6	0	20

Рис. 26.16. Корень уравнения совпадает с одной из границ начального интервала поиска решения

Сделать вывод о том, что корень совпадает с границей интервала, можно по набору значений функции на соответствующей границе. Причем формальная погрешность вычисления корня является достаточно большой. Однако следует понимать, что это верхняя оценка для погрешности.

Более трагична ситуация, если начальный интервал поиска решения вообще не содержит корня (рис. 26.17).

После первого итерационного шага обе границы смещаются в центральную точку интервала, отображаемая погрешность при этом указана как нулевая, но данные о значении функции на границах однозначно свидетельствуют о том, что о решении речь не идет.

G14 fx {=(C14:E14-1)*(C14:E14-4)*C14:E14}								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 26.3. Метод половинного деления							
2								
3	Итерация	Погрешность	Корень	Левая граница	Правая граница	Функция	Функция	Функция
4	N	ε	x	a	b	F(x)	F(a)	F(b)
5	0	1	2,5	2	3	-5,625	-4	-6
6	1	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625
7	2	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625
8	3	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625
9	4	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625
10	5	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625
11	6	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625
12	7	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625
13	8	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625
14	9	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625
15	10	0	2,5	2,5	2,5	-5,625	-5,625	-5,625

Рис. 26.17. Начальный интервал не содержит корня уравнения

В принципе можно предусмотреть и подобного рода ситуации с тем, чтобы они обрабатывались автоматически или полуавтоматически. Однако это потребует некоторого усложнения формул документа. При желании читатель сможет решить эту задачу самостоятельно.

Пример 26.4. Метод последовательных приближений

В методе последовательных приближений уравнение вида $x = \varphi(x)$ решается следующим образом: начальное приближение $x = x_0$ подставляется в правую часть уравнения, в результате чего получаем первое приближение для корня $x_1 = \varphi(x_0)$. Это приближение подставляется в уравнение, получаем следующее приближение и т. д. Возможность применимости такого метода подразумевает, что производная $|\varphi'(x)| < 1$ во всей области поиска решения. Покажем, как метод может быть реализован в Excel.

В Excel для решения уравнения методом последовательных приближений можно, кроме прочего, воспользоваться циклической ссылкой. Однако имеется одна особенность, связанная с тем, что при наличии циклической ссылки в общем случае итерационный процесс вычислений начинается с нулевого значения. Поэтому, чтобы пользователь мог самостоятельно указывать начальное приближение x_0 , придется несколько видоизменить исходное уравнение. В частности, если положить $x = z + x_0$, для переменной z получаем уравнение $z = \varphi(z + x_0) - x_0$ с нулевым начальным приближением для z .

Будем искать корень $x = 1$ уравнения $x^2 - 2x + 1 = 0$. К нужному виду уравнение можно привести несколькими способами. Например, его можно записать как

$x = \frac{x^2 + 1}{2}$ или как $x = \sqrt{2x - 1}$. В первом случае область поиска решения должна

ограничиваться интервалом $|x| < 1$, а во втором в процессе поиска решения следует оставаться в рамках полубесконечного интервала $x > 1$. Таким образом, начальное значение $x = 0$ для первого случая является приемлемым, а во втором случае следует предусмотреть возможность для определения начального значения в явном виде.

В самом простом (но не самом эффективном) варианте в рабочий документ вводится всего одна формула $= (B5^2 + 1) / 2$ в ячейку **B5** (рис. 26.18).

Формула содержит циклическую ссылку, поэтому, чтобы ее можно было использовать, необходимо предварительно установить флажок **Включить итеративные вычисления** в диалоговом окне настроек приложения **Параметры Excel**. Что касается полученного решения, то его точность оставляет желать лучшего. Можно изменить параметры итерационной процедуры (на рис. 26.19 уменьшен на порядок предел итерационного приращения).

		B5			$f_x = \frac{=(B5^2+1)}{2}$
		A	B	C	D
1		Пример 26.4. Метод последовательных приближений			
2					
3					
4	Уравнение	$x = \frac{(x^2 + 1)}{2}$			
5	Решение	0,957080328			
6					

Рис. 26.18. Решение уравнения методом итераций через циклическую ссылку

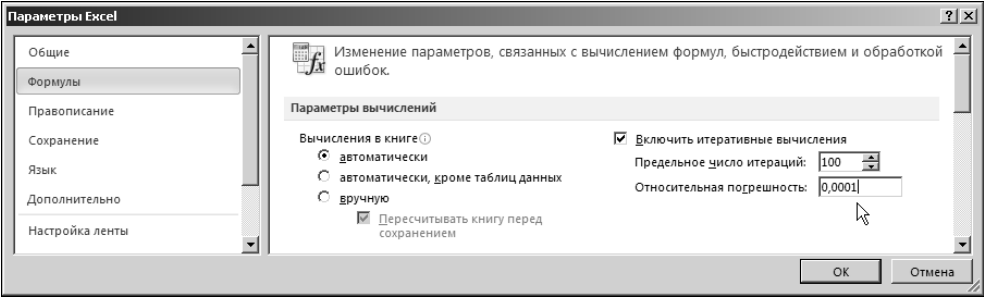


Рис. 26.19. Изменение параметров итерационных вычислений

Однако эффект от этого действия малозаметен, хотя точность немного увеличивается (рис. 26.20).

		B5			$f_x = \frac{=(B5^2+1)}{2}$
		A	B	C	D
1		Пример 26.4. Метод последовательных приближений			
2					
3					
4	Уравнение	$x = \frac{(x^2 + 1)}{2}$			
5	Решение	0,985987077			
6					

Рис. 26.20. Уточненное решение уравнения

Проблему попытаемся решить, предусмотрев в документе возможность ввода начального приближения. Документ показан на рис. 26.21 (относительная погрешность в окне настроек **Параметры Excel** установлена в первоначальное значение **0,001**).

В ячейке **B4** пользователем вводится начальное значение, в ячейку **B5** вводится формула $=((B5+B4)^2+1)/2-B4$ (значение переменной z), а конечное решение получаем в ячейке **B6** в соответствии с формулой $=B5+B4$. При нулевом начальном значении получаем такой же результат, как в предыдущем случае (см. рис. 26.21 и 26.18). Но если даже ввести начальное приближение, достаточно близкое к искомому корню, результат только ухудшится (рис. 26.22).

B5			f_x	$=((B5+B4)^2+1)/2-B4$
	A	B	C	
1	Пример 26.4. Метод последовательных приближений			
2				
3	Уравнение	$x = (x^2 + 1)/2$		
4	Начальное приближение	0		
5	Промежуточное решение	0,957080328		
6	Решение	0,957080328		
7				

Рис. 26.21. Документ с возможностью ввода начального значения

B6			f_x	$=B5+B4$
	A	B	C	
1	Пример 26.4. Метод последовательных приближений			
2				
3	Уравнение	$x = (x^2 + 1)/2$		
4	Начальное приближение	0,95		
5	Промежуточное решение	0,006658002		
6	Решение	0,956658002		
7				

Рис. 26.22. Незначительное изменение решения при изменении начального приближения

Более того, при изменении значения начального приближения в ячейке **B4** в прочих ячейках может появиться сообщение об ошибке (рис. 26.23).

Эту техническую проблему можно решить, выделив и пересчитав ячейку **B5** с циклической ссылкой (рис. 26.24).

B5			f_x	$=((B5+B4)^2+1)/2-B4$
	A	B	C	
1	Пример 26.4. Метод последовательных приближений			
2				
3	Уравнение	$x = (x^2 + 1)/2$		
4	Начальное приближение	0,1		
5	Промежуточное решение	#ЧИСЛО!		
6	Решение	#ЧИСЛО!		
7				

Рис. 26.23. Отображение сообщения об ошибке при изменении начального приближения

B6			f_x	$=B5+B4$
	A	B	C	
1	Пример 26.4. Метод последовательных приближений			
2				
3	Уравнение	$x = (x^2 + 1)/2$		
4	Начальное приближение	0,1		
5	Промежуточное решение	0,857107047		
6	Решение	0,957107047		
7				

Рис. 26.24. Для вычисления решения следует выделить и пересчитать ячейку с циклической ссылкой

Причина возникновения ошибки состоит в следующем. Как упоминалось ранее, при вычислении циклической ссылки начальное значение принимается нулевым. Пересчет документа осуществляется при изменении любой ячейки документа. Поэтому может возникнуть ситуация, когда в ячейке с циклической ссылкой отображается вычисленное по ссылке значение, и документ пересчитывается. Итерации продолжаются с того значения, которое уже вычислено. Так и происходит при изменении значения в ячейке **B4**. Поскольку в этой ячейке указано начальное приближение для итерационной процедуры, а в самой ячейке уже вычислено значение, то реальное начальное приближение не совпадает с тем, что указано в ячейке **B4**. Если такое "скрытое" значение не попадает в допустимый интервал поиска решения, возникает ошибка. При пересчете формулы с циклической ссылкой итерационная процедура начинается "с нуля".

Прежде чем обсудить проблему невысокой точности полученного решения, рассмотрим то же уравнение, но представленное в альтернативной форме $x = \sqrt{2x - 1}$. Формула с циклической ссылкой в ячейке **B5** имеет вид **=КОРЕНЬ(2*(B5+B4)-1)-B4**. Соответствующий документ показан на рис. 26.25.

B5		f_x	=КОРЕНЬ(2*(B5+B4)-1)-B4
	A	B	C
1	Пример 26.4. Метод последовательных приближений		
2			
3	Уравнение	$x = \sqrt{2x - 1}$	
4	Начальное приближение	1,1	
5	Промежуточное решение	-0,055803168	
6	Решение	1,044196832	
7			

Рис. 26.25. Изменение формы записи уравнения

Видим, что точность корня также оставляет желать лучшего. Причем изменение начального приближения положение дел не меняет (рис. 26.26).

B6		f_x	=B5+B4
	A	B	C
1	Пример 26.4. Метод последовательных приближений		
2			
3	Уравнение	$x = \sqrt{2x - 1}$	
4	Начальное приближение	100	
5	Промежуточное решение	-98,95598675	
6	Решение	1,044013248	
7			

Рис. 26.26. Изменение начального значения мало влияет на точность решения

Как и в предыдущем случае, выбирая начальное приближение достаточно близким к искомому решению, можем даже ухудшить ситуацию — точность уменьшается (рис. 26.27).

	A	B	C
1	Пример 26.4. Метод последовательных приближений		
2			
3	Уравнение	$x = \sqrt{2x - 1}$	
4	Начальное приближение	1,001	
5	Промежуточное решение	-4,99501E-07	
6	Решение	1,0009995	
7			

Рис. 26.27. Начальное приближение выбрано существенно близким к точному решению уравнения

Можно предположить, что причина кроется в относительно небольшом числе итерационных шагов (по умолчанию **100**). Проследим, как точность решения меняется с каждой очередной итерацией. Для этого решение будем искать тем же методом, но иной реализацией в Excel. В ячейку **A7** вводим нулевое значение номера итерации, в ячейку **A8** вводится формула **=A7+1**, начальное приближение указывается в ячейке **B7**, а в ячейку **B8** вводится формула **=(B7^2+1)/2** (рис. 26.28).

B8		fx		=(B7^2+1)/2	
	A	B	C	D	
1	Пример 26.4. Метод последовательных приближений				
2					
3	Уравнение	$x = (x^2 + 1)/2$			
4					
5					
6	Итерация	Решение			
7		0	0,5		
8		1	0,625		
9					

Рис. 26.28. Ввод начальных данных для решения уравнения методом последовательных приближений

Решение ищется автоматическим заполнением диапазона ячеек на основе ячеек **A7:B7**. Документ с **500** итерациями показан на рис. 26.29 (для удобства внутренние строки скрыты — видны только строки с начальными и конечными итерациями). Ситуация не изменилась, и поэтому остался последний аргумент — изменить начальное приближение. Это сделано на рис. 26.30.

Документ пересчитывается автоматически — это одно из преимуществ использованного подхода. Недостаток состоит в том, что точность вычисленного корня практически не изменилась. Но на самом деле этот недостаток связан не с использованным методом, а с самим уравнением. Дело в том, что хотя во всех рассмотренных случаях формально условие $|\phi'(x)| < 1$ выполнялось, однако в самой точке решения уравнения строгое неравенство превращается в равенство. Это означает уменьшение скорости сходимости процедуры вплоть до нуля. Иными словами, нужно либо метод другой использовать, либо с уравнением что-то делать (использовать другую форму записи уравнения).

B507 $f_x = (B506^2+1)/2$		
A	B	C
3 Уравнение	$x = (x^2 + 1)/2$	
4		
5		
6 Итерация	Решение	
7 0	0,5	
8 1	0,625	
9 2	0,6953125	
10 3	0,741729736	
11 4	0,775081501	
12 5	0,800375667	
502 495	0,996031664	
503 496	0,996039538	
504 497	0,99604738	
505 498	0,996055192	
506 499	0,996062973	
507 500	0,996070723	
508		

Рис. 26.29. Большое число итераций не устраняет проблему низкой точности

B507 $f_x = (B506^2+1)/2$		
A	B	C
3 Уравнение	$x = (x^2 + 1)/2$	
4		
5		
6 Итерация	Решение	
7 0	0,99	
8 1	0,99005	
9 2	0,990099501	
10 3	0,990148511	
11 4	0,990197037	
12 5	0,990245086	
502 495	0,997127465	
503 496	0,997131591	
504 497	0,997135705	
505 498	0,997139807	
506 499	0,997143897	
507 500	0,997147976	
508		

Рис. 26.30. Изменение начального приближения не устраняет проблему низкой точности

B21 $f_x = \sin(\pi \cdot B20)/2$			
A	B	C	D
1	Пример 26.4. Метод последовательных приближений		
2			
3 Уравнение	$x = \sin(\pi x)/2$		
4			
5			
6 Итерация	Решение		
7 0	0,99		
8 1	0,01570538		
9 2	0,024659944		
10 3	0,038697014		
11 4	0,06063551		
12 5	0,094671046		
13 6	0,146526206		
14 7	0,222119943		
15 8	0,321270716		
16 9	0,423230125		
17 10	0,485528444		
18 11	0,499483351		
19 12	0,499999341		
20 13	0,5		
21 14	0,5		
22			

Рис. 26.31. Решение найдено небольшим числом итераций

Если рассмотреть уравнение $x = \frac{\sin(\pi x)}{2}$ (у этого уравнения, кроме нулевого, есть корень $x = 1/2$), то в данном случае необходимое условие выполнено, и метод последовательных итераций обеспечивает достаточно быструю сходимость. Соответствующий документ показан на рис. 26.31.

Для вычислений формула в ячейке **B8** заменена на выражение **=SIN(ПИ()*B7)/2**. Видим, что решение найдено более чем корректно.

Таким образом, выбор метода решения является задачей не менее важной, чем непосредственно реализация того или иного метода в Excel. И к данному вопросу следует относиться со всей серьезностью. Ведь как было показано ранее, не всегда можно однозначно сказать, найдено ли точное решение (в пределах необходимой точности) или завершение итерационного процесса обусловлено причинами иного рода.

Пример 26.5. Решение системы уравнений

Самый простой и разумный способ решения системы уравнений подразумевает использование надстройки **Поиск решения**. Рассмотрим простую систему из двух уравнений $x^2 + xy + y^2 = 7$ и $x + 3y = 5$. Документ Excel с исходными данными показан на рис. 26.32.

B6		fx		=B3^2+B3*B4+B4^2-7	
	A	B	C	D	
1	Пример 26.5. Решение системы уравнений				
2					
3	Переменная	x =	0		
4	Переменная	y =	0		
5	Выражение	x + 3y - 5 =	-5		
6	Выражение	x^2 + xy + y^2 - 7 =	-7		
7					

Рис. 26.32. Документ с исходными данными для решения системы уравнений

Искомые переменные (начальные приближения) вводятся в ячейки **B3** и **B4**, а значения в ячейках **B5** и **B6** вычисляются соответственно по формулам **=B3+3*B4-5** и **=B3^2+B3*B4+B4^2-7**. Следовательно, нужно подобрать такие значения в ячейках **B3** и **B4**, чтобы в ячейках **B5** и **B6** оказались нули.

Вызываем утилиту поиска решения. В качестве целевой указывается ячейка **B6** (ее значение должно равняться нулю), а в качестве ограничения указывается равенство нулю значения ячейки **B5** (рис. 26.33).

Результат поиска решения показан на рис. 26.34 (точность отображения результата увеличена).

Однако найденное решение не является единственным возможным. Чтобы убедиться в этом, изменим начальные значения для искомых переменных и запустим утилиту поиска решения с теми же настройками (рис. 26.35).

В результате находим еще одно решение системы уравнений (рис. 26.36).

Понятно, что таким образом можно искать решения и более сложных систем. Однако если система нелинейная, остается проблема определения числа решений, которую следует решать отдельно.

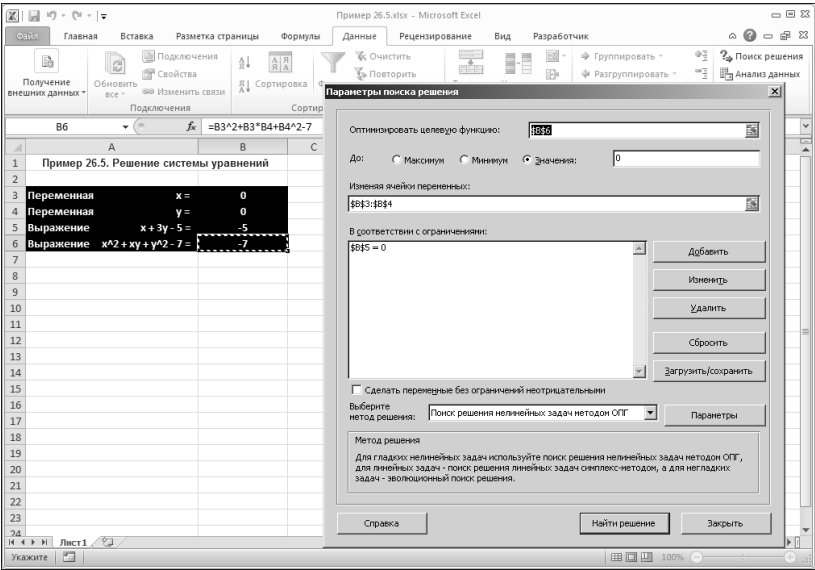


Рис. 26.33. Окно настроек утилиты поиска решения перед началом вычислений

B5				=B3+3*B4-5		
	A	B	C			
1	Пример 26.5. Решение системы уравнений					
2						
3	Переменная	x =		1,999999739		
4	Переменная	y =		1,000000087		
5	Выражение	$x + 3y - 5 =$		0		
6	Выражение	$x^2 + xy + y^2 - 7 =$		-0,000001		
7						

Рис. 26.34. Решение системы уравнений найдено

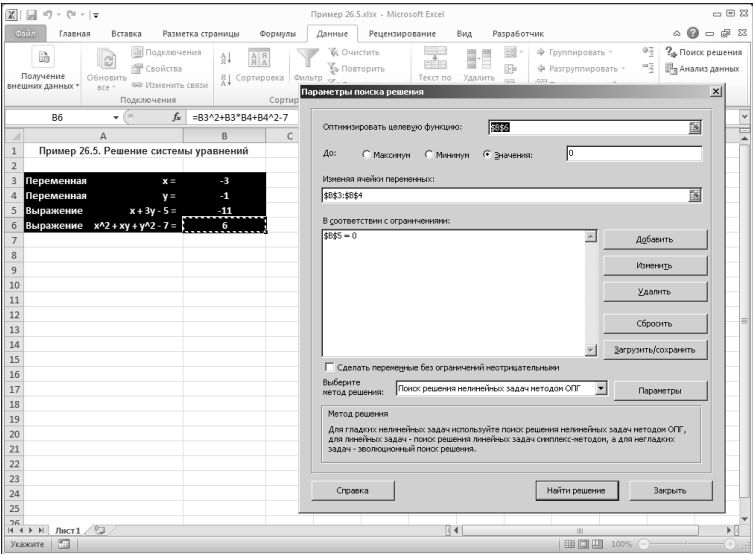


Рис. 26.35. Изменены начальные значения для искомых переменных

Пример 26.6. Поиск решения на интервале

Рассмотрим уравнение вида $x = \text{Atg}(x)$, имеющее бесконечное множество решений. Создадим документ, в котором будет вычисляться корень данного уравнения на заданном интервале. Интервал будем задавать с помощью номера n (корень лежит в пределах $n\pi < x < (n+1/2)\pi$). Такой документ показан на рис. 26.37.

В ячейку **B4** вводится значение для коэффициента A , номер интервала указываем в ячейке **B5**, нижняя граница интервала поиска решения вычисляется по формуле $=B5*\text{ПИ}()$ в ячейке **B6**, а для вычисления верхней границы интервала в ячейку **B7** вводим формулу $=(B5+1/2)*\text{ПИ}()$. Решение уравнения вычисляется в ячейке **B8**, для чего создана специальная функция $\text{Solve}()$. В ячейку **B8** введена формула $=\text{Solve}(B4;B6;B7)$. Корректность решения проверяется по формуле $=B4*\text{TAN}(B8)-B8$ в ячейке **B9**.

B6 fx =B3^2+B3*B4+B4^2-7			
A B C			
1	Пример 26.5. Решение системы уравнений		
2			
3	Переменная	x =	-2,714285698
4	Переменная	y =	2,571428566
5	Выражение	x + 3y - 5 =	0
6	Выражение	x^2 + xy + y^2 - 7 =	0
7			

Рис. 26.36. Найдено еще одно решение системы уравнений

B8 fx =Solve(B4;B6;B7)		
A B C		
1	Пример 26.6. Поиск решения на интервале	
2		
3		
4	Коэффициент	A = 5
5	Номер интервала	N = 30
6	Нижняя граница	x1 = 94,2477796076938
7	Верхняя граница	x2 = 95,8185759344887
8	Решение	x = 95,7664129259896
9	Уравнение	A tg(x) - x = 7,44649E-12
10		

Рис. 26.37. Поиск решения уравнения на указанном интервале

Базовым элементом решения является функция пользователя $\text{Solve}()$. В листинге 26.2 приведен код этой функции, а также функции $\text{Eqn}()$, использованной при определении функции $\text{Solve}()$.

Листинг 26.2. Функции пользователя $\text{Eqn}()$ и $\text{Solve}()$

```
'Функция, определяющая решаемое уравнение
Public Function Eqn(A As Double, x As Double) As Double
    Eqn = A * Tan(x) - x
End Function
```

```
'Функция для решения уравнения
Public Function Solve(A As Double, x1 As Double, x2 As Double) As Double
    Dim i As Integer
    Dim N As Integer
    Dim z1 As Double
    Dim z2 As Double
```

```

Dim z As Double
z1 = x1
z2 = x2
N = 1000
For i = 1 To N
    z = (z1 + z2) / 2
    If Eqn(A, z) * Eqn(A, z1) > 0 Then z1 = z Else z2 = z
Next i
Solve = z
End Function

```

Функция Eqn() достаточно проста. У нее два аргумента: коэффициент, входящий в уравнение, и переменная, относительно которой решается уравнение. Тело функции состоит из одной команды Eqn=A*Tan(x)-x, определяя тем самым решаемое уравнение.

В функции Solve() реализован метод половинного деления, описывавшийся ранее. У функции три аргумента: коэффициент уравнения и границы интервала поиска решения. В рабочем документе функция Solve() вызывается с аргументами-адресами ячеек, в которых в рабочем документе вычисляются указанные параметры.

Пример 26.7. Система линейных уравнений

Система линейных алгебраических уравнений в матричном виде может формально быть представлена следующим образом: $AX = B$, где A есть матрица коэффициентов, через X обозначен вектор неизвестных переменных, относительно которых решается система, а B обозначает вектор правых частей уравнений системы. Решение записывают через произведение обратной матрицы коэффициентов на вектор правых частей $X = A^{-1}B$, где A^{-1} обозначена обратная матрица к матрице A .

Таким образом, для решения системы линейных уравнений следует вычислить обратную матрицу коэффициентов и умножить ее на вектор правых частей. Эта нехитрая концепция реализована в документе, показанном на рис. 26.38.

Решается система из трех уравнений $x + 3y + 2z = 13$, $2x - y + z = 3$ и $-2x + y + 4z = 12$, что соответствует матрице

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 2 & -1 & 1 \\ -2 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

и вектору правых частей

$$B = \begin{pmatrix} 13 \\ 3 \\ 12 \end{pmatrix}.$$

E5												fx {=МУМНОЖ(МОБР(A5:C7);G5:G7)}											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K												
1	Пример 26.7. Система линейных уравнений																						
2																							
3	Решение:																						
4																							
5	1 3 2						1						13										
6	2 -1 1						2						3										
7	-2 1 4						3						12										
8																							

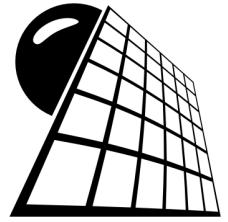
Рис. 26.38. Решение системы линейных уравнений

Элементы матрицы коэффициентов введены в ячейки **A5:C7**, а вектор правых частей формируется ячейками **G5:G7**. Вектор решений вычисляется в ячейках **E5:E7** по формуле **=МУМНОЖ(МОБР(A5:C7);G5:G7)** (вводится как формула массива).
Корректность решения проверим, перемножив полученный вектор решений на матрицу коэффициентов (рис. 26.39).

G11						fx {=МУМНОЖ(A11:C13;E11:E13)}					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
9	Проверка:										
10											
11	1	3	2		1		13				
12	2	-1	1		2		3				
13	-2	1	4		3		12				
14											

Рис. 26.39. Проверка правильности решения

Ячейки **A11:C13** заполняются с помощью формулы массива **=A5:C7**. Решение в ячейках **E11:E13** получаем через ссылку **=E5:E7** (также формула массива). Наконец, произведение (вектор правых частей уравнений системы) найдем, если введем в ячейки **G11:G13** формулу массива **=МУМНОЖ(A11:C13;E11:E13)**.



Глава 27

Теория вероятностей и статистика

В статистических задачах обычно приходится обрабатывать большие массивы данных. Причем характер выполняемых при этом вычислений никак нельзя назвать тривиальным. Поэтому лучше такие вычисления производить с помощью специальных пакетов. Приложение Excel для этих целей подходит как нельзя лучше. Причин несколько, но среди главных можно выделить очевидную ориентированность приложения на работу со статистическими данными и наличие специальных утилит для их обработки (в том числе надстроек).

С практической точки зрения, задачи статистики имеют, пожалуй, больший приоритет, чем задачи теории вероятностей. Однако поскольку категориальный аппарат математической статистики тесно связан с понятиями и определениями теории вероятностей и базируется на них, разумно сначала рассмотреть примеры по теории вероятностей.

Пример 27.1. Числовые характеристики дискретной случайной величины

В первом примере покажем, как в Excel для дискретной случайной величины по известному закону распределения вычисляются такие характеристики, как математическое ожидание и дисперсия.

В случае дискретной величины под законом распределения подразумевают набор возможных значений этой случайной величины с вероятностями их реализации. На рис. 27.1 данные о законе распределения случайной величины ξ и результаты вычислений математического ожидания, дисперсии и стандартного отклонения занесены в ячейки таблицы Excel.

Исходные данные содержатся в ячейках **A4:B11**: набор возможных значений случайной величины содержится в ячейках **A4:A11**, а соответствующие им вероятности реализации введены в ячейки **B4:B11**.

Напомним, что если случайная величина ξ может принимать значения ξ_k с вероятностями $P(\xi = \xi_k)$ ($k = 1, 2, \dots, N$), то математическое ожидание $M\xi$ вычисляется

как $M\xi = \sum_{k=1}^N \xi_k P(\xi = \xi_k)$. Дисперсия $D\xi$ согласно определению равна

$D\xi = M(\xi - M\xi)^2 = M\xi^2 - (M\xi)^2$, т. е. равна математическому ожиданию от квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания, или, что то же самое, равна разности математического ожидания квадрата случайной величины и квадрата математического ожидания. Для дискретной случайной величины дисперсию можно, кроме прочего, вычислить как $D\xi = \sum_{k=1}^N (\xi_k - M\xi)^2 P(\xi = \xi_k)$.

Именно эта формула использована в данном примере при вычислении дисперсии. Наконец, стандартное отклонение σ определяется как корень квадратный из дисперсии случайной величины (которая как минимум неотрицательна), т. е. $\sigma = \sqrt{D\xi}$. И использованные при вычислениях указанных численных характеристик формулы приведены, вместе с комментариями, в табл. 27.1.

E4		fx		{=СУММПРОИЗВ((A4:A11-E3)^2;B4:B11)}	
	A	B	C	D	E
1	Пример 27.1. Числовые характеристики дискретной случайной величины				
2					
3	Значение	Вероятность	Математическое ожидание	0	
4	-4	0,2	Дисперсия	8,9	
5	-3	0,1	Стандартное отклонение	2,983286778	
6	-2	0,05			
7	-1	0,15			
8	1	0,15			
9	2	0,05			
10	3	0,1			
11	4	0,2			
12	Контрольная сумма		1		
13					

Рис. 27.1. Вычисление математического ожидания, дисперсии и стандартного отклонения

Поскольку, как известно, сумма вероятностей должна равняться единице, в документе в ячейке **B12** по формуле **=СУММ(B4:B11)** вычисляется контрольная сумма, которая при правильно введенных параметрах закона распределения случайной величины должна равняться единице.

Таблица 27.1. Назначение команд при вычислении числовых характеристик случайной величины

Характеристика	Ячейка	Формула	Комментарий
Математическое ожидание	E3	=СУММПРОИЗВ (A4:A11;B4:B11)	Для вычисления математического ожидания использована функция СУММПРОИЗВ (), аргументами которой указываются массивы со значениями случайной величины и набором вероятностей. Результат есть сумма произведений соответственных элементов этих массивов

Таблица 27.1 (окончание)

Характеристика	Ячейка	Формула	Комментарий
Дисперсия	E4	=СУММПРОИЗВ((A4:A11-E3)^2; B4:B11)	Формула вводится как формула массива (комбинация клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>), поскольку первым аргументом функции СУММПРОИЗВ() указано выражение (A4:A11-E3)^2, которое следует вычислять как массив, состоящий из квадратов разностей величин в ячейках массива A4:A11 и значения в ячейке E3 (математическое ожидание)
Стандартное отклонение	E5	=КОРЕНЬ(E4)	Стандартное отклонение вычисляется как корень квадратный из дисперсии (ячейка E4)

Пример 27.2. Корреляция случайных величин

Решение еще одной важной задачи подразумевает ответ на вопрос о том, насколько связаны (или не связаны) между собой две (или более) случайные величины. Чтобы ответить на него, необходимо знать закон совместного распределения случайных величин. На рис. 27.2 показан фрагмент документа, содержащий данные о совместном распределении двух случайных величин x и y .

	A	B	C	D	E	F
1	Пример 27.2. Корреляция данных					
2						
3	Значение x					
4	Значение y					Контроль
5	-0,5	0,45	0,01	0,005	0,004	0,469
6	0	0,005	0,324	0,01	0,003	0,342
7	1,5	0,01	0,002	0,175	0,002	0,189
8	Контроль	0,465	0,336	0,19	0,009	1

Рис. 27.2. Совместное распределение случайных величин

Ячейки B3:E3 содержат значения, которые могут реализоваться для случайной величины x , а возможные значения для случайной величины y представлены в ячейках A4:A6. Ячейки B4:E6 содержат вероятности реализации пар значений случайных величин (вероятность реализации находится на пересечении строки и столбца, соответствующих реализуемым значениям). Более детально данные представленного документа описаны в табл. 27.2.

Таблица 27.2. Совместное распределение случайных величин

Ячейка или диапазон ячеек	Комментарий
B3:E3	Набор возможных (реализуемых) значений случайной величины x
A4:A6	Набор возможных значений случайной величины y
B4:E6	Вероятности совместного распределения случайных величин x и y
B7:E7	Полные вероятности для случайной величины x (вероятность того, что будет реализовано данное значение случайной величины x). Значение в ячейке B7 вычисляется по формуле =СУММ(B4:B6) , которая затем копируется в прочие ячейки диапазона
F4:F6	Полные вероятности для случайной величины y (вероятность того, что будет реализовано данное значение случайной величины y). Значение в ячейке F4 вычисляется по формуле =СУММ(B4:E4) , которая затем копируется в прочие ячейки диапазона
F7	Полная вероятность (должна равняться единице). Вычисляется по формуле =СУММ(B4:E6)

На основе этих данных вычислим коэффициент корреляции $r(x, y)$ случайных величин x и y . Однако предварительно придется вычислить ряд вспомогательных характеристик. Поскольку, согласно определению, коэффициент корреляции равен отношению ковариации случайных величин $\text{cov}(x, y)$ к корню квадратному из произведения дисперсий случайных величин (т. е. $r(x, y) = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{DxDy}}$), то предстоит вычислить диспер-

сии Dx и Dy , а также ковариацию $\text{cov}(x, y) = M((x - Mx)(y - My)) = Mxy - MxMy$, где через Mxy обозначено математическое ожидание произведения случайных величин x и y , а Mx и My — математические ожидания этих величин. Результаты расчетов показаны в документе на рис. 27.3.

Результаты вычислений представлены в ячейках таблицы **B9:B15**. В табл. 27.3 представлены формулы и даны комментарии к вычислению вспомогательных характеристик и, на их основе, коэффициента корреляции.

Значение коэффициента корреляции по модулю не превышает единицы. При значениях, близких (по абсолютной величине) к единице, случайные величины считаются зависимыми. Следует также помнить, что в общем случае обратное утверждение выполняется не всегда: из равенства нулю коэффициента корреляции независимость случайных величин не следует.

B15		fx =B12/КОРЕНЬ(B13*B14)				
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 27.2. Корреляция данных					
2						
3	Значение x					
4	Значение y					
5	-0,5	0,45	0,01	0,005	0,004	0,469
6	0	0,005	0,324	0,01	0,003	0,342
7	1,5	0,01	0,002	0,175	0,002	0,189
8	Контроль	0,465	0,336	0,19	0,009	1
9	Математическое ожидание Mx=	-0,361				
10	Математическое ожидание My=	0,049				
11	Математическое ожидание Mxy=	0,341				
12	Ковариация cov(x,y)=	0,358689				
13	Дисперсия Dx=	0,391179				
14	Дисперсия Dy=	0,540099				
15	Коэффициент корреляции r(x,y)=	0,780357				
16						

Рис. 27.3. Вычисление коэффициента корреляции

Таблица 27.3. Вычисление коэффициента корреляции

Характеристика	Ячейка	Формула	Комментарий
Математическое ожидание Mx	B9	=СУММПРОИЗВ (B3:E3;B7:E7)	Математическое ожидание вычисляется на основе массива данных B3:E3 случайной величины x и массива B7:E7 полных вероятностей реализации этих значений
Математическое ожидание My	B10	=СУММПРОИЗВ (A4:A6;F4:F6)	Математическое ожидание вычисляется на основе массива данных A4:A6 случайной величины y и массива F4:F6 полных вероятностей реализации этих значений
Математическое ожидание Mxy	B11	=СУММПРОИЗВ (A4:A6*B3:E3;B4:E6)	Формула вводится как формула массива (комбинация клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>). Формируется массив из значений пар значений случайной величины (команда A4:A6*B3:E3) — значения случайной величины xy . Эти значения умножаются на вероятности их реализации (диапазон ячеек B4:E6), значения суммируются
Ковариация $cov(x,y)$	B12	=B11-B9*B10	Ковариация вычисляется как разность математического ожидания произведения случайных величин (ячейка B11) и произведения математических ожиданий случайных величин (ячейки B9 и B10)

Таблица 27.3 (окончание)

Характеристика	Ячейка	Формула	Комментарий
Дисперсия D_x	B13	=СУММПРОИЗВ((B3:E3-B9)^2;B7:E7)	Формула вводится как формула массива. Дисперсия случайной величины x вычисляется на основе полных вероятностей (диапазон ячеек B7:E7)
Дисперсия D_y	B14	=СУММПРОИЗВ((A4:A6-B10)^2;F4:F6)	Формула вводится как формула массива. Дисперсия случайной величины y вычисляется на основе полных вероятностей (диапазон ячеек F4:F6)
Коэффициент корреляции $r(x,y)$	B15	=B12/КОРЕНЬ(B13*B14)	Коэффициент корреляции: отношение ковариации (ячейка B12) к корню квадратному из произведения дисперсий (ячейки B13 и B14)

Пример 27.3. Игра в спортлото

Оценим вероятность выигрыша в игру "Спортлото". Напомним, что лотерея подразумевает угадывание номеров, которые в классическом варианте выпадают в результате вращения барабана с пронумерованными шариками. В серии "5 из 36" необходимо угадать 5 номеров из 36 возможных, а в серии "6 из 49" угадывают 6 номеров из 49 возможных. Эту задачу в общем случае можно сформулировать так. Имеется корзина, содержащая N шаров, из которых M белых шаров, а остальные — черные. Из корзины вынимают n шаров. Нужно определить вероятность P того, что среди вытянутых шаров ровно m белые. У задачи общеизвестное решение $P = \frac{C_M^m C_{N-M}^{n-m}}{C_N^n}$, которое называется гипергеометрическим распределением. Здесь

через $C_k^l = \frac{k!}{l!(k-l)!}$ обозначены биномиальные коэффициенты. В отношении

"Спортлото" интерпретация следующая: N — общее количество номеров, которые могут выпасть (36 или 49); M — количество номеров, отмеченных игроком в талоне (5 и 6 соответственно); n — количество выпавших номеров (также равно 5 и 6 для указанных серий); наконец, m — это количество угаданных номеров. Чтобы выиграть в лотерею, необходимо угадать больше двух номеров. Выигрыш тем больше, чем больше угадано номеров.

В Excel есть встроенные функции для большинства наиболее общих распределений, в том числе и для гипергеометрического распределения. Необходимую вероятность вычислим с помощью функции ГИПЕРГЕОМЕТ() (в версии Excel 2010 эта функция называется ГИПЕРГЕОМ.РАСП()). У функции четыре аргумента: последовательно указываются параметры m , n , M и N (в той интерпретации, что приводит-

лась ранее). На рис. 27.4 приведен фрагмент документа, в котором вычисляются все представляющие наибольший интерес параметры.

В3		f _c = "Серия "&B6&" из "&B5		
	A	B	C	D
1	Пример 27.3. Игра в спортлото			
2				
3		<u>Серия 6 из 49</u>		
4				
5	Всего номеров	49		
6	Угадываемых номеров	6		
7	Номеров угадано	3		
8	Вероятность	1,77%		
9	Вероятность выигрыша	1,86%		
10	Вероятность проигрыша	98,14%		
11				

Рис. 27.4. Результат вычисления вероятности выигрыша в серии "6 из 49"

Основные данные вводятся и выводятся в ячейках **B5:B10**. В ячейке **B5** указываем общее количество номеров (пронумерованных шариков в барабане). Значение в ячейке **B6** определяет количество угадываемых номеров (столько номеров игрок помечает в лотерейном билете). Это же значение дает количество выпадающих номеров. В ячейку **B7** вводим количество номеров, вероятность угадать которые вычисляется в ячейке **B8** по формуле **=ГИПЕРГЕОМЕТ(B7;B6;B6;B5)**. В ячейке **B10** вычисляется вероятность проигрыша (вероятность угадать не более двух номеров). Вероятность равна сумме вероятностей угадать ноль, один или два номера, поэтому для ее вычисления используем формулу **=СУММ(ГИПЕРГЕОМЕТ(0;B6;B6;B5); ГИПЕРГЕОМЕТ(1;B6;B6;B5);ГИПЕРГЕОМЕТ(2;B6;B6;B5))**. Вероятность выигрыша (т. е. вероятность угадать более двух номеров) равна единице минус вероятность проигрыша. Поэтому в ячейку **B9** вводим формулу **=1-B10**. Кроме того, заголовок с названием серии в ячейке **B3** вводится как формула **= "Серия "&B6&" из "&B5**. В формуле использован оператор объединения текстовых строк **&**, а также ссылки на ячейки **B6** и **B5**, так что при изменении значений в этих ячейках автоматически и меняется название серии.

Как видим, вероятность выигрыша в серии "6 из 49" очень мала, равно как и вероятность выигрыша в серии "5 из 36" (рис. 27.5).

В3		f _c = "Серия "&B6&" из "&B5		
	A	B	C	D
1	Пример 27.3. Игра в спортлото			
2				
3		Серия 5 из 36		
4				
5	Всего номеров	36		
6	Угадываемых номеров	5		
7	Номеров угадано	3		
8	Вероятность	1,23%		
9	Вероятность выигрыша	1,27%		
10	Вероятность проигрыша	98,73%		
11				

Рис. 27.5. Результат вычисления вероятности выигрыша в серии "5 из 36"

Что касается вероятности угадать все выпавшие номера, то она просто ничтожна. В качестве примера можно привести результаты вычислений для лотереи "6 из 49" (рис. 27.6).

	B8		f_x	=ГИПЕРГЕОМЕТ(B7;B6;B6;B5)
	A	B	C	D
1	Пример 27.3. Игра в спортлото			
2				
3		Серия 6 из 49		
4				
5	Всего номеров	49		
6	Угадываемых номеров	6		
7	Номеров угадано	6		
8	Вероятность	0,00000715%		
9	Вероятность выигрыша	1,86%		
10	Вероятность проигрыша	98,14%		
11				

Рис. 27.6. Вероятность угадать все номера

Вероятность угадать все шесть номеров составляет миллионные доли процента (данные о вероятностях в ячейках **B8:B10** представлены в процентном формате).

Пример 27.4. Функция распределения

По определению функцией распределения $F_{\xi}(x)$ случайной величины ξ определяется как вероятность $P(\xi < x)$ того, что случайная величина принимает значение, меньшее x , т. е. $F_{\xi}(x) = P(\xi < x)$. Вычисление функций распределения случайных величин представляет собой важную задачу теории вероятностей.

Функция распределения имеет ряд особенностей, среди которых следующие: это неубывающая функция, непрерывная слева, изменяющаяся от нуля в минус бесконечности до единицы в плюс бесконечности (т. е. $F_{\xi}(-\infty) = 0$ и $F_{\xi}(+\infty) = 1$). Производная от функции распределения называется плотностью распределения случайной величины: $p_{\xi}(x) = \frac{dF_{\xi}(x)}{dx}$. Если известна плотность распределения случайной величины $p_{\xi}(x)$, то вероятность того, что случайная величина лежит в интервале значений (a, b) , равна $P(a < \xi < b) = \int_a^b p_{\xi}(x)dx$. Математическое ожидание абсолютно непрерывной случайной величины вычисляется как $M\xi = \int_{-\infty}^{+\infty} xp_{\xi}(x)dx$.

В Excel для большинства законов распределения существуют специальные встроенные функции. Далее для нескольких распределений приведены функции распределения и плотности распределения, построенные средствами Excel.

Рисунок 27.7 содержит диаграмму с данными для нормального распределения и графиками функции распределения и плотности распределения случайной величины, имеющей нормальное стандартное распределение.

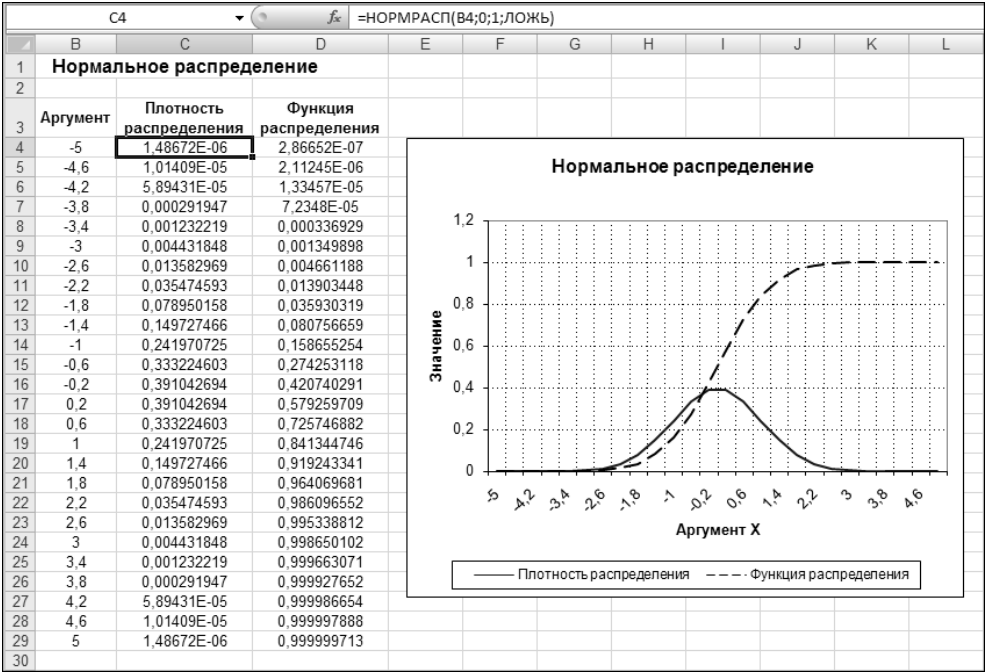


Рис. 27.7. Нормальное стандартное распределение

Диапазон ячеек **A4:A29** содержит нумерацию базовых точек, по которым строятся функция распределения и плотности распределения. Эти ячейки в процессе вычисления точек и построения диаграммы не используются. Напротив, диапазон ячеек **B4:B29** содержит весьма полезные данные: это базовые точки значений аргумента функций распределения и плотности распределения. Аргумент изменяется в пределах от -5 до 5 с шагом **0,4**. Ячейки **C4:C29** содержат значения функции плотности распределения в узловых точках, а ячейки **D4:D29** — значения функции распределения. Для заполнения ячеек диапазона **C4:C29** в ячейку **C4** была введена формула **=НОРМРАСП(B4;0;1;ЛОЖЬ)**, после чего эта формула копировалась во все остальные ячейки диапазона. Диапазон ячеек **D4:D29** заполнялся на основе копирования формулы **=НОРМСТРАСП(B4)**, введенной в ячейку **D4**.

Функцией **НОРМСТРАСП()** (в версии Excel 2010 функция называется **НОРМ.СТ.РАСП()**) в качестве значения возвращается функция нормального стандартного распределения (ее значение). Если нужно получить значение функции распределения нормального распределения с параметрами (a, s) (a — среднее значение, а s — дисперсия), можно использовать функцию **НОРМРАСП()** (в версии Excel 2010 это

функция `НОРМ.РАСП()`, аргументами которой указывают точку, в которой определяется функция и параметры распределения. Четвертый аргумент является логическим и определяет, какую функцию вычислять — функцию распределения (значение `ИСТИНА`) или функцию плотности распределения (значение `ЛОЖЬ`).

На основе данных **B4:D29** строится диаграмма с графиками для функций распределения и плотности распределения.

Практически так же строится распределение Вейбулла. Разница состоит в том, что аргумент функций распределения и плотности распределения изменяется в пределах от **0** до **5** с шагом **0,2**. Соответствующая диаграмма вместе с фактическими данными, на основе которых она строилась, показана на рис. 27.8.

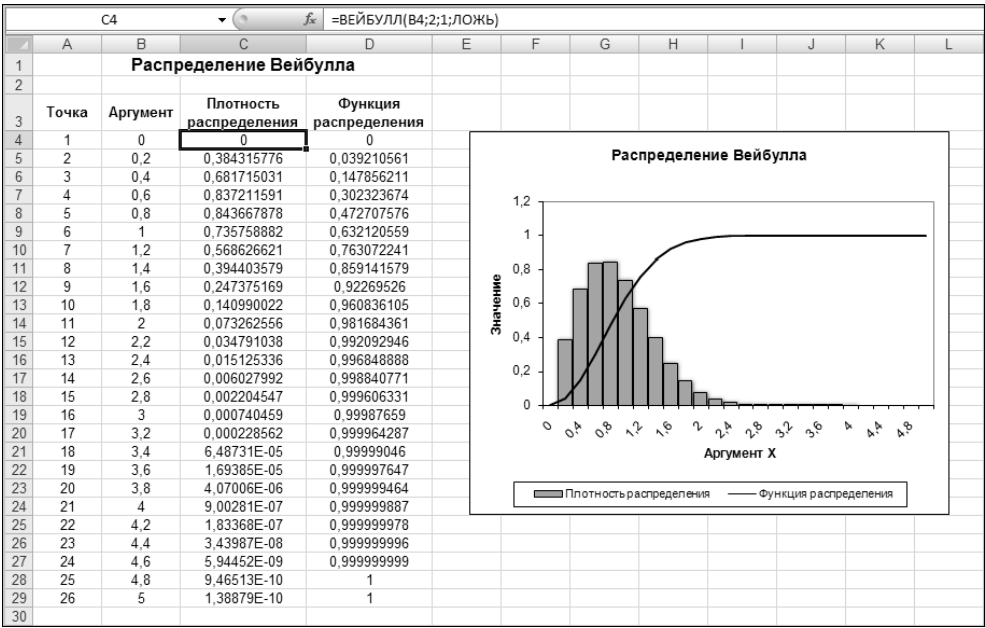


Рис. 27.8. Распределение Вейбулла

Данные о распределении получаются с помощью функции `ВЕЙБУЛЛ()` (новое название функции `ВЕЙБУЛЛ.РАСП()`). У функции четыре аргумента. Первый аргумент соответствует той точке, в которой определяется функция (будь то функция распределения или функция плотности распределения). Второй и третий аргументы — параметры распределения Вейбулла. Наконец, четвертый логический аргумент позволяет вычислять функцию распределения или функцию плотности распределения. В первом случае аргумент должен быть равен `ИСТИНА`, во втором — `ЛОЖЬ`.

Случайная величина имеет распределение Вейбулла с параметрами α и λ , если плотность ее распределения имеет вид $f(x) = \alpha\lambda x^{\alpha-1} \exp(-\lambda x^\alpha)$ при $x \geq 0$ и тождественно равна нулю в противном случае. Функция распределения такой случайной

величины (вероятность того, что случайная величина превысит значение x) равна $F(x) = 1 - \exp(-\lambda x^\alpha)$ при $x > 0$ и ноль при $x \leq 0$. Параметры распределения α и λ указываются вторым и третьим аргументами функции ВЕЙБУЛЛ().

В ячейку **C4** вводилась формула **=ВЕЙБУЛЛ(B4;2;1;ЛОЖЬ)**, а в ячейку **D4** — формула **=ВЕЙБУЛЛ(B4;2;1;ИСТИНА)**. Таким образом, рассматривается распределение Вейбулла с параметрами **2** и **1**. Далее на основе этих формул заполнялся диапазон ячеек **C4:D29**. Диаграмма строилась на основе данных в диапазоне ячеек **B4:D29**. В отличие от предыдущего случая, на данной диаграмме функция плотности распределения представлена столбиками — иногда это бывает более наглядно по сравнению с отображением зависимости обычным графиком (линией).

Пример 27.5. Вероятность реализации дискретной случайной величины

Возникающие в результате работы со случайными величинами задачи часто сводятся к определению вероятности того, что будет реализовано значение, лежащее в определенном интервале. На этот случай в Excel с успехом может применяться функция **ВЕРОЯТНОСТЬ()**. Первым и вторым аргументами этой функции указываются диапазоны ячеек, которыми определяется закон распределения случайной величины: первый диапазон определяет набор возможных значений случайной величины, второй диапазон — соответствующие этим значениям вероятности реализации. Далее следует указать нижний и верхний пределы (третий и четвертый аргументы соответственно). В качестве результата функцией возвращается вероятность того, что значение случайной величины будет лежать в пределах диапазона (включая его граничные точки), определяемого третьим и четвертым аргументами функции. Если указан только третий аргумент, то возвращается вероятность того, что случайная величина принимает значение, равное третьему аргументу функции.

Следует иметь в виду два обстоятельства: во-первых, количество ячеек в диапазонах, указанных первым и вторым аргументами функции, должно быть одинаковым (чтобы установить взаимно однозначное соответствие между значением и вероятностью его реализации) и, во-вторых, сумма значений во втором диапазоне должна равняться единице. Кроме того, все значения во втором диапазоне должны быть в пределах от 0 до 1.

На рис. 27.9 показан фрагмент документа, в котором используется функция **ВЕРОЯТНОСТЬ()**.

Данные о возможных значениях случайной величины и вероятности их реализации размещены в ячейках **A4:B8**. В ячейках **E4:E8** вычисляются различные вероятности на основе закона распределения случайной величины. Формулы, по которым вычислялись эти вероятности, собраны в табл. 27.4.

Кроме вероятностей различных событий, в документе вычисляется математическое ожидание и дисперсия для рассматриваемой случайной величины.

E8		=ВЕРОЯТНОСТЬ(\$A\$4:\$A\$8;\$B\$4:\$B\$8;1;5)				
	A	B	C	D	E	F
1	Дискретное распределение					
2						
3	Значение	Вероятность	Вероятности реализации:			
4	1	0,2	Значение в диапазоне от 2 до 4		0,65	
5	2	0,1	Значение, равное 3		0,3	
6	3	0,3	Значение, отличное от 5		0,85	
7	4	0,25	Значение 1 или 4		0,45	
8	5	0,15	Значение в диапазоне от 1 до 5		1	
9			Математическое ожидание		3,05	
10			Дисперсия		1,7475	
11						

Рис. 27.9. Дискретное распределение

Таблица 27.4. Дискретное распределение случайной величины

Адрес ячейки	Формула	Комментарий
E4	=ВЕРОЯТНОСТЬ(\$A\$4:\$A\$8;\$B\$4:\$B\$8;2;4)	Вероятность того, что случайная величина примет значение в диапазоне от 2 до 4
E5	=ВЕРОЯТНОСТЬ(\$A\$4:\$A\$8;\$B\$4:\$B\$8;3)	Вероятность того, что случайная величина примет значение, равное 3
E6	=1-ВЕРОЯТНОСТЬ(\$A\$4:\$A\$8;\$B\$4:\$B\$8;5)	Вероятность того, что будет реализовано значение, отличное от 5: это единица минус вероятность реализации значения 5
E7	=ВЕРОЯТНОСТЬ(\$A\$4:\$A\$8;\$B\$4:\$B\$8;1)+ ВЕРОЯТНОСТЬ(\$A\$4:\$A\$8;\$B\$4:\$B\$8;4)	Вероятность того, что будет реализовано значение 1 или 4: это сумма вероятностей реализации значения 1 и вероятности реализации значения 4
E8	=ВЕРОЯТНОСТЬ(\$A\$4:\$A\$8;\$B\$4:\$B\$8;1;5)	Вероятность того, что случайная величина примет значение в диапазоне от 1 до 5. Такая вероятность, очевидно, должна равняться единице

Математическое ожидание вычисляется в ячейке E9 по формуле =СУММ(A4:A8*B4:B8). Формула, и это важно, вводится как формула массива, т. е. с помощью комбинации клавиш <Ctrl>+<Shift>+<Enter>. В результате вычисления произведения A4:A8*B4:B8 формируется массив элементов, каждый из которых равен произведению значения на вероятность его реализации. Далее вычисляется сумма этих элементов. Это и есть, согласно определению, математическое ожидание случайной величины.

Дисперсия случайной величины вычисляется по формуле =СУММ(A4:A8*A4:A8*B4:B8)-E9^2. Эта формула вводится в ячейку E10. Произведение

A4:A8*B4:A8*B4:B8 дает набор произведений квадратов значений случайной величины и вероятностей их реализации. Сумма этих значений является математическим ожиданием квадрата случайной величины. Дисперсия получается, если от этой величины отнять квадрат математического ожидания случайной величины (ячейка **E9**).

Пример 27.6. Корреляция статистических данных

Анализ статистических данных на предмет их взаимной зависимости можно проводить с помощью надстройки **Анализ данных**. В качестве показателя зависимости данных может использоваться выборочный коэффициент корреляции. Покажем процедуру расчета коэффициента корреляции на примере документа, содержащего три столбца статистических данных (рис. 27.10).

C4		fx		=A4-2*B4	
	A	B	C	D	E
1	Пример 27.6. Корреляция статистических данных				
2					
3	Величина x	Величина y	Величина z		
4	-5,046029739	1,320130766	-7,686291272		
5	-0,731568773	2,746529961	-6,224628694		
6	1,429449756	0,899055183	-0,36866061		
7	0,23093128	3,517754183	-6,804577086		
8	2,852486093	2,327687187	-1,80288828		
9	-0,876110218	3,151168701	-7,17844762		
10	2,10970177	1,067866495	-0,026031219		
11	-0,02588956	-3,340981832	6,656074104		
12	-1,664328349	0,306833161	-2,27799467		
13	-1,096057869	-0,940998118	0,785938366		
14					

Рис. 27.10. Исходный документ со статистическими данными для вычисления коэффициента корреляции

Диапазон ячеек **A4:C13** содержит три набора данных о реализации случайной величины. При генерировании значений в ячейках **A4:A13** (случайная величина x) и **B4:B13** (случайная величина y) использовалось нормальное распределение со средним значением **1** и стандартным отклонением **2**. Случайная величина z (реализация в ячейках **C4:C13**) определяется в виде линейной комбинации первых двух случайных величин: $z = x - 2y$.

Для вычисления парных коэффициентов корреляции (т. е. коэффициентов корреляции для всевозможных пар случайных величин) запускаем утилиту **Анализ данных**. В окне утилиты выбираем команду **Корреляция** (рис. 27.11).

В окне **Корреляция** выполняем следующие настройки: в качестве входного диапазона указываем ячейки **A3:C13** (установив флажок **Метки в первой строке**), пере-

ключатель **Группирование** ставим в положение **по столбцам**. Результат будет выводиться в ячейки **Е3:Н6** (рис. 27.12).

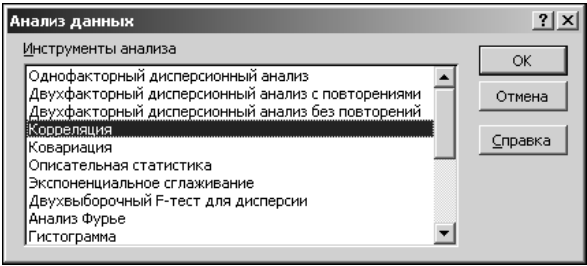


Рис. 27.11. В окне утилиты **Анализ данных** выбираем команду **Корреляция**

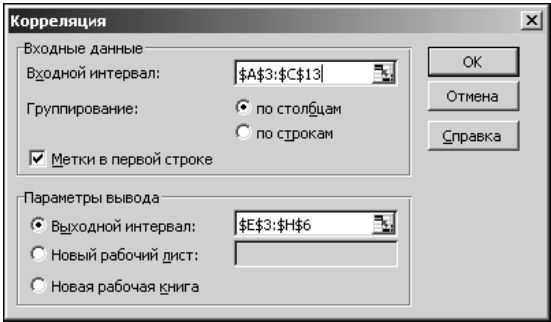


Рис. 27.12. Ввод настроек в окно **Корреляция** для вычисления коэффициента корреляции

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Пример 27.6. Корреляция статистических данных							
2								
3	Величина x	Величина y	Величина z		Величина x	Величина y	Величина z	
4	-5,046029739	1,320130766	-7,686291272		1			
5	-0,731568773	2,746529961	-6,224628694		0,0787568	1		
6	1,429449756	0,899055183	-0,36866061		0,416679287	-0,873413583	1	
7	0,23093128	3,517754183	-6,804577086					
8	2,852486093	2,327687187	-1,80288828					
9	-0,876110218	3,151168701	-7,17844762					
10	2,10970177	1,067866495	-0,026031219					
11	-0,02588956	-3,340981832	6,656074104					
12	-1,664328349	0,306833161	-2,27799467					
13	-1,096057869	-0,940998118	0,785938366					
14								

Рис. 27.13. Коэффициент корреляции вычислен

Результат вычисления коэффициентов корреляции показан на рис. 27.13. Получили таблицу с одинаковыми названиями строк и столбцов. Коэффициенты корреляции находятся на пересечениях строки и столбца. На диагоналях стоят еди-

ницы (так и должно быть, поскольку случайная величина однозначно скоррелирована сама с собой). По определению соответствующая таблица должна быть симметричной, поэтому отображаются только значения ниже главной диагонали. Отметим также, что для независимых случайных величин выборочный коэффициент корреляции близок к нулю, как это имеет место для величин x и y .

Пример 27.7. Описательная статистика

Настройка **Анализ данных** позволяет вычислять все основные статистические характеристики по выборке. В этом случае в окне утилиты **Анализ данных** выбираем команду **Описательная статистика** (рис. 27.14).

В открывшемся окне **Описательная статистика** указываем исходный диапазон ячеек с данными для выполнения статистического анализа, задаем область вывода результатов, а также устанавливаем флажки у опций для вычисления дополнительных статистических показателей (таких как уровень надежности и экстремальные элементы выборки). Диалоговое окно **Описательная статистика** с выполненными в нем настройками показано на рис. 27.15.

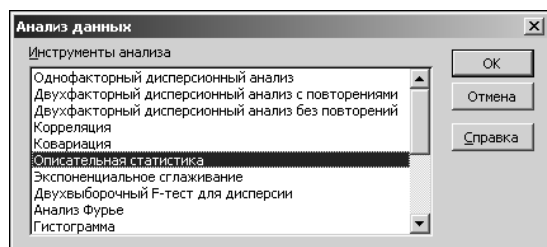


Рис. 27.14. Выбор команды **Описательная статистика** в окне надстройки **Анализ данных**

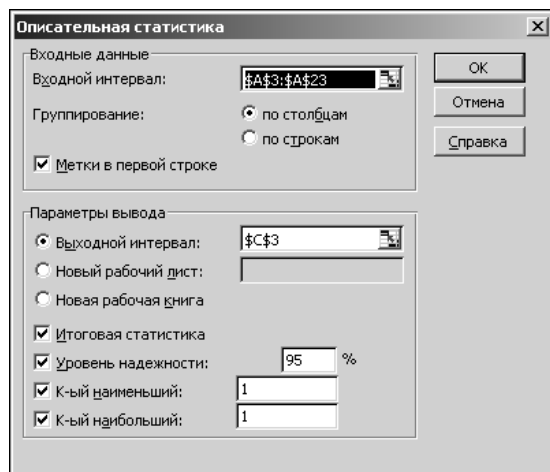


Рис. 27.15. Окно утилиты **Описательная статистика** с выполненными настройками

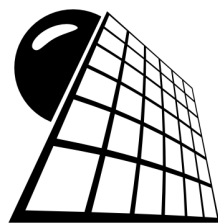
	A	B	C	D
1	Пример 27.7. Описательная статистика			
2				
3	Данные		Данные	
4	40			
5	41	Среднее		40,55
6	34	Стандартная ошибка		0,988020349
7	42	Медиана		41
8	43	Мода		40
9	44	Стандартное отклонение		4,418561328
10	35	Дисперсия выборки		19,52368421
11	42	Эксцесс		0,561570449
12	30	Асимметричность		-0,783912218
13	43	Интервал		18
14	41	Минимум		30
15	39	Максимум		48
16	40	Сумма		811
17	46	Счет		20
18	41	Наибольший(1)		48
19	48	Наименьший(1)		30
20	45	Уровень надежности(95,0%)		2,067950353
21	40			
22	43			
23	34			

Рис. 27.16. Документ с исходными данными и рассчитанными основными статистическими характеристиками

Результаты вычислений приведены в документе на рис. 27.16.

В документе, помимо исходных данных, также содержится таблица с рядом статистических показателей, вычисленных на основе выборки. Среди них такие величины, как среднее значение, дисперсия выборки, минимальное и максимальное значения элементов в выборке, сумма элементов, уровень надежности и ряд других.

Глава 28



Экономика и финансы

В главе представлены некоторые задачи макро- и микроэкономики, а также теории и практики финансирования, при решении которых целесообразно использование Excel. В разделах экономической теории в основном рассматриваются модельные системы, а для их исследования используются различные методы — от наиболее простых до составления макросов и функций пользователя. Финансовые задачи решаются на основе использования встроенных финансовых функций Excel.

Пример 28.1. Производственная функция

В общем случае под производственной функцией подразумевают зависимость между максимально возможными объемами производства и затратами ресурсов на это производство. Среди факторов обычно выделяют рабочую силу и капитал (средства производства), а также часто относят сюда и такой фактор, как земля. Рассмотрим, как в Excel вычисляются параметры производственной функции на основании статистических данных.

Фактически, в данном случае речь идет об аппроксимации данных. Однако для этого необходимо знать общий вид соответствующей кривой. Рассмотрим производственную функцию в виде зависимости Коба — Дугласа. В общем случае соответствующая функциональная зависимость имеет вид $L(x, y) = Ax^n y^m$, где через x и y обозначены факторы производства (рабочая сила и средства производства), а величины $A > 0$, $0 < n < 1$ и $0 < m < 1$ являются параметрами модели, которые необходимо определить на основе статистических данных. Документ, в котором решается эта задача, показан на рис. 28.1.

Ячейки **B4:B23** содержат данные о трудовом факторе, в ячейках **C4:C23** представлены данные о затратах производственного фактора, а объем выпускаемой при указанных затратах факторов производства продукции приведен в ячейках **D4:D23**. Все данные представлены в условных единицах. Параметры производственной функции указаны в ячейках **I4:I6** (параметр A в ячейке **I4**, параметр n в ячейке **I5** и параметр m в ячейке **I6**). На начальном этапе туда вводятся произвольные значения (удовлетворяющие, однако, накладываемым на эти параметры ограничениям). В ячейках **E4:E23** рассчитываются объемы выпуска продукции, вычисленные

на основе производственной функции. Для этого в ячейку **E4** вводим формулу $=\$I\$4*\$B4^{\wedge}\$I\$5*\$C4^{\wedge}\$I\6 и копируем ее в прочие ячейки диапазона. В ячейках **F4:F23** вычисляется погрешность предсказаний объемов выпуска на основе производственной функции по отношению к фактическому значению. Погрешность вычисляется копированием в ячейки диапазона **F4:F23** формулы $=D4-E4$ из ячейки **F4**. Наконец, среднее значение квадратов отклонений теоретических и фактических значений выпуска вычисляем в ячейке **I7** по формуле $=CPЗНАЧ(F4:F23^{\wedge}2)$ (формула вводится как формула массива нажатием комбинации клавиш $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Shift} \rangle + \langle \text{Enter} \rangle$).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Пример 28.1. Производственная функция								
2									
3		Трудовой фактор	Производственный	Выпуск продукции	Производственная	Ошибки	Параметры		
4	№	(усл. ед.)	фактор (усл. ед.)	(усл. ед.)	функция (усл. ед.)	(усл. ед.)	произв. функции		
5	1	2	1	6	9,90	-3,90	Параметр A =		
6	2	3	2	12	17,15	-5,15	Параметр n =		
7	3	5	3	19	27,11	-8,11	Параметр m =		
8	4	7	4	28	37,04	-9,04	Среднеквадр. откл.		
9	5	8	5	34	44,27	-10,27	495,97		
10	6	9	1	10	21,00	-11,00			
11	7	11	2	18	32,83	-14,83			
12	8	13	3	25	43,71	-18,71			
13	9	14	4	33	52,38	-19,38			
14	10	15	5	40	60,62	-20,62			
15	11	18	1	12	29,70	-17,70			
16	12	19	2	22	43,15	-21,15			
17	13	21	3	31	55,56	-24,56			
18	14	23	4	39	67,14	-28,14			
19	15	24	5	47	76,68	-29,68			
20	16	26	1	13	35,69	-22,69			
21	17	28	2	24	52,38	-28,38			
22	18	30	3	33	66,41	-33,41			
23	19	31	4	43	77,95	-34,95			
24	20	33	5	52	89,92	-37,92			

Рис. 28.1. Исходный документ с данными для определения параметров производственной функции Коба — Дугласа

Значения в ячейках **I4:I6** будем выбирать так, чтобы среднее значение квадратов отклонений предсказанных на основе производственной функции значений от реальных значений было как можно меньшим. Это значит, что предстоит решить задачу о минимизации значения в ячейке **I7** путем варьирования значений в ячейках **I4:I6**. Используем для этого надстройку **Поиск решения**.

Вызываем надстройку **Поиск решения** и выполняем необходимые настройки: целевой является ячейка **I7** (значение минимизируется), изменяемыми являются ячейки **I4:I6**, а, кроме этого, на изменяемые ячейки накладываются ограничения **I4>=0, I5>=0, I6>=0, I5<=1 и I6<=1** (рис. 28.2).

Результат поиска решения показан на рис. 28.3.

Значения параметров модели найдены достаточно неплохо, судя хотя бы по значению среднеквадратичной ошибки, а особенно с учетом того, что исходные данные выбирались так, чтобы они (с некоторой погрешностью) соответствовали модели $A=5$, $n=0,3$ и $m=0,8$. Разумеется, такие эффективные решения могут быть получены далеко не всегда. Однако это никак не свидетельствует о недостатках приложения Excel, скорее, говорит о неадекватности использованной модели.

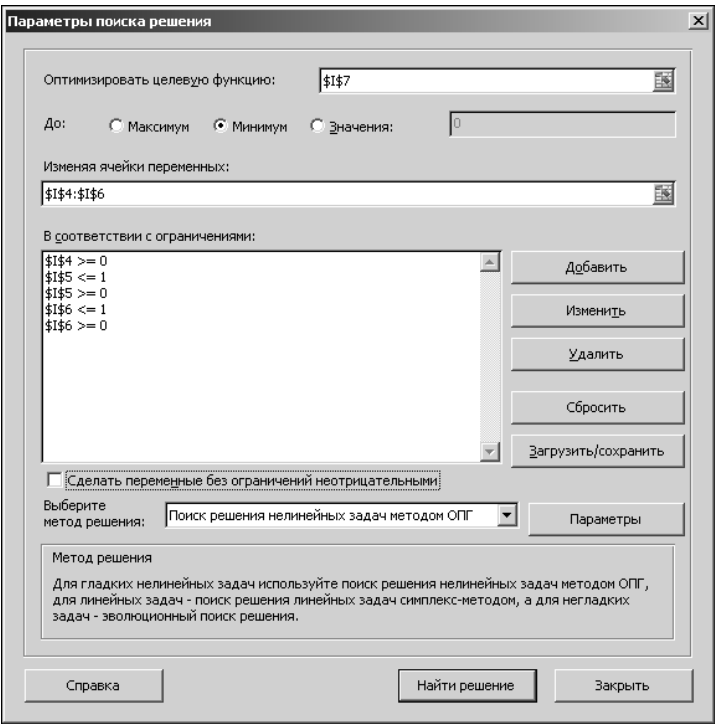


Рис. 28.2. Настройки окна надстройки Поиск решения

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Пример 28.1. Производственная функция								
2									
3		Трудовой фактор	Производственный фактор	Выпуск продукции	Производственная функция	Ошибки	Параметры произв. функции		
	№	(усл. ед.)	(усл. ед.)	(усл. ед.)	(усл. ед.)	(усл. ед.)			
4	1	2	1	6	6,15	-0,15	Параметр A =	4,975772	
5	2	3	2	12	12,06	-0,06	Параметр n =	0,306107	
6	3	5	3	19	19,43	-0,43	Параметр m =	0,791476	
7	4	7	4	28	27,04	0,96	Среднеквадр. откл.	0,26	
8	5	8	5	34	33,61	0,39			
9	6	9	1	10	9,75	0,25			
10	7	11	2	18	17,94	0,06			
11	8	13	3	25	26,03	-1,03			
12	9	14	4	33	33,44	-0,44			
13	10	15	5	40	40,75	-0,75			
14	11	18	1	12	12,05	-0,05			
15	12	19	2	22	21,21	0,79			
16	13	21	3	31	30,15	0,85			
17	14	23	4	39	38,92	0,08			
18	15	24	5	47	47,05	-0,05			
19	16	26	1	13	13,49	-0,49			
20	17	28	2	24	23,88	0,12			
21	18	30	3	33	33,62	-0,62			
22	19	31	4	43	42,65	0,35			
23	20	33	5	52	51,87	0,13			
24									

Рис. 28.3. Результат поиска решения

Хотя решение найдено, при изменении исходных статистических данных придется повторить всю процедуру поиска решения заново. Это не очень удобно. Разумнее создать специальный макрос. Его программный код приведен в листинге 28.1.

Листинг 28.1. Программный код макроса для вычисления параметров производственной функции

```
Sub Pr_Func()  
    SolverReset  
    SolverOk SetCell:="$I$7", MaxMinVal:=2, ByChange:="$I$4:$I$6"  
    SolverAdd CellRef:="$I$4", Relation:=3, FormulaText:="0"  
    SolverAdd CellRef:="$I$5", Relation:=3, FormulaText:="0"  
    SolverAdd CellRef:="$I$6", Relation:=3, FormulaText:="0"  
    SolverAdd CellRef:="$I$5", Relation:=1, FormulaText:="1"  
    SolverAdd CellRef:="$I$6", Relation:=1, FormulaText:="1"  
    SolverSolve UserFinish:=True  
End Sub
```

Причем условия-ограничения (начинаются с инструкции SolverAdd) в программном коде макроса можно не использовать — в большинстве случаев макрос будет работать и без них. В рабочий документ добавляется кнопка, которой в качестве исполняемого присваивается макрос Pr_Func(). На рис. 28.4 показан документ, в котором добавлена кнопка **Оптимизировать** и изменены параметры производственной функции.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Пример 28.1. Производственная функция								
2									
3	Трудовой фактор		Производственный	Выпуск продукции	Производственная	Ошибка	Параметры		
	№	(усл. ед.)	фактор (усл. ед.)	(усл. ед.)	функция (усл. ед.)	(усл. ед.)	произв. функции		
4	1	2	1	6	22,39	-16,39	Параметр А =	12	
5	2	3	2	12	34,57	-22,57	Параметр n =	0,9	
6	3	5	3	19	57,01	-38,01	Параметр m =	0,1	
7	4	7	4	28	79,43	-51,43	Среднеквадр. откл.	26319,49	
8	5	8	5	34	91,59	-57,59	Оптимизировать		
9	6	9	1	10	86,70	-76,70			
10	7	11	2	18	111,31	-93,31			
11	8	13	3	25	134,72	-109,72			
12	9	14	4	33	148,22	-115,22			
13	10	15	5	40	161,27	-121,27			
14	11	18	1	12	161,78	-149,78			
15	12	19	2	22	182,04	-160,04			
16	13	21	3	31	207,44	-176,44			
17	14	23	4	39	231,71	-192,71			
18	15	24	5	47	246,19	-199,19			
19	16	26	1	13	225,25	-212,25			
20	17	28	2	24	258,06	-234,06			
21	18	30	3	33	285,96	-252,96			
22	19	31	4	43	303,12	-260,12			
23	20	33	5	52	327,90	-275,90			
24									

Рис. 28.4. В документ добавлена кнопка

После щелчка по кнопке **Оптимизировать** вычисляются параметры производственной функции, как это показано на рис. 28.5.

Видим, что результат такой же, как и ранее, но получен он меньшими усилиями. Напомним также, что для того, чтобы макрос работал корректно, необходимо

в окне редактора VBA установить флажок **SOLVER** диалогового окна **References**, которое может быть открыто командой **Tools | References**.

<u>Параметры</u>	
<u>произв. функции</u>	
Параметр A =	4,975765
Параметр n =	0,306107
Параметр m =	0,791477
Среднеквадр. откл.	0,26
Оптимизировать	

Рис. 28.5. Параметры производственной функции найдены правильно

Пример 28.2. Стоимость инвестиционных проектов

Рассмотрим функцию $пс()$, которой в качестве значения возвращается стоимость инвестиций, приведенная к текущему моменту времени. Этот показатель является одним из наиболее эффективных при определении привлекательности проекта долгосрочного инвестирования. Он определяет сумму, которую нужно было бы вложить при данном значении процентной ставки, чтобы получить эквивалентный доход.

У функции пять аргументов, которые указываются в такой последовательности:

- ☐ процентная ставка за период между выплатами;
- ☐ количество периодов выплаты;
- ☐ постоянная сумма выплат за каждый период;
- ☐ будущая стоимость инвестиций (или остаток суммы задолженности к окончанию выплат);
- ☐ аргумент, который принимает значения 0 или 1 — если он равен 1, это означает, что выплаты производятся в начале периода, а если 0 — в конце.

Некоторые аргументы можно не указывать. Так, если четвертый аргумент не указан, он полагается равным нулю. Значением по умолчанию для пятого аргумента является 0. Кроме того, если указан четвертый аргумент (конечная стоимость инвестиций), то постоянные выплаты можно не указывать (третий аргумент). Рассмотрим простой пример, в котором требуется оценить стоимость двух инвестиционных проектов. Каждый из проектов рассчитан на пять лет. В первом предполагается получение ежегодных дивидендов в размере 20 000 рублей. Второй подразумевает получение суммы в 100 000 рублей по окончании проекта (т. е. через пять лет). Процентная ставка равна 4%. Соответствующий документ показан на рис. 28.6.

В ячейку **B3** введено значение процентной ставки, в ячейке **B4** указана продолжительность проектов, ячейка **B5** содержит информацию о ежегодных поступлениях по первому проекту, а ячейка **B6** — о конечных выплатах по второму проекту.

К ячейке **B3** применялся процентный формат, а к ячейкам **B5** и **B6** — денежный формат. Стоимость инвестиционных проектов вычисляется в ячейках **B7** и **B8**. В ячейку **B7** была введена формула **=ПС(B3;B4;B5)**, а в ячейку **B8** — формула **=ПС(B3;B4;;B6)** (третий аргумент пропущен, но точка с запятой все равно ставится). Остановимся на интерпретации полученных результатов. Во-первых, оба полученных числа отрицательные: значение **-89036,45** в ячейке **B7** и **-82192,71** в ячейке **B8**. Что значат эти числа (у них, кстати, размерность денежных единиц)? Для ответа на этот вопрос сделаем небольшое отступление. Предположим, что у потенциального инвестора имеется некоторая сумма, которую можно положить в банк под проценты. Доход от такого вложения средств начисляется от базовой суммы в зависимости от процентной ставки. С другой стороны, эти средства можно было бы вложить в какой-нибудь инвестиционный проект (например, один из рассматриваемых). Стоимость проекта определяется как такая сумма денег, которая, будучи положенной на счет в банке, давала бы такой же доход, как и инвестиционный проект. В свете сказанного значение **-89036,45** при оценке первого проекта свидетельствует о том, что для получения эквивалентного дохода необходимо было бы положить в банк сумму в 89 036,45 рублей. Это стоимость первого проекта. Стоимость второго проекта равна 82 192,71 рублей. Какой из них лучше? Зависит от того, сколько предполагается инвестировать в каждый из проектов. Если объем инвестиций в оба проекта одинаков (пусть это будет для определенности 70 000 рублей), то предпочтительнее первый проект, поскольку в этом случае за 70 000 рублей получаем доход такой же, как от 89 036,45 рублей, положенных на счет в банке. Если стоимость обоих проектов была бы, скажем, 85 000 рублей, то второй проект был бы просто убыточным по сравнению с размещением средств на счету в банке.

B8		fx		=ПС(B3;B4;;B6)	
	A	B	C	D	
1	Стоимость инвестиционных проектов				
2					
3	Процентная ставка	4%			
4	Период	5			
5	Ежегодные поступления	20 000,00р.			
6	Конечная стоимость	100 000,00р.			
7	Первый проект	-89 036,45р.			
8	Второй проект	-82 192,71р.			
9					

Рис. 28.6. Оценка стоимости инвестиций

Попробуем выяснить, почему стоимость первого проекта с экономической точки зрения выше стоимости второго проекта. Ведь в конечном итоге объем общих поступлений от проектов одинаков (для первого это пять раз по 20 000 рублей в течение пяти лет и 100 000 рублей сразу по истечении пяти лет по второму проекту). Начнем со второго проекта. В этом случае вопрос о стоимости проекта сводится к следующему: какую сумму нужно положить в банк под 4% годовых, чтобы через пять лет эта сумма превратилась в 100 000 рублей? Если обозначить исходную

вложенную сумму через x , а процентную ставку через $n = 0,04$, то через пять лет по формуле начисления сложных процентов получаем сумму $x(1+n)^5$, и это должно равняться 100 000. Решая уравнение $x(1+n)^5 = 100000$ относительно x , находим $x = 100000/(1+n)^5 = 100000/1,04^5 \approx 82192,71$. Именно это значение было возвращено функцией $\text{ПС}()$ в качестве стоимости второго проекта. Вычисление стоимости первого проекта несколько сложнее, поэтому ограничимся только общими комментариями. Предположим, что на счет в банке положена сумма, эквивалентная стоимости проекта. Через год на нее начисляются проценты, и она, фактически, увеличивается. Со счета снимается сумма в 20 000 рублей, а прочие средства остаются в банке еще на год. За год на оставшуюся сумму начисляются проценты, и со счета снова снимается 20 000 рублей и т. д. в течение пяти лет. Через пять лет после того, как со счета сняты очередные 20 000 рублей, денег на счету не остается. Исходя из этих обстоятельств, и вычисляется стоимость проекта. Можно показать, что в этом случае искомая стоимость проекта равна $x = 20000 \cdot \sum_{k=1}^5 \frac{1}{1,04^k} = 5 \cdot 10^5 (1 - 1/1,04^5) \approx 89036,45$. Поскольку в этом случае проценты начисляются каждый раз все с меньшей и меньшей суммы, то исходная сумма должна быть достаточно большой, чтобы обеспечивать ежегодные выплаты в 20 000 рублей. Поэтому стоимость первого проекта больше. Таким образом, если в рабочем документе используется формула $=\text{ПС}(\mathbf{n};\mathbf{m};;\mathbf{S})$, то результат вычисляется по формуле $\mathbf{S}/(1+n)^m$. Для формулы $=\text{ПС}(\mathbf{n};\mathbf{m};\mathbf{s})$ результат вычисляется как $\frac{\mathbf{S}}{n} \left(1 - 1/(1+n)^m\right)$.

В некотором смысле недостатком рассмотренной функции $\text{ПС}()$ является то, что стоимость инвестиций вычисляется в предположении о постоянных выплатах. А они не всегда постоянны. В этом случае используют функцию $\text{ЧПС}()$. Аргументами функции указываются процентная ставка и набор значений, определяющих поступление средств (отрицательные поступления есть не что иное, как выплаты). Если процентная ставка n и набор поступлений $\{s_i\}$ ($i = 1, 2, \dots, m$) являются аргументами

функции $\text{ЧПС}()$, то значение функции вычисляется по формуле $\sum_{i=1}^m \frac{s_i}{(1+n)^i}$. Таким

образом, важен не только объем поступлений, но и их последовательность. Важными являются предположения о том, что поступления равномерно распределены во времени и осуществляются в конце периодов между платежами. Результат применения функции $\text{ЧПС}()$ для вычисления стоимости проекта по серии поступлений средств показан на рис. 28.7.

Аргументов у функции два: ссылка на ячейку **B3** со значением процентной ставки и ссылка на диапазон ячеек **B5:F5**, содержащий сведения о ежегодных финансовых поступлениях.

Очевидно, что если все поступления постоянны, должны получить то же значение, что и ранее (разумеется, при совпадении формальных параметров — процентной

ставке, сумме разового поступления, количестве периодов поступлений). На рис. 28.8 показана ситуация, когда ежегодные поступления постоянны и равны, как и в предыдущем случае, 20 000 рублей в год на протяжении пяти лет.

B6		fx =ЧПС(B3;B5:F5)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Стоимость инвестиций						
2							
3	Процентная ставка	4%					
4	Год	1997	1998	1999	2000	2001	
5	Платежи	20 000,00р.	16 000,00р.	18 000,00р.	21 000,00р.	25 000,00р.	
6	Стоимость проекта	88 524,67р.					
7							

Рис. 28.7. Вычисление стоимости проекта с разными ежегодными поступлениями средств

B6		fx =ЧПС(B3;B5:F5)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Стоимость инвестиций						
2							
3	Процентная ставка	4%					
4	Год	1997	1998	1999	2000	2001	
5	Платежи	20 000,00р.	20 000,00р.	20 000,00р.	20 000,00р.	20 000,00р.	
6	Стоимость проекта	89 036,45р.					
7							

Рис. 28.8. При постоянных поступлениях получаем предыдущий результат

Как несложно заметить, стоимость инвестиционного проекта в этом случае действительно такая же, как и та, что была рассчитана ранее с помощью функции `ПС()` для первого проекта.

Пример 28.3. Внутренняя ставка доходности

С функцией `ЧПС()` связана не только функция `ПС()`, но и функция `ВСД()`. Последней в качестве результата возвращается внутренняя ставка доходности. Это такая процентная ставка, для которой стоимость инвестиций, приведенная к текущему моменту, равна нулю. Внутренняя ставка доходности вычисляется на основе потока денежных средств, которые могут быть непостоянными, но должны быть равномерно распределенными, т. е. осуществляются через одинаковые промежутки времени. Аргументом функции, помимо сумм денежных потоков (выплаты указываются со знаком "минус", а поступления — со знаком "плюс"), может также указываться и оценочное значение для внутренней ставки доходности. Дело в том, что величина внутренней ставки доходности вычисляется Excel с помощью итерационной процедуры, а в этом случае начальное приближение для решения бывает совсем нелишним. Пример использования функции `ВСД()` представлен на рис. 28.9.

В ячейке **A5** этого документа указана начальная стоимость бизнеса (75 000 рублей). Эта сумма рассматривается в качестве инвестированной, поэтому указывается со

знаком "минус". Ячейки **B5:F5** содержат данные о поступлениях от бизнес-деятельности. Хотя эти данные не очень реальные, зато позволяют сравнить результаты с полученными ранее. Потоки поступлений по годам приведены точно такие же, как и при рассмотрении функции ЧПС().

	B6				=ВСД(А5:F5)	
	A	B	C	D	E	F
1	Внутренняя ставка доходности					
2						
3	Платежи (по годам)					
4	Начальная стоимость бизнеса	1997	1998	1999	2000	2001
5	- 75 000,00р.	20 000,00р.	16 000,00р.	18 000,00р.	21 000,00р.	25 000,00р.
6	Внутренняя ставка доходности	10%				
7	Текущая стоимость проекта (проверка)	0,00р.				
8						

Рис. 28.9. Вычисление внутренней ставки доходности

Внутренняя ставка доходности вычисляется в ячейке **B6** по формуле **=ВСД(A5:F5)**. Аргументом функции **ВСД()** указывается диапазон ячеек **A5:F5**, содержащий данные не только о непосредственных поступлениях от бизнеса, но и первоначальную инвестицию в бизнес (ячейка **A5**). В ячейке **B7** вычисляется текущая стоимость данного бизнес-проекта в предположении, что процентная ставка совпадает с внутренней ставкой доходности, вычисленной в ячейке **B6**. В ячейку **B7** введена формула **=ЧПС(B6;A5:F5)**. По определению это значение должно равняться нулю. Как видим, так оно и есть.

Ранее по тому же потоку поступлений при ставке процента в **4%** с помощью функции **ЧПС()** была вычислена текущая стоимость проекта. Она равна **88524,67** рубля (см. рис. 28.7). Если указать это значение (со знаком "минус") в качестве начальной стоимости проекта в ячейке **A5**, получим значение внутренней ставки доходности равное **4%** (рис. 28.10).

	B7					
1	Внутренняя ставка доходности					
2						
3	Платежи (по годам)					
4	Начальная стоимость бизнеса	1997	1998	1999	2000	2001
5	- 88 524,67р.	20 000,00р.	16 000,00р.	18 000,00р.	21 000,00р.	25 000,00р.
6	Внутренняя ставка доходности	4%				
7	Текущая стоимость проекта (проверка)	0,00р.				
8						

Рис. 28.10. Внутренняя ставка доходности совпадает с годовой процентной ставкой

Таким образом, внутренняя ставка доходности совпадает со ставкой процента, использованной ранее для расчета стоимости проекта. Это еще одно проявление взаимосвязи между вычисляемыми функциями $\text{ЧПС}()$ и $\text{ВСД}()$ характеристиками.

При вычислении внутренней ставки доходности затраты на инвестиции и получаемые от инвестиций платежи можно учитывать отдельно. Имеется в виду то обстоятельство, что обычно для инвестирования средств в тот или иной проект эти средства привлекаются со стороны — их дают в долг различные финансовые институты (как правило, банки). Делают они это не бесплатно, а за определенный процент, который называется ставкой финансирования. Полученные таким образом средства вкладываются в проект, который дает прибыль (или не дает — все зависит от проекта). О средствах, полученных от реализации проекта и снова вложенных в этот проект, говорят, что они реинвестируются. Прибыль от реинvestированных средств характеризуется ставкой реинвестирования.

Если описанная выше ситуация имеет место, вычисляют модифицированную внутреннюю ставку доходности. Для этого в Excel используют функцию $\text{МВСД}()$. Аргументов у этой функции три: диапазон ячеек с данными о потоках средств, значение ставки финансирования и значение ставки реинвестирования. В качестве примера рассмотрим набор данных, по которым ранее вычислялась внутренняя ставка доходности, только теперь добавим ставку финансирования (значение 5% в ячейке **B6**), а ставку реинвестирования установим равной 4% (ячейка **B7**). Значение ставки реинвестирования в 4% выбрано не случайно. Ранее это значение было получено для внутренней ставки доходности. Здесь же по формуле $\text{=МВСД}(\text{A5:F5};\text{B6};\text{B7})$ в ячейке **B8** вычислим модифицированную ставку доходности. Результат показан на рис. 28.11.

B8		fx =МВСД(\$A\$5:\$F\$5;B6;B7)				
	A	B	C	D	E	F
1	Модифицированная внутренняя ставка доходности					
2						
3	Платежи и займы средств (по годам)					
4	Начальная стоимость бизнеса	1997	1998	1999	2000	2001
5	-	88 524,67р.	20 000,00р.	16 000,00р.	18 000,00р.	21 000,00р.
6	Ставка финансирования	5%				
7	Ставка реинвестирования	4%				
8	Модифицированная внутренняя ставка доходности	4%				
9						

Рис. 28.11. Вычисление модифицированной внутренней ставки доходности

Как и можно было ожидать, модифицированная ставка равна, как и внутренняя ставка доходности, четырем процентам. Можно предположить, что это связано со специально выбранным значением ставки реинвестирования. Если ее изменить, то

изменится и модифицированная внутренняя ставка доходности. Однако при изменении ставки финансирования модифицированная внутренняя ставка доходности не меняется. В этом можно убедиться из рис. 28.12.

В этом документе приведены данные о внутренней ставке доходности (модифицированной) для разных значений ставок финансирования (диапазон ячеек **B6:F6**) и реинвестирования (диапазон ячеек **B7:F7**). Значения модифицированной ставки доходности вычисляются в ячейках диапазона **B8:F8**. Для этого в формуле в ячейке **B8** в первом аргументе функции **МВСД()** относительная ссылка меняется на абсолютную (формула примет вид **=МВСД(\$A\$5:\$F\$5;B6;B7)**), после чего она копируется во все прочие ячейки диапазона **B8:F8**.

F8		fx =МВСД(\$A\$5:\$F\$5;F6;F7)				
	A	B	C	D	E	F
1	Модифицированная внутренняя ставка доходности					
2						
3	<i>Платежи и займы средств (по годам)</i>					
4	Начальная стоимость бизнеса	1997	1998	1999	2000	2001
5	-	88 524,67р.	20 000,00р.	16 000,00р.	18 000,00р.	21 000,00р.
6	Ставка финансирования	5%	5%	9%	5%	5%
7	Ставка реинвестирования	4%	7%	7%	2%	8%
8	Модифицированная внутренняя ставка доходности	4%	5%	5%	3%	6%
9						

Рис. 28.12. Влияние ставок реинвестирования и финансирования на ставку доходности

Причина такой индифферентности внутренней ставки доходности к ставке финансирования связана с характером данных о потоках средств и объясняется способом вычисления функции **МВСД()**. Если обозначить ставку реинвестирования через r , ставку финансирования через f , количество элементов в наборе данных о потоке средств через n , подмножество положительных элементов в наборе данных о потоках средств (платежи) через α , подмножество отрицательных элементов в наборе данных о потоках средств (выплаты) через β , а модифицированную ставку внутренней доходности через m , то последняя вычисляется согласно формуле

$$m = \left(-NPV(r, \alpha)(1+r)^n / NPV(f, \beta)(1+f) \right)^{\frac{1}{n-1}} - 1$$
, где через $NPV()$ обозначена функция вычисления чистой приведенной стоимости проекта, т. е. функция **ЧПС()**. Если в множестве β всего один первый элемент (как в рассмотренном ранее примере), то чистая приведенная стоимость в этом случае равна (по абсолютной величине) значению этого элемента, деленного на $(1+f)$. После умножения на такой же множитель получаем выражение, которое не зависит от f . Поскольку нигде более этот параметр в формулу вычисления модифицированной внутренней ставки доходности не входит, конечный результат от ставки финансирования не зависит.

Ситуация меняется, когда в наборе данных о потоках средств имеется несколько отрицательных значений. Такая ситуация показана на рис. 28.13.

B8		fx =MBCД(\$A\$5:\$F\$5;B6;B7)				
	A	B	C	D	E	F
1	Модифицированная внутренняя ставка доходности					
2						
3	<i>Платежи и займы средств (по годам)</i>					
4	<i>Начальная стоимость бизнеса</i>	1997	1998	1999	2000	2001
5	-	100 000,00р.	- 20 000,00р.	30 000,00р.	50 000,00р.	75 000,00р.
6	<i>Ставка финансирования</i>	5%	5%	9%	5%	5%
7	<i>Ставка реинвестирования</i>	4%	7%	7%	2%	8%
8	<i>Модифицированная внутренняя ставка доходности</i>	14%	14%	15%	13%	15%
9						

Рис. 28.13. Зависимость ставки доходности от ставки финансирования

В этом случае доход за первый год является отрицательным, т. е. соответствующую сумму пришлось брать в долг и вкладывать в бизнес-проект. В такой ситуации в явном виде прослеживается зависимость модифицированной внутренней ставки доходности не только от ставки реинвестирования, но и от ставки финансирования.

До этого рассматривалась ситуация, когда ставка реинвестирования совпадала с модифицированной внутренней ставкой доходности (см. рис. 28.12). С экономической точки зрения это достаточно интересная ситуация. Во всяком случае задача определения ставки реинвестирования, которая бы совпадала с внутренней ставкой доходности (модифицированной), представляется актуальной. При этом существует очевидная взаимосвязь: для вычисления модифицированной внутренней ставки доходности нужно знать ставку реинвестирования, а последняя приравняется к модифицированной внутренней ставке доходности, которая неизвестна и зависит от ставки реинвестирования, и т. д. Эта задача с успехом может быть решена в Excel. Для этого в ячейку **B7** вместо значения ставки реинвестирования следует ввести формулу **=B8**, т. е. указать ссылку на ячейку со значением модифицированной внутренней ставки доходности (рис. 28.14).

Причем формула в ячейке **B8** содержит ссылку на ячейку **B7**, т. е. значение в ячейке **B7** вычисляется по значению в ячейке **B8**, а значение ячейки **B8** вычисляется на основе значения **B7**. В таком случае говорят о циклической ссылке. Значения ячеек вычисляются методом последовательных итераций, но предварительно, перед введением циклической ссылки (имеется в виду формула в ячейке **B7**), необходимо перейти в режим работы с циклическими ссылками (по умолчанию он неактивен). Для этого на вкладке **Вычисления** диалогового окна **Параметры** устанавливают флажок **итерации**. Если флажок не установить, то после ввода формулы **=B8** в ячейку **B7** (при условии, что в ячейке **B8** уже есть формула со ссылкой на ячейку **B7**) появится сообщение об ошибке.

	B7					
	A	B	C	D	E	F
1	Модифицированная внутренняя ставка доходности					
2						
3	<i>Платежи и займы средств (по годам)</i>					
4	<i>Начальная стоимость бизнеса</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>
5	- 70 000,00р.	- 30 000,00р.	10 000,00р.	25 000,00р.	35 000,00р.	40 000,00р.
6	<i>Ставка финансирования</i>	3%	5%	9%	12%	15%
7	<i>Ставка реинвестирования</i>	2,68%	2,82%	3,10%	3,30%	3,49%
8	<i>Модифицированная внутренняя ставка доходности</i>	2,68%	2,82%	3,10%	3,30%	3,49%
9						

Рис. 28.14. Ставка реинвестирования равна модифицированной внутренней ставке доходности

На рис. 28.14 приведены значения ставок реинвестирования и доходности для нескольких различных значений ставок финансирования. Поскольку разница в вычисленных значениях не очень большая, результат (имеются в виду ставки реинвестирования и доходности) отображается с точностью до сотых долей процента. Как видим, во всех случаях ставка реинвестирования действительно равна модифицированной внутренней ставке доходности.

Что касается отображения процентов с точностью до сотых, то этого можно добиться различными способами. Самый простой состоит в том, чтобы дважды щелкнуть на кнопке увеличения разрядности (кнопка со стрелкой и нулями) на панели форматирования. Можно также выделить ячейку (или ячейки), щелкнуть правой кнопкой мыши и в раскрывшемся списке выбрать команду **Формат ячеек**. Далее на вкладке **Число** диалогового окна **Формат ячеек** задать формат пользователя с кодом формата **0,00%**.

Еще одно замечание относится непосредственно к особенностям итерационных расчетов, которые имеют место при работе с циклическими ссылками. На некоторых этапах ввода данных в рассматриваемый рабочий документ с циклическими ссылками данные в ячейках, которые должны совпадать, могут немного разниться. Причем в процессе ввода эта разница уменьшается вплоть до полного совпадения. Объясняется это двумя обстоятельствами. Во-первых, при перерасчете документа число итераций для вычисления значений ячеек ограничено, поэтому значения в ячейках могут немного отличаться. Во-вторых, при изменении значения любой ячейки рабочего документа осуществляется его автоматический перерасчет. При этом в ячейках с циклическими ссылками выполняется еще одна серия итераций, что приводит к уточнению результата.

Пример 28.4. Будущая стоимость инвестиций

Будущую стоимость инвестиций можно вычислить с помощью функции **БС()**. Аргументами функции указывают процентную ставку за период между платежами, количество периодов платежей, сумму одного платежа, приведенную к текущему

моменту, стоимость инвестиции, а последний аргумент определяет тип платежей. При значении **1** предполагается, что платежи осуществляются в начале периода, а при **0** (значение по умолчанию) — в конце периода. Третий или четвертый аргументы можно не указывать, но не оба одновременно. Если не указан четвертый аргумент, он предполагается равным **0**.

Таким образом, функция **БС()** с точки зрения аргументов очень сильно напоминает функцию **ПС()**. Точно так же при вычислении будущей стоимости инвестиций предполагаются неизменными периодические платежи. Результаты же функций во многом противоположны. Так, например, если $x = \text{ПС}(n; m;; y; p)$, то $y = \text{БС}(n; m;; x; p)$. Взаимосвязь функций **БС()** и **ПС()** проиллюстрирована рис. 28.15.

B7		fx		=БС(В3;В4;;В6)	
	A	B	C	D	
1	Текущая и будущая стоимость проекта				
2					
3	Процентная ставка		4%		
4	Период		5		
5	Будущая стоимость		100 000,00р.		
6	Текущая стоимость		-82 192,71р.		
7	Будущая стоимость		100 000,00р.		
8					

Рис. 28.15. Связь между функциями **БС()** и **ПС()**

Как и ранее, ячейка **B3** дает значение процентной ставки, в ячейку **B4** занесено количество периодов, за которые выполняются платежи, а в ячейке **B5** указана конечная (будущая) стоимость инвестиций через пять лет. В ячейке **B6** по формуле **=ПС(В3;В4;;В5)** вычисляется текущая стоимость инвестиций, а в ячейке **B7** по формуле **=БС(В3;В4;;В6)** на основе вычисленной текущей стоимости инвестиций вычисляется их будущая стоимость. Таким образом, значения в ячейках **B5** и **B7** совпадают, что и имеет место (см. рис. 28.15).

В рассматриваемых примерах используется годовая процентная ставка, а в качестве периода выплат также принимается интервал времени в один год. Если выплаты осуществляются чаще, то годовую процентную ставку следует корректировать на продолжительность такого интервала. Например, если платежи осуществляются ежемесячно, то годовую процентную ставку следует делить на 12 — число месяцев в году.

Эта функция имеет вполне конкретное практическое значение. Рассмотрим условную ситуацию с инвестированием средств в пенсионный фонд. Предположим, на счет частного пенсионного фонда перечисляется сумма в 15 000 рублей, а ежемесячный взнос составляет 500 рублей. Выплаты продолжаются в течение 30 лет, а средняя ставка равна 6%, ежемесячные взносы осуществляются в начале месяца. Сумма, которая будет на счету по окончании внесения взносов, может быть вычислена с помощью функции **БС()**. Ситуация проиллюстрирована на рис. 28.16.

B7		f_x	=БС(В3/12;В4*12;-В5;-В6;1)	
	A	B	C	D
1	Пенсионный проект			
2				
3	Процентная ставка	6%		
4	Период (лет)	30		
5	Ежемесячные выплаты	500,00р.		
6	Текущие накопления	15 000,00р.		
7	Будущие накопления	595 107,44р.		
8				

Рис. 28.16. Пенсионный проект

В ячейку **B3** вводим значение **6** для процентной ставки (к ячейке применяется процентный формат), время выплат (**30** лет) указываем в ячейке **B4**, ежемесячный взнос в **500** рублей вводится в ячейку **B5**. К этой ячейке применяем денежный формат, так же как и к ячейке **B6**, в которую вводится значение **15 000** рублей первоначальной суммы накоплений. Сумма накоплений в пенсионном фонде по истечении срока внесения взносов вычисляется в ячейке **B7** по формуле **=БС(В3/12;В4*12;-В5;-В6;1)**. Поскольку выплаты производятся помесечно, то периодом выплат нужно считать месяц, и для этого периода следует вычислить процентную ставку. Она получается делением на 12 годовой процентной ставки. Что касается количества периодов выплат, то в год таких периодов, очевидно, 12, и для вычисления общего количества периодов это число нужно умножить на количество лет, т. е. на 30.

В рассматриваемом примере речь идет о выплатах, поэтому в аргументе функции **БС()** в ячейке **B7** ссылка на ячейку **B5** выполняется со знаком "минус". Это же замечание относится и к аргументу, отвечающему за величину первоначального вклада (ячейка **B6**) — поскольку эта сумма вносится на счет, а не выплачивается в виде дивидендов, она в аргументе функции **БС()** указывается со знаком "минус". Наконец, последним аргументом функции является **1**, что свидетельствует о выполнении выплат в начале каждого месяца (точнее, в начале периодов выплат).

Пример 28.5. Выплаты по займам

Функции **ПЛТ()**, **ПРПЛТ()** и **ОСПЛТ()** можно отнести к отдельной группе, поскольку с их помощью вычисляются схожие параметры. Начнем с функции **ПЛТ()**. Она полезна в тех случаях, когда требуется вычислять периодические платежи по обслуживанию всевозможных займов. Функция может иметь до пяти аргументов и значение их таково (в том порядке, как они указываются). Первым аргументом функции указывается процентная ставка для выплат по займу. Второй аргумент определяет общее количество производимых выплат, третий аргумент — приведенная к текущему моменту стоимость займа. Четвертый аргумент определяет остаток средств после последней выплаты. Если он опущен, то по умолчанию соответствующее значение принимается равным нулю. Последний аргумент (1 или 0 — значение по умолчанию) определяет способ выплат — в начале периода или в конце. Например, представим, что на 30 лет взят заем на сумму в 100 000 рублей

под 7 процентов годовых. С помощью функции `ПЛТ()` рассчитаем сумму ежемесячных выплат по займу. Для этого вносим следующие данные в ячейки таблицы Excel: в ячейку **B3** вводим значение годовой ставки 7 процентов, в ячейке **B4** указываем количество лет (это 30) займа, сумма займа в 100 000 указывается в ячейке **B5**, а ежемесячные выплаты вычисляются в ячейке **B6** по формуле `=ПЛТ(B3/12;B4*12;B5)` (рис. 28.17).

B6		fx = ПЛТ(B3/12;B4*12;B5)			
	A	B	C	D	E
1	Ежемесячные выплаты по закладной				
2					
3	Процентная ставка	7%			
4	Период (лет)	30			
5	Стоимость	100 000,00р.			
6	Ежемесячные выплаты	-665,30р.			
7					

Рис. 28.17. Ежемесячные выплаты по закладной

Поскольку расчет производится для месячных выплат, а ставка процента приведена для промежутка времени в год, то ее, прежде чем указывать аргументом, следует разделить на число месяцев в году, т. е. на 12. По той же причине при определении количеств выплат по займу на 12 умножается число лет.

Несмотря на кажущуюся простоту задачи по расчету ежемесячных выплат, без привлечения специальной функции такой расчет проводить было бы намного сложнее (хотя вполне возможно, причем в аналитическом виде). Дело в том, что на сумму фактического долга начисляются проценты, а поскольку ежемесячно долг уменьшается (в силу производимых выплат), то уменьшается и база начисления процента. При этом выплаты должны быть постоянными и такими, чтобы по истечении срока займа он был полностью выплачен (с учетом начислений). Эта задача, как отмечалось, вполне разрешима, но в Excel такое решение получается особенно быстро.

Несложно заметить, что всю выплачиваемую по займу сумму можно разделить на выплаты по процентам и на выплаты по погашению непосредственно долга. Как мы помним, ежемесячные выплаты постоянны (т. е. каждый месяц в погашение долга вносится одна и та же сумма), однако соотношение различных типов этих выплат в каждом таком ежемесячном платеже различно. Сначала выплачиваются проценты, а затем непосредственно долг. Другими словами, начиная с момента выплат, основная часть ежемесячного платежа уходит на погашение долга по процентам. Постепенно эта часть уменьшается, пока, наконец, не начинает превалировать та часть платежа, что связана с выплатой непосредственной суммы займа. Полная сумма ежемесячного платежа остается неизменной. Именно в этом убедимся далее.

Для расчета суммы, выплачиваемой по процентам от займа, в Excel используют функцию `ППЛТ()`. Вторая составляющая общей суммы выплат дается функцией `ОСПЛТ()` — это выплаты для погашения номинальной суммы займа. Аргументы

у функций ПРПЛТ() и ОСПЛТ() практически такие же, как и у функции ПЛТ(), за тем лишь исключением, что между первым и вторым аргументами вклинился еще один. Он определяет порядковый номер периода выплат, для которого вычисляются соответствующие составляющие. Как отмечалось ранее, результаты, возвращаемые функциями ПРПЛТ() и ОСПЛТ(), в сумме должны давать значение, вычисленное функцией ПЛТ().

На рис. 28.18 показан фрагмент рабочего документа, который, по сравнению с предыдущим документом, дополнен набором данных о структуре ежемесячных платежей для некоторых периодов выплат. Для наглядности в документе также немного изменен способ форматирования ячеек.

E4		fx		=ПРПЛТ(\$B\$3/12;E3;\$B\$4*12;\$B\$5)						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Ежемесячные выплаты по закладной									
2										
3	Процентная ставка	7%	Период	1	12	60	120	240	360	
4	Период (лет)	30	Выплата процентов	-583,33р.	-577,92р.	-549,77р.	-501,53р.	-336,17р.	-3,86р.	
5	Стоимость	100 000,00р.	Выплата долга	-81,97р.	-87,38р.	-115,53р.	-163,77р.	-329,13р.	-661,44р.	
6	Ежемесячные выплаты	-665,30р.	Итого	-665,30р.	-665,30р.	-665,30р.	-665,30р.	-665,30р.	-665,30р.	
7										

Рис. 28.18. Ежемесячные выплаты по типам

Диапазон ячеек E3:J3 содержит номера периодов, для которых рассчитываются выплаты по процентам и выплаты долга. Ячейки E4:J4 заполнены на основе копирования формулы =ПРПЛТ(\$B\$3/12;E3;\$B\$4*12;\$B\$5) из ячейки E4. В этой формуле все, кроме одной, ссылки абсолютные — при копировании они не должны меняться. Относительная только ссылка на ячейку E3, т. е. ссылка на номер периода выплат.

Практически так же данные вносятся в ячейки E5:J5: в ячейку E5 вводится формула =ОСПЛТ(\$B\$3/12;E3;\$B\$4*12;\$B\$5), после чего она с помощью маркера заполнения распространяется на весь диапазон. Однако самые интересные данные в ячейке E6:J6. В этих ячейках подсчитывается сумма выплат по процентам и выплат по долгу, и все значения одинаковы. В ячейку E6 была введена формула =СУММ(E4:E5), а прочие ячейки заполнялись ее копированием.

Как и отмечалось, общие выплаты вне зависимости от периода остаются неизменными и совпадают с результатом, рассчитанным с помощью функции ПЛТ() в ячейке B6. Выплаты же по процентам вначале существенно превышают выплаты долга. Они выравниваются примерно через двадцать лет (см. рис. 28.18, ячейки I3:I5), и только после этого выплаты по долгу превышают выплаты по процентам.

Ранее по сумме займа и периоду его погашения определялся объем ежемесячных выплат. Ситуация может быть иной: по известным ежемесячным выплатам необхо-

димом определить период погашения займа. Задача решается с помощью функции `КПЕР()`. Аргументами функции указывают: процентную ставку за период, сумму выплат за период, приведенную к текущему моменту сумму долга, остаток средств после последней выплаты (если не указан, полагается равным нулю), а также тип выплат (стандартный аргумент, равен **1** или **0**). Аналогично, если известна сумма периодических платежей, количество выплат и сумма займа, можно найти соответствующую этим параметрам ставку процента. Функция `СТАВКА()` предназначена именно для таких целей. Аргументы этой функции таковы: полное количество выплат, сумма периодических выплат, сумма займа, остаток долга после последней выплаты, тип выплат (значение **1** или **0**), а также оценочное значение для искомой ставки процента. Аргументы особого комментария не требуют, поскольку их интерпретация такая же, как и ранее, для тех функций, что уже рассматривались. Что касается последнего аргумента с оценкой ставки процента, то она часто ускоряет процесс сходимости итераций при вычислении ставки процента.

На рис. 28.19—28.21 приведены примеры использования функций `КПЕР()` и `СТАВКА()`. В частности, на рис. 28.19 по процентной ставке (ячейка **B3**), ежемесячным выплатам (ячейка **B4**) и сумме займа (ячейка **B5**) вычисляется количество выплат.

B6		fx		=КПЕР(B3/12;B4;B5)	
	A	B	C	D	
1	Определение периодов выплат				
2					
3	Процентная ставка	5%			
4	Ежемесячные выплаты	-600,00р.			
5	Стоимость	100 000,00р.			
6	Периоды выплат (месяцев)	285,1420808			
7	Периоды выплат (лет)	23,76184006			
8					

Рис. 28.19. Определение времени выплат

В ячейку **B6** этого документа введена формула `=КПЕР(B3/12;B4;B5)`. Результатом является число, которое определяет количество периодов выплат по займу. Поскольку предполагается, что выплаты ежемесячные (именно потому годовая процентная ставка в аргументе функции `КПЕР()` делится на **12**), то полученное значение определяет время выплат по займу в месяцах. В ячейке **B7** это же время представлено годами. В ячейку **B7** введена формула `=B6/12`.

В некоторых случаях попытка провести вычисления с помощью `КПЕР()` несколько обескураживает. Например, стоит в ячейку **B3** вместо значения **5%** ввести значение **8%**, как результат будет неожиданным — появится сообщение об ошибке (рис. 28.20).

Дело в том, что ставка в **8** процентов слишком велика для того, чтобы при заданной ежемесячной плате покрыть сумму займа. Другими словами, сумма начислений по процентам превышает сумму выплат по займу.

Пример решения обратной задачи, когда по известному времени выплат, сумме платежей и сумме займа определяется ставка процента, приведен на рис. 28.21.

B7			fx =B6/12		
	A	B	C		
1	Определение периодов выплат				
2					
3	Процентная ставка	8%			
4	Ежемесячные выплаты	-600,00р.			
5	Стоимость	100 000,00р.			
6	Периоды выплат (месяцев)	#ЧИСЛО!			
7	Периоды выплат (лет)	#ЧИСЛО!			
8					

Рис. 28.20. Сумма выплат недостаточна для погашения займа

B6					fx =СТАВКА(B3*12;B4;B5;;0,07)*12				
	A	B	C	D	E				
1	Определение процентной ставки								
2									
3	Периоды выплат (лет)	24							
4	Ежемесячные выплаты	-600,00р.							
5	Стоимость	100 000,00р.							
6	Процентная ставка (годовая)	5,10%							
7									

Рис. 28.21. Вычисление процентной ставки

В ячейке **B3** указан период выплат по займу в годах (значение **24**), ежемесячные выплаты составляют 600 рублей (эта сумма со знаком "минус" указана в ячейке **B4**), общая сумма займа равна **100 000** рублей (ячейка **B5**). Ставка процента вычисляется в ячейке **B6** по формуле `=СТАВКА(B3*12;B4;B5;;0,07)*12`. Поскольку выплаты проводятся ежемесячно, то количество периодов выплат равно произведению числа лет на 12 (первый аргумент функции). Вторым и третьим аргументами — ежемесячные выплаты и сумма займа, четвертый аргумент пропущен, а пятым (необязательным) аргументом указано оценочное значение для ставки процента (это **0,07**, т. е. 7%). Поскольку функцией `СТАВКА()` возвращается значение ставки процента за период, то для того, чтобы получить годовую ставку, необходимо полученный результат умножить на **12**, что и было сделано. Наконец, результат в ячейке **B6** отображается с точностью до сотых процента. Сравнивая полученное значение ставки процента с данными из предыдущего документа (см. рис. 28.20), видим, что ставка процента вычислена достаточно корректно.

Пример 28.6. Расчет амортизации

Амортизацию основных средств, как известно, можно проводить по-разному. Однако существует несколько наиболее распространенных способов, которые во многом являются стандартными. Если амортизация рассчитывается по такой стандартной схеме, разумно использовать встроенные функции Excel. Далее обсуждаются некоторые функции выполнения амортизационных начислений.

Функцией $\text{фво}()$ амортизация вычисляется методом фиксированного уменьшения остатка. Первый и второй аргументы функции — начальная и конечная (остаточная) стоимости актива. Третьим аргументом указывают количество периодов амортизации, т. е. количество периодов, в течение которых производятся амортизационные начисления. Четвертый аргумент определяет период, для которого вычисляется амортизация. Может указываться еще и пятый аргумент. Он определяет количество месяцев в первом году. Если этот аргумент не указан, то в качестве соответствующего значения принимается 12 — полное количество месяцев в году. Сумма амортизационных отчислений за период функцией $\text{фво}()$ вычисляется как разница между начальной стоимостью актива N_0 и амортизации за все предыдущие периоды N , умноженный на коэффициент k (ставку): $k(N_0 - N)$. Последний

дается выражением $k = 1 - \left(\frac{N_0}{N_1} \right)^{\frac{1}{T}}$, где N_1 является конечной стоимостью актива,

а T — время его амортизации. Эти правила не используются при вычислении амортизации за первый и последний периоды. За первый период амортизация вычисляется по формуле $kmN_0/12$, где m — количество месяцев за первый год амортизации (пятый аргумент функции). За последний период амортизации она вычисляется по формуле $k(12 - m)(N_0 - N)/12$.

Несколько иначе амортизация вычисляется функцией $\text{ддов}()$. Первых четыре аргумента у этой функции такие же, как и у функции $\text{фво}()$. Пятый аргумент функции — процентная ставка снижающегося остатка (по умолчанию значение равно 2). Дело в том, что функцией $\text{ддов}()$ амортизация вычисляется методом двойного уменьшения остатка. Этот метод подразумевает вычисление амортизации по формуле $k(N_0 - N_1 - N)/T$, обозначения те же.

Модификацией функции $\text{ддов}()$ можно считать функцию $\text{пво}()$. Правда, параметров у нее побольше. Первые три задают начальную и конечную стоимость, а также время амортизации. Четвертый и пятый параметры определяют начальный и конечный промежутки интервала времени, для которого вычисляется амортизация. Шестой параметр — уже знакомый коэффициент (процентная ставка снижающегося остатка). Как и у функции $\text{ддов}()$, по умолчанию этот аргумент принимается равным 2. Седьмой аргумент функции является логическим. Когда этот аргумент имеет значение **ЛОЖЬ** или опущен, то если линейная амортизация больше величины, рассчитанной методом снижающегося остатка, используется линейная амортизация (т. е. вся сумма амортизационных выплат делится на число периодов выплат). При значении аргумента **ИСТИНА**, даже если линейная амортизация больше величины, вычисленной методом снижающегося остатка, переход к методу начисления линейной амортизации не осуществляется.

У описанных функций много аргументов, и они позволяют производить достаточно сложные вычисления. Но часто нужно решать задачи более прозаичные, для которых можно привлекать и функции попроще. Например, с помощью функции $\text{апл}()$ линейным методом вычисляется амортизация за один период. Аргументов у функ-

ции всего три: начальная и конечная стоимости актива и время амортизации. Величина амортизации за данный период по методу суммы годовых чисел рассчитывается с помощью функции `АСЧ()`. По сравнению с функцией `АПЛ()`, функция `АСЧ()` имеет еще один дополнительный аргумент — это период, для которого вычисляется амортизация. Формула для вычисления амортизации этим методом имеет вид $\frac{2(N_0 - N_1)(T - t + 1)}{T(T + 1)}$, где через t обозначен период, для которого вычисляется

амортизация. На рис. 28.22 показан фрагмент рабочего документа с примерами вызова рассмотренных выше функций начисления амортизации.

Для того чтобы легче было разобраться с этим документом (он содержит много данных), в табл. 28.1 собраны и описаны формулы и значения, вводившиеся в ячейки этого документа (все, кроме текстовых меток).

B14		fx =АПЛ(\$B\$3;\$B\$4;\$B\$5)						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Амортизация							
2								
3	Начальная стоимость	100 000,00р.						
4	Остаточная стоимость	10 000,00р.						
5	Время амортизации	5						
6	Месяцев в первом году	3						
7	Ставка уменьшения остатка	1,2						
8	Период	1	2	3	4	5	6	Итого
9	Амортизация (функция ФУО())	9 225,00р.	33 495,98р.	21 135,96р.	13 336,79р.	8 415,52р.	3 982,64р.	89 591,88р.
10	Амортизация (функция ДДОБ())	40 000,00р.	24 000,00р.	14 400,00р.	8 640,00р.	2 960,00р.		90 000,00р.
11	Амортизация (функция ПУО())	24 000,00р.	18 240,00р.	13 862,40р.	10 535,42р.	8 006,92р.		74 644,75р.
12	Амортизация (функция ПУО())	24 000,00р.	18 240,00р.	15 920,00р.	15 920,00р.	15 920,00р.		90 000,00р.
13	Амортизация (функция АСЧ())	30 000,00р.	24 000,00р.	18 000,00р.	12 000,00р.	6 000,00р.		90 000,00р.
14	Амортизация (функция АПЛ())	18 000,00р.						
15								

Рис. 28.22. Начисление амортизации

Таблица 28.1. Начисление амортизации

Ячейка или диапазон	Формула или значение	Комментарий
B3	100 000	Начальная стоимость актива
B4	10 000	Остаточная стоимость актива
B5	5	Общее время амортизации (в годах)
B6	3	Количество месяцев для начисления амортизации в первом году
B7	1,2	Ставка снижающегося остатка
B8:G8	Значения от 1 до 6	Периоды амортизации (годы)

Таблица 28.1 (продолжение)

Ячейка или диапазон	Формула или значение	Комментарий
B9:G9	=ФУО(\$B\$3;\$B\$4;\$B\$5;B8;\$B\$6)	Амортизация, вычисленная методом фиксированного уменьшения остатка. Приведенная формула вводится в ячейку B9 , после чего копируется в прочие ячейки диапазона B9:G9 . Здесь приводится амортизация за шестой год (хотя период амортизации составляет пять лет), поскольку в первый год амортизация проводилась только за три месяца, поэтому ее следует проводить еще девять месяцев в шестом году
B10:F10	=ДДОБ(\$B\$3;\$B\$4;\$B\$5;B8)	Начисление амортизации методом двойного уменьшения остатка. Коэффициент уменьшения остатка явно не указан, поэтому он по умолчанию полагается равным 2. Формула вводится в ячейку B10 , после чего копируется во все прочие ячейки диапазона B10:F10
B11	=ПУО(\$B\$3;\$B\$4;\$B\$5;0;B8;\$B\$7;ИСТИНА)	Расчет амортизации методом пропорционального уменьшения остатка за первый период (начальный период амортизации указан как 0, а конечный — ссылка на ячейку B8). Коэффициент уменьшения остатка определяется значением в ячейке B7 . Поскольку последний аргумент равен ИСТИНА , то переход к линейному методу начисления амортизации не осуществляется, даже если дает более высокие значения
C11:F11	=ПУО(\$B\$3;\$B\$4;\$B\$5;B8;C8;\$B\$7;ИСТИНА)	Вычисление амортизации методом пропорционального уменьшения остатка за периоды со второго по пятый. Формула вводится в ячейку C11 и затем копируется в прочие ячейки диапазона C11:F11 . Невозможность использования для заполнения формулы из ячейки B11 объясняется тем, что в явном виде задан начальный период амортизации. Копируемая же формула содержит ссылки на текущий и предыдущий моменты амортизации
B12	=ПУО(\$B\$3;\$B\$4;\$B\$5;0;B8;\$B\$7;ЛОЖЬ)	То же, что и для ячейки B10 , только последний аргумент равен ЛОЖЬ , поэтому если линейный метод вычисления амортизации дает более высокое значение отчислений, он и используется
C12:F12	=ПУО(\$B\$3;\$B\$4;\$B\$5;B8;C8;\$B\$7;ЛОЖЬ)	То же, что и для ячейки B12 , с поправкой на последний аргумент

Таблица 28.1 (окончание)

Ячейка или диапазон	Формула или значение	Комментарий
B13:F13	=AC4(\$B\$3;\$B\$4;\$B\$5;B8)	Вычисление амортизации по методу суммы годовых чисел для разных периодов (с первого по пятый). Формула вводится в ячейку B13 и затем с помощью маркера заполнения распространяется на все ячейки диапазона B13:F13
B14	=АПЛ(\$B\$3;\$B\$4;\$B\$5)	Амортизационные начисления за один период по методу линейной амортизации
H9:H13	=СУММ(B9:G9)	Сумма амортизационных начислений за рассматриваемые периоды. Формула вводится в ячейку H9 и копируется в остальные ячейки диапазона H9:H13

Следует отметить одно важное обстоятельство, пренебрежение которым часто приводит к получению неправильных результатов. Связано оно с тем, что все амортизационные периоды, в том числе и общее время амортизации, должны указываться в одних и тех же единицах. В данном случае это были годы. Что касается непосредственно данных в документе на рис. 28.22, то там прослеживается несколько интересных моментов. Во-первых, сравним данные в ячейках диапазонов **B11:F11** и **B12:F12**. В обоих диапазонах вычисляется амортизация по методу пропорционального уменьшения остатка, однако в первом случае (диапазон ячеек **B11:F11**) по такому методу амортизация вычисляется всегда, а во втором (диапазон ячеек **B12:F12**) в случае необходимости используется линейная модель расчета амортизации. Более конкретно, значения в ячейках **B11:C11** и **B12:C12** совпадают. Это значит, что метод пропорционального уменьшения остатка дает более высокие амортизационные значения по сравнению с методом линейной амортизации. А вот значения в ячейках **D12:F12** больше соответствующих значений в ячейках **D11:F11**. Причем все значения в ячейках **D12:F12** одинаковы. Эти не удивительно, поскольку они вычислялись по методу линейной амортизации. Другими словами, до второго периода включительно в обоих случаях амортизация вычисляется по методу пропорционального уменьшения остатка, однако с третьего периода включительно для второго случая осуществляется переход к линейной модели.

Во-вторых, амортизационные начисления в ячейках **B9:G9** таковы, что за первый период они относительно незначительны (ячейка **B9**), потом резко возрастают (ячейка **C9**), после чего уменьшаются. Эта ситуация связана с тем, что за первый период амортизация начисляется только за три месяца (согласно фактическим данным в таблице на рис. 28.22).

В ячейке **B14** приведено значение для амортизации за один период по методу линейной амортизации. Сумма амортизационных начислений не зависит от периода и одинакова для каждого из пяти лет.

Пример 28.7. Анализ ценных бумаг

Далеко не последнее место в финансовом анализе занимает процесс анализа ценных бумаг. Сразу отметим, что задача эта очень нетривиальная, поэтому здесь кратко, в рамках иллюстрации методов работы с финансовыми функциями, рассмотрим некоторые аспекты работы с ценными бумагами. Для использования описываемых далее функций необходимо предварительно подключить надстройку **Пакет анализа**.

В Excel предусмотрен ряд функций для вычисления доходности ценных бумаг. Вначале рассмотрим группу функций `ДОХОД()`, `ДОХОДСКИДКА()` и `ДОХОДПОГАС()`. Функция `ДОХОД()` полезна при вычислении доходности облигаций. Она имеет следующие аргументы:

1. Дата расчета за облигации.
2. Срок погашения (дата истечения срока действия ценной бумаги).
3. Годовая процентная ставка по ценным бумагам.
4. Цена ценных бумаг.
5. Выкупная стоимость ценных бумаг (за 100 рублей номинала).
6. Количество выплат по ценным бумагам за год.
7. Необязательный аргумент определяет способ вычисления дней (т. е. определение количества дней в месяце, в году).

Последний (седьмой) аргумент может принимать целочисленные значения от **0** (значение по умолчанию) до **4**. Если аргумент равен **0** (или не указан), то используется способ вычисления дней `NASD` (США) — 30 дней в каждом месяце, 360 дней в году. Значение **1** подразумевает расчеты на основе фактического количества дней в текущем месяце и году. Между значениями **2** и **3** разница состоит в том, что в первом случае в году 360 дней, а во втором — 365. При этом в каждом месяце число дней вычисляется по фактическому значению. Европейская система вычисления дней (30 дней в каждом месяце и 360 дней в году) будет применена при значении аргумента **4**.

У функции `ДОХОДСКИДКА()` аргументов существенно меньше: дата расчета за ценные бумаги (облигации), срок погашения, цена и выкупная стоимость за 100 рублей номинала, а также аргумент, определяющий способ вычисления дней.

Что касается этого аргумента, ответственного за способ вычисления дней, то его значения и результат такие же, как у функции `ДОХОД()`. Аналогичная ситуация имеет место и при работе с функциями, что описываются далее (если не оговорено противное). Функцией в качестве результата возвращается доходность облигации с нулевым купоном.

Купонной ставкой облигации называется процент платежей от номинальной стоимости облигации. Если облигация не предусматривает таких выплат (они называются выплатами по купонам), то она называется бескупонной или облигацией

с нулевым купоном. Такие облигации подразумевают только выплату номинальной стоимости облигации ее держателю по истечении срока действия облигации, т. е. в момент ее погашения.

Существуют также облигации, по которым проценты выплачиваются по истечении срока вместе с погашением основного долга. Вычисление доходности таких облигаций осуществляется с помощью функции `ДОХОДПОГАШ()`. Аргументами этой функции, после даты расчета и погашения ценной бумаги, указывают дату выпуска, ставку дохода по ценным бумагам, ее цену и аргумент, определяющий способ вычисления дня. На рис. 28.23 перечисленные функции используются для определения доходности облигаций.

Ячейки **B3:B5** содержат три даты: дату выпуска облигаций, дату расчета по облигациям и дату погашения облигаций. В ячейке **B6** указана процентная ставка дохода, цена облигации занесена в ячейку **B7**, ее номинальная стоимость — в ячейку **B8**, периодичность выплат указана в ячейке **B9** (1 означает ежегодные выплаты), способ вычисления дней определяется значением ячейки **B10** (поскольку 0 — значение по умолчанию, его можно было и не указывать в аргументах функций). Доходность облигаций вычисляется в ячейках **B11:B13**. В ячейку **B11** была введена формула `=ДОХОД(B4;B5;B6;B7;B8;B9;B10)`, доходность облигации с нулевым купоном вычислялась в ячейке **B12** по формуле `=ДОХОДСКИДКА(B4;B5;B7;B8;B10)`, а для случая, когда проценты выплачиваются при погашении облигации, расчет производился по формуле `=ДОХОДПОГАШ(B4;B5;B3;B6;B7;B10)`, введенной в ячейку **B13**. Результаты вычисления доходности представлены безразмерными единицами в долях от единицы. Чтобы значения отображались в процентах, следует применить процентный формат к соответствующим ячейкам.

B13		fx =ДОХОДПОГАШ(B4;B5;B3;B6;B7;B10)				
	A	B	C	D	E	F
1	Доходность облигаций					
2						
3	Дата выпуска	10.01.2001				
4	Дата расчета	12.03.2001				
5	Дата погашения	18.10.2004				
6	Ставка дохода	5%				
7	Цена	92,00р.				
8	Номинальная стоимость	100,00р.				
9	Периодичность выплат	1				
10	Способ вычисления дней	0				
11	Доходность облигации	0,076090817				
12	Доходность облигации с нулевым купоном	0,024154589				
13	Доходность облигации с выплатой при погашении	0,077774454				
14						

Рис. 28.23. Вычисление доходности облигаций

Здесь и далее одни и те же ссылки на ячейки указываются аргументами разных функций. Иногда это основано на формальном совпадении размерности величины в ячейке и размерности соответствующего аргумента функции. При этом с эконо-

мической точки зрения такие действия выглядят не очень корректными. Оправданием служит то, что соответствующие примеры являются иллюстративными, а использование упомянутых искусственных приемов существенно экономит место и позволяет избежать многих однотипных иллюстраций.

Доходность казначейских векселей вычисляют с привлечением функций `РАВНОКЧЕК()`, `ЦЕНАКЧЕК()` и `ДОХОДКЧЕК()`. Так, у функции `РАВНОКЧЕК()` всего три аргумента (даты расчета и погашения векселя, ставка дисконта) и в качестве результата она возвращает эквивалентный облигации доход по казначейскому векселю. Такие же аргументы имеет функция `ЦЕНАКЧЕК()`, но значением функции является цена казначейского векселя к 100 рублям номинала. Что касается функции `ДОХОДКЧЕК()`, то функция позволяет вычислить доходность по казначейскому векселю. Для этого аргументами функции указывают дату расчета, дату погашения и цену векселя. На рис. 28.24—28.26 показано, как эти функции в принципе могут быть использованы.

Фактические исходные данные во всех трех случаях записаны в ячейках **B3:B5**. Ячейка **B3** содержит дату расчета по векселю, в ячейку **B4** занесена дата погашения векселя. В ячейке **B5** на рис. 28.24 указана ставка дисконта, а в ячейке **B6** по формуле `=РАВНОКЧЕК(B3;B4;B5)` вычисляется эквивалентная доходность облигаций. На рис. 28.25 по тем же данным в ячейке **B6** вычисляется цена векселя. Для этого использована формула `=ЦЕНАКЧЕК(B3;B4;B5)`.

Поскольку речь идет о краткосрочных казначейских векселях, то даты расчетов и погашения откорректированы так, чтобы интервал времени между ними не превышал одного года.

B6		fx =РАВНОКЧЕК(B3;B4;B5)			
	A	B	C	D	E
1	Эквивалентная доходность векселя				
2					
3	Дата расчета	12.03.2001			
4	Дата погашения	18.10.2001			
5	Ставка дисконта	15%			
6	Эквивалентная доходность векселя	16,51%			
7					

Рис. 28.24. Эквивалентная доходность векселя

B6		fx =ЦЕНАКЧЕК(B3;B4;B5)			
	A	B	C	D	E
1	Цена векселя				
2					
3	Дата расчета	12.03.2001			
4	Дата погашения	18.10.2001			
5	Ставка дисконта	15%			
6	Цена векселя	90,83р.			
7					

Рис. 28.25. Цена векселя

Процедура вычисления доходности векселя по датам расчета и погашения векселя, а также его стоимости проиллюстрирована с помощью рис. 28.26. Там вместо ставки дисконта в ячейке **B5** указана стоимость векселя, а доходность вычисляется в ячейке **B6** по формуле **=ДОХОДКЧЕК(B3;B4;B5)**.

	B6				
	A	B	C	D	E
1	Доходность векселя				
2					
3	Дата расчета	12.03.2001			
4	Дата погашения	18.10.2001			
5	Цена векселя	90,83р.			
6	Доходность векселя	16,52%			
7					

Рис. 28.26. Доходность векселя

Цена ценных бумаг может также вычисляться с помощью функций **ЦЕНА()**, **ЦЕНАСКИДКА()** и **ЦЕНАПОГАШ()**. Функцией **ЦЕНА()** в качестве результата возвращается цена (за 100 рублей номинала) ценной бумаги, по которой предусмотрены периодические выплаты.

Аргументы этой функции таковы (в порядке их следования):

1. Дата расчета за ценные бумаги.
2. Срок погашения ценной бумаги (дата окончания срока действия).
3. Годовая процентная ставка по ценным бумагам.
4. Годовой доход по ценным бумагам (в процентах).
5. Выкупная стоимость ценных бумаг за 100 рублей номинальной стоимости.
6. Частота выплат по ценным бумагам (количество выплат за год).
7. Способ вычисления дней — число в диапазоне от 0 до 4.

Цена бумаг с нулевым купоном вычисляется функцией **ЦЕНАСКИДКА()**. Этой функции необходимо указывать такие аргументы:

1. Дата расчета за ценные бумаги.
2. Срок погашения ценной бумаги.
3. Дисконтная ставка процента.
4. Выкупная стоимость ценных бумаг за 100 рублей номинала.
5. Способ вычисления дней.

Наконец, аргументами функции **ЦЕНАПОГАШ()**, используемой при вычислении цены бумаг (на 100 рублей номинала) с выплатами в момент погашения, являются:

1. Дата расчета за ценные бумаги.
2. Срок погашения ценной бумаги (дата окончания срока действия).

3. Дата выпуска ценных бумаг.
4. Процентная ставка по ценным бумагам (на дату выпуска).
5. Годовой (в процентах) доход по ценным бумагам.
6. Способ вычисления дней.

Полезно иметь представление о формулах, по которым вычисляется результат означенных функций. Введем с этой целью несколько параметров:

- r — ставка процента;
- P — стоимость ценных бумаг за 100 рублей номинала;
- Q — годовой доход по бумагам;
- n — частота выплат;
- N — количество дней в году (зависит от значения последнего аргумента рассматриваемых функций);
- m — количество оплачиваемых купонов между датой соглашения и датой расчета;
- t — количество дней от даты расчета до даты следующего купона;
- d — количество дней в периоде купона, на который приходится дата расчета;
- D — количество дней от начала периода купона до даты соглашения;
- T — количество дней от даты расчета до даты погашения;
- T_0 — количество дней от даты выпуска до даты погашения;
- $T_1 = T_0 - T$ — количество дней от даты выпуска до даты расчета.

Некоторые из приведенных параметров являются непрямыми в том смысле, что не задаются непосредственно в виде аргументов функции, но могут быть вычислены на основе этих аргументов.

Цена P_1 за 100 рублей номинала для ценной бумаги, возвращаемая функцией

ЦЕНА(), дается формулой
$$P_1 = \frac{P}{(1 + Q/n)^{m-1+t/d}} + 100 \cdot \frac{r}{n} \cdot \left(\sum_{k=1}^N \frac{1}{(1 + Q/n)^{k-1+t/d}} - \frac{D}{d} \right).$$
 Ре-

зультат P_0 , возвращаемый функцией ЦЕНАСКИДКА(), определяется по формуле

$$P_0 = P \left(1 - \frac{rT}{n} \right).$$
 Формула для функции ЦЕНАПОГАШ() (обозначим его через P_2) дается

выражением
$$P_2 = 100 \left(\frac{(1 + rT_0/N)}{1 + QT/N} - \frac{rT_1}{N} \right).$$
 Пример вызова этих функций показан

на рис. 28.27.

Комментарии по поводу данных в ячейках документа собраны в табл. 28.2.

B13		fx =ЦЕНАПОГАСH(B4;B5;B3;B6;B7;B10)			
	A	B	C	D	E
1	Стоимость ценных бумаг				
2					
3	Дата выпуска	10.01.2001			
4	Дата расчета	12.03.2001			
5	Дата погашения	18.10.2004			
6	Процент полугодового купона	5,75%			
7	Процентный годовой доход	6,50%			
8	Выкупная стоимость	98,00р.			
9	Периодичность выплат	2			
10	Способ вычисления дней	4			
11	Стоимость ценной бумаги	96,03068111			
12	Стоимость ценной бумаги с нулевым купоном	71,54			
13	Стоимость ценной бумаги с выплатой при погашении	97,62420989			
14					

Рис. 28.27. Стоимость ценных бумаг

Таблица 28.2. Стоимость ценных бумаг

Ячейка или диапазон	Формула или значение	Комментарий
B3	10.01.2001	Дата выпуска ценных бумаг
B4	12.03.2001	Дата расчета по ценным бумагам
B5	18.10.2004	Дата погашения ценных бумаг
B6	5,75%	Годовая процентная ставка для купонов по ценным бумагам (в данном случае процент полугодового купона, т. к. выплаты осуществляются дважды в год)
B7	6,5%	Годовой процентный доход
B8	98	Выкупная стоимость (стоимость погашения) ценной бумаги
B9	2	Периодичность выплат (количество выплат в году)
B10	4	Способ вычисления дней — европейская система (30 дней в месяце, 360 дней в году)
B11	=ЦЕНА(B4;B5;B6;B7;B8;B9;B10)	Стоимость ценной бумаги (за 100 рублей номинала)
B12	=ЦЕНАСКИДКА(B4;B5;0,075;B8;B10)	Стоимость ценной бумаги (за 100 рублей номинала) с нулевым купоном. Ставка дисконта указана в явном виде (0,075, т. е. 7,5%), а не через ссылку
B13	=ЦЕНАПОГАСH(B4;B5;B3;B6;B7;B10)	Стоимость ценной бумаги с выплатами при погашении

Достаточно полезными являются функции `накопдоход()` и `накопдоходпогаш()`. Этими функциями вычисляются накопленный доход по ценным бумагам с периодическими выплатами и ценным бумагам с выплатой процентов в момент погашения. Если задать

- ☐ дату выпуска ценных бумаг;
- ☐ дату первой выплаты по ценным бумагам;
- ☐ дату расчета по ценным бумагам;
- ☐ годовую процентную ставку (для купонов по ценным бумагам);
- ☐ номинальную стоимость ценных бумаг (если нет, то по умолчанию используется значение 1000 рублей);
- ☐ количество выплат за год;
- ☐ способ вычисления дня (число в диапазоне от 0 до 4),

то с помощью функции `накопдоход()`, как отмечалось, будет вычислена сумма накоплений по процентам по ценным бумагам с периодической выплатой процентов. При вычислении соответствующего значения накопленного процента R используется формула $R = P - \sum_{k=1}^N \frac{r A_k}{N_k}$, где значение использованных параметров таково:

- ☐ P есть номинальная стоимость ценных бумаг;
- ☐ r — это годовая ставка процента;
- ☐ n — периодичность выплат (количество платежей за год);
- ☐ A_k — число накопленных дней для k -го квазикупонного периода в оставшемся периоде выплат;
- ☐ N_k — нормальная продолжительность в днях k -го квазикупонного периода в оставшемся периоде;
- ☐ N — число квазикупонных периодов, которые укладываются в оставшийся период (если это число содержит дробную часть, то оно округляется с избытком до следующего целого).

Аргументами функции `накопдоходпогаш()` являются:

- ☐ дата выпуска ценных бумаг;
- ☐ дата погашения;
- ☐ годовая процентная ставка;
- ☐ номинальная стоимость ценных бумаг (если этот аргумент не указан, то используется значение 1000 рублей);
- ☐ способ вычисления дня.

Значение функции R_0 вычисляется по формуле $R_0 = rPA/D$, где P и r , как и в предыдущем случае, есть номинальная стоимость ценных бумаг и годовая ставка

процента соответственно. Параметр *A* определяет число накопленных дней в соответствии с месячным базисом (при этом для вычисления дохода на дату погашения используется число дней между датой выпуска и сроком погашения). Через *D* обозначена продолжительность года в днях в соответствии с выбранным способом вычисления дней. На рис. 28.28 и 28.29 приведены примеры вызова функций `НАКОПДОХОД()` и `НАКОПДОХОДПОГАШ()` соответственно.

В каждом из двух случаев аргументами функций последовательно указываются ссылки на ячейки с нужными для вычисления результата значениями. Надо полагать, особых комментариев они не требуют.

Отдельную группу составляют функции `ДНЕЙКУПОН()`, `ДНЕЙКУПОНДО()`, `ДНЕЙКУПОНПОСЛЕ()`, `ДАТАКУПОНДО()`, `ДАТАКУПОНПОСЛЕ()` и, пожалуй, `ЧИСЛКУПОН()`. У всех этих функций одни и те же аргументы:

- ☐ дата расчета за ценные бумаги;
- ☐ дата погашения ценных бумаг;
- ☐ количество выплат за год;
- ☐ способ вычисления дней.

B10 fx =НАКОПДОХОД(B3;B4;B5;B6;B7;B8;B9)				
	A	B	C	D
1	Доход по процентам от ценных бумаг (с периодическими выплатами)			
2				
3	Дата выпуска	10.01.2001		
4	Дата первого платежа	10.05.2001		
5	Дата расчета	15.03.2001		
6	Процентная ставка	6,50%		
7	Номинальная стоимость	5 800,00р.		
8	Периодичность выплат	2		
9	Способ вычисления дней	4		
10	Доход	68,06944444		
11				

Рис. 28.28. Доход от ценных бумаг с периодическими выплатами

B8 fx =НАКОПДОХОДПОГАШ(B3;B4;B5;B6;B7)				
	A	B	C	D
1	Доход от ценных бумаг (выплата по процентам при погашении)			
2				
3	Дата выпуска	10.01.2001		
4	Дата погашения	10.05.2001		
5	Процентная ставка	8,00%		
6	Номинальная стоимость	3 250,00р.		
7	Способ вычисления дней	4		
8	Доход	86,66666667		
9				

Рис. 28.29. Доход от ценных бумаг с выплатой при погашении

Результат функций, несмотря на одинаковость аргументов, разный. Точнее, результаты для функций таковы:

- ☐ ДНЕЙКУПОН() — число дней в периоде купона, который содержит дату расчета;
- ☐ ДНЕЙКУПОНДО() — количество дней от начала действия купона до даты соглашения (расчета за купон);
- ☐ ДНЕЙКУПОНПОСЛЕ() — число дней от даты расчета до срока следующего купона;
- ☐ ДАТАКУПОНДО() — число, представляющее дату предыдущего купона до даты соглашения;
- ☐ ДАТАКУПОНПОСЛЕ() — число, представляющее дату следующего купона от даты соглашения;
- ☐ ЧИСЛКУПОН() — количество купонов, которые могут быть оплачены между датой соглашения и сроком вступления в силу (округляется до ближайшего целого купона).

Пример использования функций приведен в документе на рис. 28.30. Эти функции последовательно вызываются в ячейках диапазона **B7:B12** в том же порядке, как они приведены в списке.

B12 fx =ЧИСЛКУПОН(B3;B4;B5;B6)		
	A	B
1	Определение дат по выплатам	
2		
3	Дата расчета	15.03.2001
4	Дата погашения	25.09.2004
5	Периодичность выплат	2
6	Способ вычисления дней	4
7	Дней в периоде с датой расчета	180
8	Дней до даты расчета за купон	170
9	Дней от расчета до следующего купона	10
10	Дата предыдущего купона	25.09.2000
11	Дату следующего купона	25.03.2001
12	Купонов между соглашением и погашением	8
13		

Рис. 28.30. Вычисление дат и промежутков времени

Функциями ДАТАКУПОНДО() и ДАТАКУПОНПОСЛЕ() (функции вызывались в ячейках **B10** и **B11** соответственно) в качестве значений возвращаются числа, определяющие даты. Чтобы результат отображался именно в виде даты, к упомянутым ячейкам следует применить формат даты.

Пример 28.8. Непостоянные финансовые потоки

До этого примера, когда речь шла о платежах или выплатах, явно или неявно подразумевалось, что такие платежи или выплаты являются периодическими. Однако на практике это не всегда так. Особенно данное замечание справедливо по отноше-

нию к инвестиционным потокам. На этот случай (т. е. если потоки неперiodичны) в Excel также есть ряд функций, которые позволяют вычислять нужные характеристики. Разумеется, процедура расчетов (имеется в виду внутренний алгоритм вычисления результата функций) существенно усложняется. Но все эти проблемы Excel берет на себя. В качестве иллюстрации рассмотрим несколько таких функций.

Чистую приведенную стоимость инвестиционных потоков в случае их неперiodичности вычисляют с помощью функции `ЧИСТНЗ()`. Первым аргументом этой функции указывается ставка дисконтирования, а два других аргумента — это диапазоны ячеек, содержащие сведения о сумме потоков (первый диапазон) и датах их поступлений (второй диапазон). Если обозначить суммы в потоке инвестиций через P_k , даты их поступления через d_k , а процентную ставку через m , то чистая приведенная стоимость P может быть рассчитана по формуле $P = \sum_k \frac{P_k}{(1+m)^{\frac{d_k-d_1}{365}}}$, а сумма

вычисляется по всем значениям инвестиционного потока. Именно по этой схеме вычисляется значение и функцией `ЧИСТНЗ()`. Пример вызова этой функции в рабочем документе показан на рис. 28.31.

B6		fx =ЧИСТНЗ(B3;B4:F4;B5:F5)				
	A	B	C	D	E	F
1	Чистая приведенная стоимость для непостоянного потока					
2						
3	Ставка дисконта	8%				
4	Инвестиционные потоки	-25 000,00р.	1 000,00р.	5 000,00р.	15 000,00р.	25 000,00р.
5	Даты внесения	01.02.2003	08.08.2003	15.12.2003	22.03.2004	25.07.2004
6	Чистая приведенная стоимость	16 690,66р.				
7						

Рис. 28.31. Чистая приведенная стоимость

В ячейку **B6** была введена формула `=ЧИСТНЗ(B3;B4:F4;B5:F5)`, которой по ставке дисконта (ячейка **B3**), инвестиционным платежам и выплатам (диапазон ячеек **B4:F4**) и датам внесения или получения сумм (диапазон ячеек **B5:F5**) вычисляется чистая приведенная стоимость. К ячейке **B6** применялся денежный формат.

Внутренняя ставка доходности для серии потоков, не имеющих периодической структуры, в Excel вычисляется функцией `ЧИСТВНДОХ()` на основе итерационной процедуры. В частности, ищется решение уравнения $\sum_k \frac{P_k}{(1+m)^{\frac{d_k-d_1}{365}}} = 0$ относительно

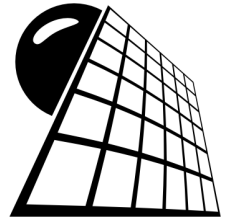
параметра m (остальные обозначения те же, что и в предыдущем случае). Для разрешения этой задачи функции `ЧИСТВНДОХ()` в качестве аргументов передаются диапазоны ячеек со значениями сумм инвестиционного потока и дат их поступления. Можно также указать оценочное значение для внутренней ставки доходности

(но делать это не обязательно). Пример использования функции `ЧИСТВНДОХ()` приведен на рис. 28.32.

B5		fx =ЧИСТВНДОХ(B3:F3;B4:F4)				
	A	B	C	D	E	F
1	Внутренняя ставка доходности для непостоянного потока					
2						
3	Инвестиционные потоки	-25 000,00р.	1 000,00р.	5 000,00р.	15 000,00р.	25 000,00р.
4	Даты внесения	01.02.2003	08.08.2003	15.12.2003	22.03.2004	25.07.2004
5	Внутренняя ставка доходности	61,90%				
6						

Рис. 28.32. Внутренняя ставка доходности при непостоянном инвестиционном потоке

Описанные финансовые функции не перекрывают весь спектр встроенных функций Excel из этой категории, но они во многом показательны, и понимание принципов их работы позволит, безусловно, разобраться и с другими функциями Excel.



Глава 29

Логистика и задачи оптимизации

В логистике решаются задачи, связанные с оптимизацией затрат на доставку товаров от поставщиков к потребителям, расчет оптимальных маршрутов поставок, определение объемов складирования материальных средств и пр. Обычно в таких задачах приходится вычислять экстремумы функций, а также сравнивать различные сценарии. Поэтому задачи логистики, как правило, близки к задачам оптимизации, т. е. к задачам, в которых приходится вычислять максимальные или минимальные значения функций, обычно при дополнительно накладываемых ограничениях. В этом случае приложение Excel, с его мощными и эффективными надстройками, полезно как никогда.

В этой главе рассматриваются как непосредственно задачи логистики, так и чисто математические задачи на поиск экстремумов функций (обычно условных). Напомним, что обычный алгоритм поиска решения подразумевает вычисление частных производных и приравнивание их к нулю. Задачи по поиску оптимальных значений линейных по аргументам функций при наличии ограничений в виде линейных уравнений и (или) неравенств называются задачами линейного программирования. Такие задачи весьма актуальны с практической точки зрения. Далее именно с них начнем рассматривать примеры.

Пример 29.1. Экстремум целевой функции с ограничениями в виде равенств

Решим следующую задачу: необходимо найти экстремум (начнем с максимума) функции $f(x, y, z, u) = 2x - 3y + 4x - 4u$ (эту функцию называют целевой функцией) при условиях $x + y + z + u = 7$ и $x - 2y - z + 3u = 10$ (все аргументы неотрицательны).

Для решения задачи создаем документ Excel, представленный на рис. 29.1.

Аргументы целевой функции вводятся в ячейки **B4:B7** (в качестве начальных приближений введены единичные значения). Коэффициенты первого уравнения-ограничения вводим в ячейки **E4:H4**, а коэффициенты второго уравнения-ограничения — в ячейки **E5:H5**. Правые части уравнений вводим в ячейки **J4** и **J5** соответственно. Ячейки **I4** и **I5** содержат вычисляемые на основе фактических значений аргументов в ячейках **B4:B7** правых частей уравнений. Для этого в ячейку **I4**

вводится формула **=МУМНОЖ(Е4:Н4;\$В\$4:\$В\$7)**, которая копируется в ячейки **И5** и **И6**. Поскольку в ячейки **Е6:Н6** введены коэффициенты, определяющие целевую функцию, в ячейке **И6** вычисляется ее значение. Таким образом, задача сводится к поиску экстремального (максимального) значения в ячейке **И6** путем изменения значений в ячейках **В4:В7** при условии их неотрицательности и совпадении значений в ячейках **И4:И5** и **Ж4:Ж5**.

И6		fx =МУМНОЖ(Е6:Н6;\$B\$4:\$B\$7)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Пример 29.1. Экстремум целевой функции с ограничениями в виде равенств										
2											
3	Аргумент	Значение	Ограничение	Коэффициент x	Коэффициент y	Коэффициент z	Коэффициент u	Значение	Проверка		
4	x =	1	Первое	1	1	1	1	4	7		
5	y =	1	Второе	1	-2	-1	3	1	10		
6	z =	1	Целевая функция	2	-3	4	-4	1			
7	u =	1									
8											

Рис. 29.1. Документ с данными для поиска экстремума целевой функции

Задачу имеет смысл решать с помощью надстройки **Поиск решения**. Окно надстройки с выполненными настройками показано на рис. 29.2.

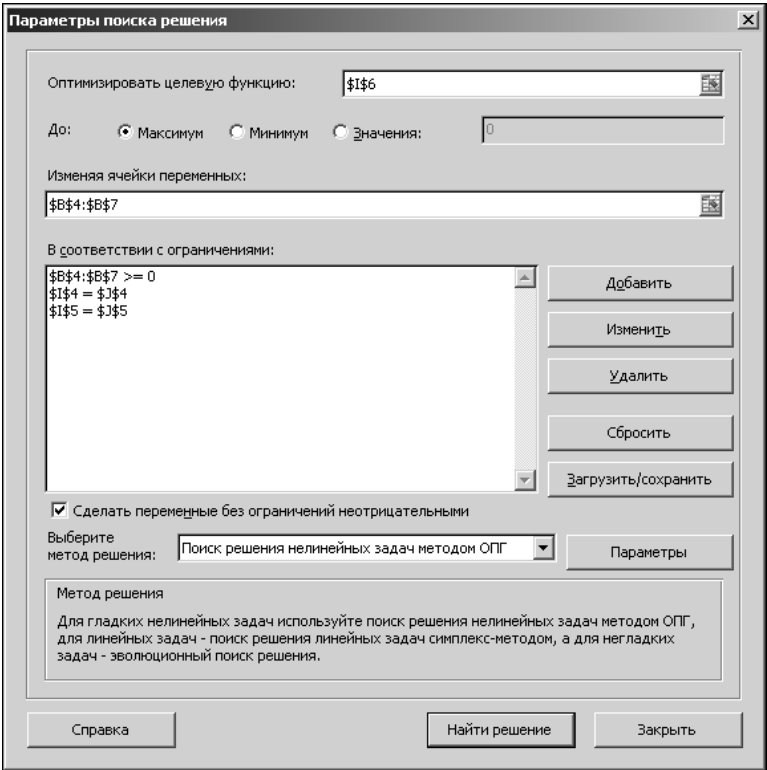


Рис. 29.2. Окно надстройки **Поиск решения** с выполненными настройками

Результат поиска максимального значения функции при указанных ограничениях показан на рис. 29.3.

Практически так же ищется минимальное значение целевой функции (в настройках окна **Параметры поиска решения** переключатель **До** следует установить в положение **Минимум**). Результат представлен на рис. 29.4.

I6		fx =МУМНОЖ(E6:H6;B\$4:B\$7)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Пример 29.1. Экстремум целевой функции с ограничениями в виде равенств										
2											
3	Аргумент	Значение		Ограничение	Коэффициент x	Коэффициент y	Коэффициент z	Коэффициент u	Значение	Проверка	
4	x =	5,5		Первое	1	1	1	1	7	7	
5	y =	0		Второе	1	-2	-1	3	10	10	
6	z =	0		Целевая функция	2	-3	4	-4	5		
7	u =	1,5									
8											

Рис. 29.3. Результат поиска максимума целевой функции

I6		fx =МУМНОЖ(E6:H6;B\$4:B\$7)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Пример 29.1. Экстремум целевой функции с ограничениями в виде равенств										
2											
3	Аргумент	Значение		Ограничение	Коэффициент x	Коэффициент y	Коэффициент z	Коэффициент u	Значение	Проверка	
4	x =	0		Первое	1	1	1	1	7	7	
5	y =	2,2		Второе	1	-2	-1	3	10	10	
6	z =	0		Целевая функция	2	-3	4	-4	25,0		
7	u =	4,8									
8											

Рис. 29.4. Результат поиска минимума целевой функции

Чтобы каждый раз не выполнять настройки, имеет смысл разместить в документе две кнопки для поиска максимума и минимума целевой функции. Кнопкам присваиваются макросы `max_func()` и `min_func()`, коды которых приведены в листингах 29.1 и 29.2 соответственно.

Листинг 29.1. Программный код макроса `max_func()`

```
Sub max_func()  
    SolverReset  
    SolverOk SetCell:="$I$6", MaxMinVal:=1, ByChange:="$B$4:$B$7"  
    SolverAdd CellRef:="$B$4:$B$7", Relation:=3, FormulaText:="0"  
    SolverAdd CellRef:="$I$4", Relation:=2, FormulaText:="$J$4"  
    SolverAdd CellRef:="$I$5", Relation:=2, FormulaText:="$J$5"  
    SolverSolve UserFinish:=True  
End Sub
```

Здесь и далее вместо двух последних инструкций `SolverAdd` можно использовать одну `SolverAdd CellRef:="$I$5:$I$6", Relation:=2, FormulaText:="$J$5:$J$6".`

Листинг 29.2. Программный код макроса min_func ()

```
Sub min_func()  
  SolverReset  
  SolverOk SetCell:="$I$6", MaxMinVal:=2, ByChange:="$B$4:$B$7"  
  SolverAdd CellRef:="$B$4:$B$7", Relation:=3, FormulaText:=""  
  SolverAdd CellRef:="$I$4", Relation:=2, FormulaText:="$J$4"  
  SolverAdd CellRef:="$I$5", Relation:=2, FormulaText:="$J$5"  
  SolverSolve UserFinish:=True  
End Sub
```

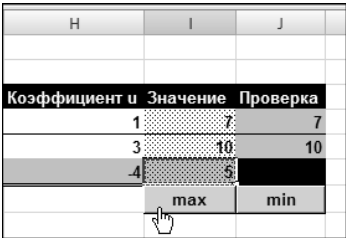


Рис. 29.5. Фрагмент окна с кнопками для поиска экстремума целевой функции

Фрагмент документа с добавленными кнопками **max** и **min** показан на рис. 29.5. Несложно проверить, что, щелкнув по одной или другой кнопке, быстро получаем корректный результат.

Пример 29.2. Определение численности двух бригад

Решим задачу, которая имеет простую производственную интерпретацию, а с математической точки зрения является решением системы неравенств на множестве целых чисел.

Условие задачи таково: необходимо определить численность двух бригад рабочих, если известно, что:

- производительность каждого рабочего одинакова и составляет единицу продукции за смену;
- обе бригады за смену производят более 6 единиц продукции;
- даже если производительность рабочих второй бригады увеличится в 3 раза, за смену две бригады произведут менее 12 единиц продукции;
- во второй бригаде более 1 рабочего.

Если обозначить численность первой бригады через x , а численность второй через y , то условие задачи эквивалентно решению системы неравенств $x + y > 6$, $x + 3y < 12$, $y > 1$ при условии, что x и y являются целыми числами.

Исходный документ с данными, подготовленными для поиска решения с помощью надстройки **Поиск решения**, показан на рис. 29.6.

В ячейках **B4** и **B5** введены начальные значения для численности первой и второй бригады соответственно. В ячейке **B6** указан в принципе произвольный положительный числовой параметр, меньший единицы. Его разумно выбрать небольшим, а необходимость в наличии такого параметра обусловлена тем обстоятельством, что условие задачи формулируется через систему строгих неравенств, а в надстройке **Поиск решения** дополнительные условия задаются в терминах неравенств нестрогих. Для решаемой задачи это принципиальное обстоятельство. С помощью такой добавки изменим целочисленные значения, с которыми будет выполняться сравнение значений ячеек, так чтобы обеспечить выполнение строгих неравенств.

B9		fx		=B4+3*B5		
	A	B	C	D	E	
1	Пример 29.2. Определение численности двух бригад					
2						
3	Численность бригады					
4	Первая	x =	2			
5	Вторая	y =	1			
6	Добавка		0,01			
7	Условия				Верно или нет	
8		x + y =	3	>	6	ЛОЖЬ
9		x + 3y =	5	<	12	ИСТИНА
10		y =	1	>	1	ЛОЖЬ
11	Решение найдено				ЛОЖЬ	
12						

Рис. 29.6. Документ с введенными в него данными перед началом поиска решения

В ячейку **B8** вводим формулу **=B4+B5** (первое проверяемое значение), в ячейку **B9** вводится формула **=B4+3*B5** (второе проверяемое значение), а в ячейку **B10** — формулу **=B5** (третье проверяемое значение). Численные значения, с которыми сравниваются вычисляемые значения в ячейках **B8:B10**, указаны в ячейках **D8:D10**. Это соответственно числа **6**, **12** и **1** (см. рис. 29.6). Для наглядности в ячейках **E8:E11** вычисляется ряд логических значений: в ячейку **E8** вводится формула **=B8>D8**, в ячейку **E9** вводим **=B9<D9**, в ячейке **E10** проверяется условие **=B10>D10**, а общий результат отображается в ячейке **E11** в соответствии с формулой **=AND(E8:E10)**. Если решение найдено корректно, то во всех ячейках **E8:E11** должно быть истинное значение. Однако обратное не является верным: из того, что ячейки содержат истинные значения, не следует, что решение найдено правильно. Решение еще должно быть целочисленным!

Запускаем надстройку поиска решения. Окно надстройки с выполненными в нем настройками показано на рис. 29.7.

Целевой указана ячейка **B5**, для которой ищется максимум — однако это формальность, поскольку главный интерес представляют дополнительные условия, и если все они выполнены, то для целевой ячейки значение определяется однозначно. Изменяемыми ячейками являются **B4:B5**. Что касается дополнительных условий, то их несколько. Точнее, четыре: условие **B10>=D10+B6**, условие **B8>=D8+B6**, условие **B9<=D9-B6** и условие целочисленности изменяемых ячеек **B4:B5=целое** (см. рис. 29.7). Все условия вводятся в окне надстройки поиска решения с помощью специальной утилиты, которая активизируется после щелчка по кнопке **Добавить**.

Рис. 29.7. Документ с окном надстройки поиска решения с выполненными настройками

Кроме указанных условий, в принципе, следовало бы указать, что решение должно быть не только целочисленным, но еще и неотрицательным. Однако в данном случае условие неотрицательности решения выполняется автоматически при выполнении перечисленных условий.

Обращаем внимание, что к значениям, с которыми сравниваются выражения, прибавляется или отнимается поправочное значение (ячейка **B6**). В результате значение для сравнения перестает быть целочисленным. Учитывая, что решение ищется на множестве целых чисел, это все равно, как если бы нестрогие равенства были заменены на строгие.

	B5		fx 2		
	A	B	C	D	E
1	Пример 29.2. Определение численности двух бригад				
2					
3	Численность бригады				
4	Первая	x = 5			
5	Вторая	y = 2			
6	Добавка	0,01			
7	Условия				Верно или нет
8		x + y = 7	>	6	ИСТИНА
9		x + 3y = 11	<	12	ИСТИНА
10		y = 2	>	1	ИСТИНА
11	Решение найдено				ИСТИНА
12					

Рис. 29.8. Результат решения задачи

Результат решения задачи с помощью надстройки поиска решения показан на рис. 29.8.

Как видим, первая бригада состоит из 5 человек, а во второй бригаде всего 2 человека ($x = 5$ и $y = 2$).

Задача может быть решена несколько иным способом, который больше соответствует процедуре поиска решения без использования специальных надстроек. Суть подхода достаточно проста: вводится ряд новых неотрицательных целочисленных переменных. Эти переменные вводятся в ограничения-неравенства так, чтобы они трансформировались в равенства.

Относительно решаемой задачи все это выглядит следующим образом: вводим переменные u , v и w . Полагаем, что переменные больше нуля и являются целыми числами. С другой стороны, например, неравенство $x + y > 6$ означает, что сумма $x + y$ больше числа 6 на некоторую величину, которая, в силу целочисленности величин x и y , является числом целым (и, разумеется, неотрицательным). Пускай это будет число u . Тогда условие-неравенство $x + y > 6$ может быть представлено как $x + y - u = 6$. Аналогично поступаем и с прочими условиями-ограничениями. Неравенство $x + 3y < 12$ трансформируется в выражение $x + 3y + v = 12$, а вместо неравенства $y > 1$ получаем $y - w = 1$.

В соответствии со сказанным вносим изменения в документ: удаляем с воспоминания о поправке и вводим в ячейки **D4:D6** начальные приближения для технических переменных u , v и w (рис. 29.9).

В ячейку **B8** вводится формула **=B4+B5-E4**, в ячейку **B9** следует ввести формулу **=B4+3*B5+E5**, а выражение в ячейке **B10** нужно исправить на **=B5-E6**. Корректность ограничений-равенств проверяем в ячейках **E8:E11**: в ячейке **E8** проверяется условие **=B8=D8**, в ячейку **E9** вводится формула **=B9=D9**, аналогично, формула в ячейке **E10** имеет вид **=B10=D10**, и, наконец, в ячейке **E11** конечный результат вычисляется по формуле **=И(E8:E10)**.

Что касается настроек окна **Параметры поиска решения**, то целевой, как и ранее, является ячейка **B5** (для нее ищется максимум с теми же оговорками, что и в предыдущем случае), в качестве изменяемых ячеек указываем диапазоны ячеек **B4:B5** и **E4:E6** (в поле ввода изменяемых ячеек окна надстройки адреса диапазонов разделяются точкой с запятой). Дополнительных условий пять: **B4:B5=целое** (основные искомые параметры должны быть целыми числами), **E4:E6=целое** (вспомогательные параметры также должны быть целыми числами), **B4:B5>=1** (искомые значения не меньше единицы), **E4:E6>=1** (вспомогательные параметры не меньше единицы) и условие выполнения равенств-ограничений **B8:B10=D8:D10** (рис. 29.10).

B9		fx		=B4+3*B5+E5		
	A	B	C	D	E	
1	Пример 29.2. Определение численности двух бригад					
2						
3	Численность бригады		Параметры			
4	Первая	x =	2	u =	1	
5	Вторая	y =	1	v =	1	
6				w =	1	
7	Условия				Верно или нет	
8	x + y - u =		2	=	6	ЛОЖЬ
9	x + 3y + v =		6	=	12	ЛОЖЬ
10	y - w =		0	=	1	ЛОЖЬ
11	Решение найдено				ЛОЖЬ	
12						

Рис. 29.9. При альтернативном способе решения дополнительные условия-неравенства трансформируются в равенства

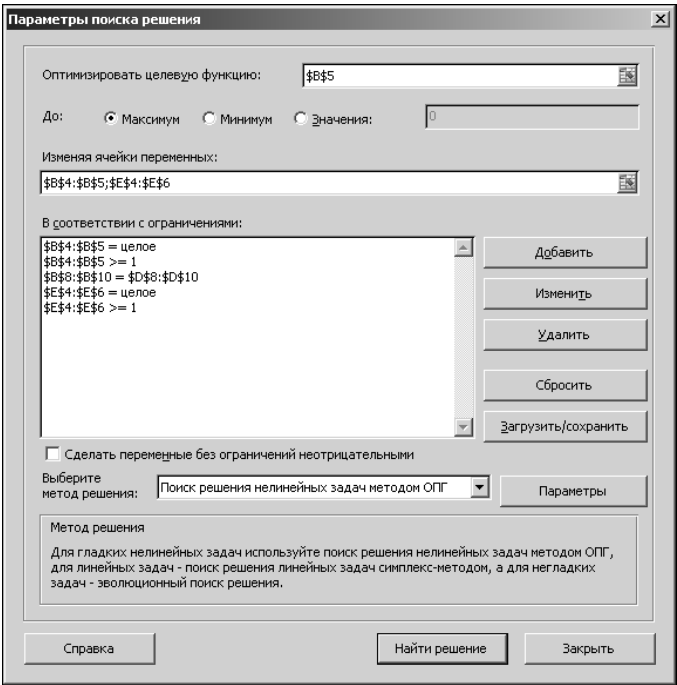


Рис. 29.10. Измененный документ с окном надстройки поиска решения

B10		fx		=B5-E6	
	A	B	C	D	E
1	Пример 29.2. Определение численности двух бригад				
2					
3	Численность бригады		Параметры		
4	Первая	x =	5	u =	1
5	Вторая	y =	2	v =	1
6				w =	1
7	Условия		Верно или нет		
8	x + y - u =		6	=	6
9	x + 3y + v =		12	=	12
10	y - w =		1	=	1
11	Решение найдено		ИСТИНА		
12					

Рис. 29.11. Результат решения задачи альтернативным методом

После выполнения расчетов надстройка выдает корректное решение, которое совпадает с тем, что было получено ранее (рис. 29.11).

Однако в данном случае, кроме основных искомых значений, найдены также значения вспомогательных параметров. То, что они совпали с начальными единичными приближениями, — случайность.

Пример 29.3. Условный экстремум нелинейной функции

Принципиально метод поиска экстремума нелинейных функций с дополнительными накладываемыми на функцию условиями мало отличается от случая линейной функции. Найдем экстремальное значение функции $u(x,y) = x^2 + y^2$ при дополнительном условии $x = y^2 + y + 1$.

Создаем документ Excel, в котором определяем исследуемую функцию (формула $=B3^2+B4^2$ в ячейке B5) и дополнительное условие (формула $=B4^2+B4+1-B3$ в ячейке B6, рис. 29.12).

Искомые параметры, при которых функция принимает экстремальное значение, заносятся в ячейки B3:B4.

B6		fx		=B4^2+B4+1-B3	
	A	B	C	D	E
1	Пример 29.3. Условный экстремум нелинейной функции				
2					
3	Переменная	x =	0		
4	Переменная	y =	0		
5	Функция	u(x,y) =	0		
6	Условие	y^2+y+1-x =	1		
7					

Рис. 29.12. Документ с данными для поиска экстремума функции

Несложно показать, что у исследуемой функции существует только минимальное значение. Поэтому вызываем утилиту поиска решений, устанавливаем в окне настроек в качестве целевой ячейку **B5** и равенство нулю ячейки **B6** как ограничение. Изменяемыми ячейками являются ячейки **B3:B4** (рис. 29.13).

Результат поиска минимума функции с помощью надстройки **Поиск решения** показан на рис. 29.14.

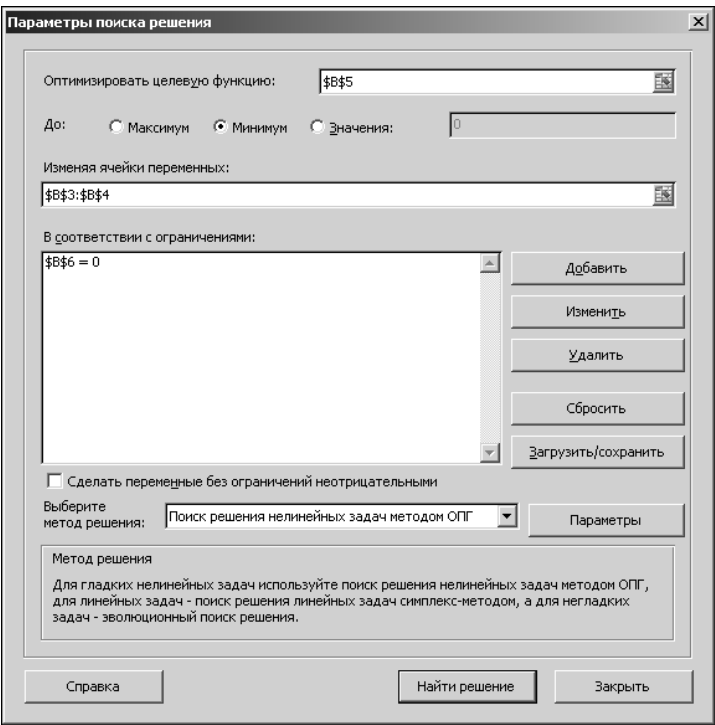


Рис. 29.13. Окно с настройками утилиты поиска решения на фоне рабочего документа

	B5	f_x	$=B3^2+B4^2$		
	A	B	C	D	E
1	Пример 29.3. Условный экстремум нелинейной функции				
2					
3	Переменная	x =	0,787721327		
4	Переменная	y =	-0,30578017		
5	Функция	u(x,y) =	0,7140064		
6	Условие	$y^2+y+1-x$ =	1,64467E-08		
7					

Рис. 29.14. Результат поиска минимума функции

Сложнее дело обстоит в случае, если точек экстремума у функции несколько. Обычно проблема решается за счет адекватного выбора граничных условий.

Пример 29.4. Экстремум неявно заданной функции

Рассмотрим задачу о вычислении экстремума функции, заданной в неявном виде. Как правило, неявные функции задаются уравнениями вида $F(x, y, z) = 0$, где, например, z рассматривается как функция аргументов x и y : при фиксированных аргументах x и y значение функции определяется как такое, при котором выражение $F(x, y, z) = 0$ превращается в тождество. Часто неявно заданные функции являются неоднозначными: одним и тем же аргументам соответствует несколько значений функции.

Предположим, что неявная функция $z(x, y)$ задана уравнением $2z^2 + 3y^2 + 6y + x^2 - 10 = 0$. Найдем экстремумы функции $z(x, y)$. Документ Excel с исходными данными показан на рис. 29.15.

B6		fx =2*B5^2+3*B4^2+6*B4+B3^2-10			
	A	B	C	D	E
1	Пример 29.4. Экстремум неявно заданной функции				
2					
3	Переменная	x =	0		
4	Переменная	y =	0		
5	Функция	z(x,y) =	0		
6	Уравнение	F(x,y,z) =	-10		
7					

Рис. 29.15. Документ с расчетными данными

В окне надстройки **Поиск решения** целевой ячейкой указываем **B5**, изменяемым является диапазон ячеек **B3:B5**, а дополнительное условие состоит в том, что значение ячейки **B6** равно нулю (рис. 29.16).

Если переключатель **До** установлен в положение для поиска максимума, получаем результат, как на рис. 29.17.

При вычислении минимума настройки в окне утилиты поиска решения такие же, как и в предыдущем случае, за исключением положения переключателя **До** (рис. 29.18).

Точка минимума вычисляется, а ее параметры представлены в документе на рис. 29.19.

Таким образом, у функции две точки экстремума: минимум и максимум. Объясняется это достаточно просто. Исходное уравнение $2z^2 + 3y^2 + 6y + x^2 - 10 = 0$, определяющее неявную функцию, может быть представлено в виде $2z^2 + 3(y+1)^2 + x^2 = 11$. Это уравнение эллипса. У поверхности, описываемой такой фигурой, очевидно, два экстремума, которые и были найдены.

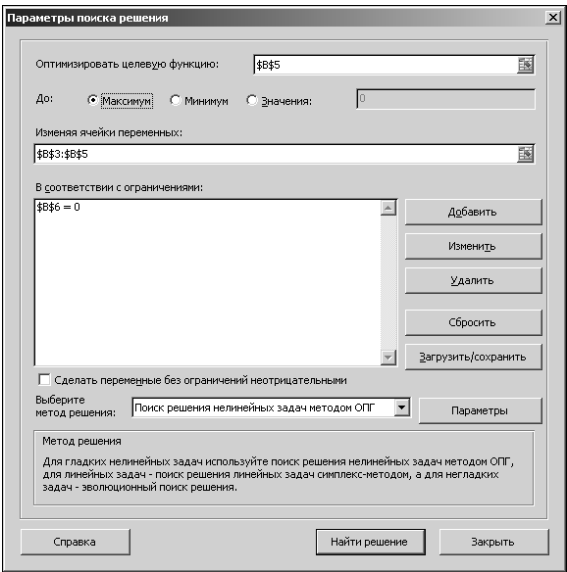


Рис. 29.16. Вызов надстройки поиска решения для вычисления максимума функции

B6		=2*B5^2+3*B4^2+6*B4+B3^2-10			
	A	B	C	D	E
1	Пример 29.4. Экстремум неявно заданной функции				
2					
3	Переменная	x =	1,76854E-08		
4	Переменная	y =	-0,997162805		
5	Функция	z(x,y) =	2,549507437		
6	Уравнение	F(x,y,z) =	4,89888E-07		
7					

Рис. 29.17. Результат вычисления максимума

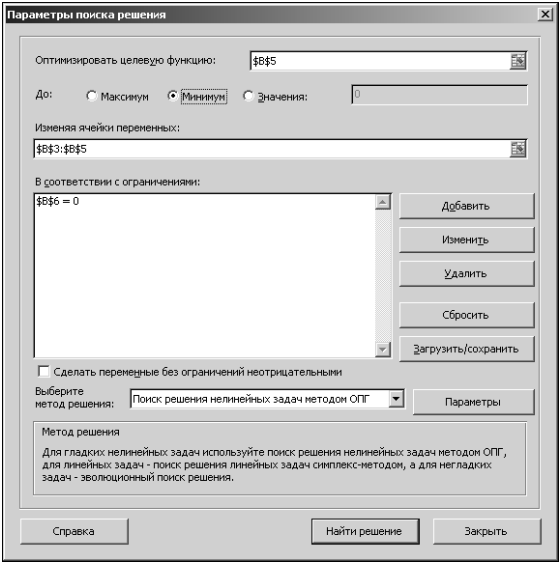


Рис. 29.18. Вызов надстройки поиска решения для вычисления минимума функции

B6		fx =2*B5^2+3*B4^2+6*B4+B3^2-10				
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 29.4. Экстремум неявно заданной функции					
2						
3	Переменная	x =	9,4487E-06			
4	Переменная	y =	1,081666064			
5	Функция	z(x,y) =	-4,72302E-05			
6	Уравнение	F(x,y,z) =	8,14698E-07			
7						

Рис. 29.19. Результат вычисления минимума неявной функции

Пример 29.5. Условный экстремум неявно заданной функции

Немного сложнее задача о вычислении условного экстремума неявно заданной функции. Найдем максимум и минимум неявной функции $z(x,y)$, которая задана уравнением $F(x,y,z)=x^2+y^2+z^2-9=0$ при дополнительном условии $f(x,y,z)=x+y+z-1=0$. Полезным будет документ, представленный на рис. 29.20.

Аргументы и неявная функция указываются последовательно в ячейках **B3:B5**. Уравнение для определения неявной функции реализуется в ячейке **B6** через формулу $=B5^2+B4^2+B4+B3^2-9$. В ячейку **B7** введено выражение $=B3+B4+B5-1$, определяющее дополнительное условие, накладываемое на функцию и аргументы.

Прежде чем приступить к расчетам, заметим, что уравнением $x^2+y^2+z^2-9=0$ определяется сфера радиуса 3, а дополнительное условие $x+y+z-1=0$ задает плоскость. Если аргументы удовлетворяют обоим уравнениям, то они лежат на кривой пересечения сферы и плоскости. Это есть пространственная окружность. Поэтому у исследуемой функции будет одно минимальное и одно максимальное значения.

B7		fx =B3+B4+B5-1				
	A	B	C	D	E	
1	Пример 29.5. Условный экстремум неявно заданной функции					
2						
3	Переменная	x =	0			
4	Переменная	y =	0			
5	Функция	z(x,y) =	0			
6	Уравнение	F(x,y,z) =	-9			
7	Ограничение	f(x,y,z) =	-1			
8						

Рис. 29.20. Документ для расчета условного экстремума неявной функции

На рис. 29.21 показано окно с настройками утилиты **Поиск решения** перед поиском максимума функции.

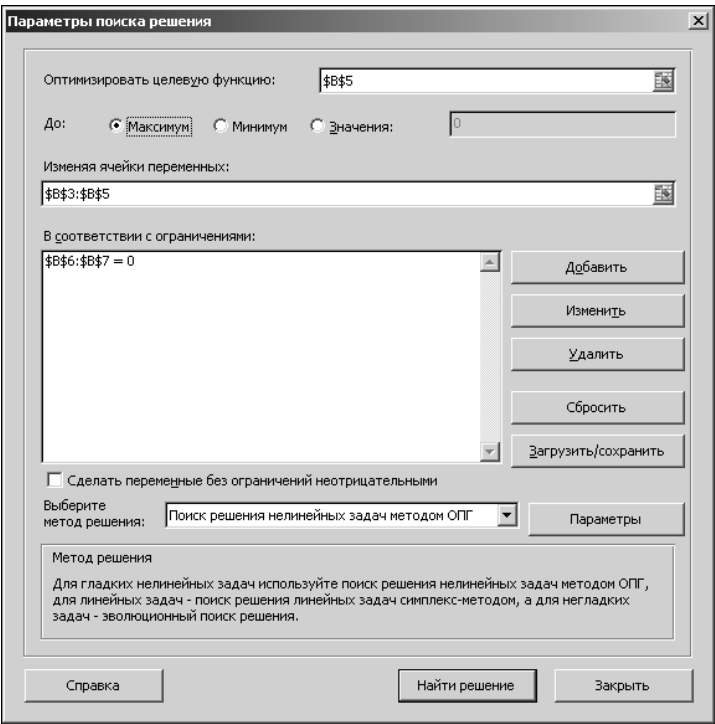


Рис. 29.21. Окно утилиты Поиск решения с настройками перед поиском условного максимума неявно заданной функции

B6		=B5^2+B4^2+B4+B3^2-9				
	A	B	C	D	E	
1	Пример 29.5. Условный экстремум неявно заданной функции					
2						
3	Переменная	x =	-0,691			
4	Переменная	y =	-1,18948			
5	Функция	z(x,y) =	2,880476			
6	Уравнение	F(x,y,z) =	8,83E-07			
7	Ограничение	f(x,y,z) =	0			
8						

Рис. 29.22. Условный максимум неявно заданной функции

Ищем максимум целевой ячейки **B5** путем варьирования ячеек **B3:B5** при условии, что диапазон ячеек **B6:B7** принимает нулевые значения. Результат вычисления условного максимума неявно заданной функции показан на рис. 29.22.

Таким же образом вычисляем минимум функции (рис. 29.23).

В результате получим точку, параметры которой приведены в документе на рис. 29.24.

Получен вполне ожидаемый результат (два экстремальных значения). Отметим, однако, что при вычислении экстремумов (особенно условных) для нелинейных зависимостей большое значение имеет выбор начальной точки. В некоторых случаях, чтобы удостовериться, что получено корректное решение, приходится вычислять экстремум несколько раз с разными начальными приближениями. Это не очень удобно, но зато позволяет существенно снизить риск ошибки.

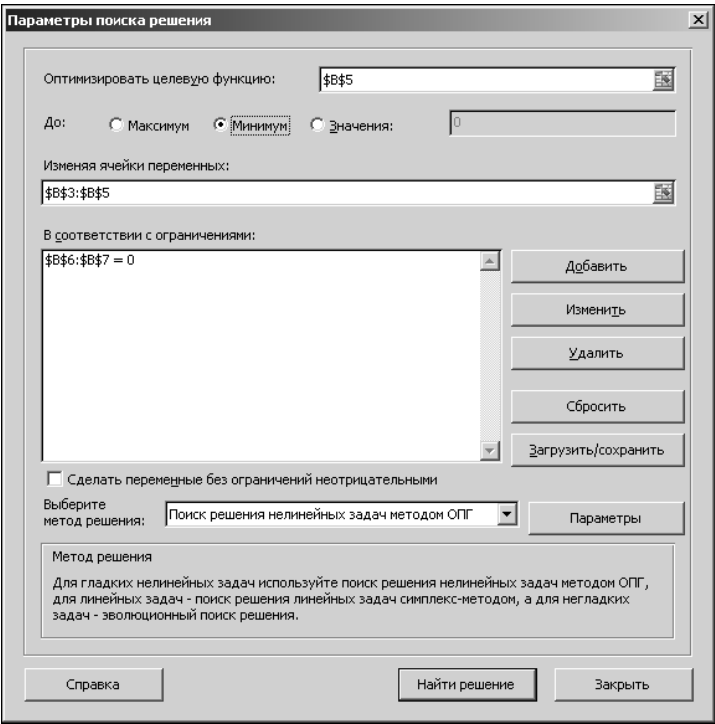
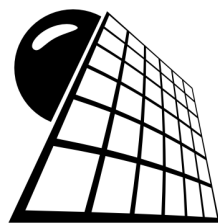


Рис. 29.23. Окно утилиты Поиск решения с настройками перед поиском условного минимума неявно заданной функции

B7		fx		=B3+B4+B5-1		
	A	B	C	D	E	
1	Пример 29.5. Условный экстремум неявно заданной функции					
2						
3	Переменная	x =	1,690312			
4	Переменная	y =	1,190164			
5	Функция	z(x,y) =	-1,88048			
6	Уравнение	F(x,y,z) =	9,52E-07			
7	Ограничение	f(x,y,z) =	0			
8						

Рис. 29.24. Условный минимум неявно заданной функции

Глава 30



Физика

При решении физических задач приложение Excel может использоваться для вычисления по предварительно полученным аналитическим выражениям числовых характеристик (сил, ускорений, полей, скоростей и т. п.) или для поиска решения в численном виде. Оба подхода не являются самодостаточными, поскольку в первом случае аналитическое решение ищется пользователем, а приложение Excel используется, фактически, в качестве калькулятора, второй подход (поиск решения в численном виде) вообще не подразумевает вычисление аналитического результата. Однако в том и другом случае пользователь получает реальное численное значение, что с практической точки зрения более чем приемлемо.

Пример 30.1. Тело на наклонной плоскости

Использование Excel для решения задач механики проиллюстрируем на почти классической задаче о соскальзывании тела с наклонной плоскости. Задача формулируется следующим образом: необходимо найти равнодействующую сил F_{Σ} и ускорение a тела массой $m = 0,3$ (кг), соскальзывающего с наклонной плоскости (угол наклона $\alpha = \pi/6$), если коэффициент трения $\mu = 0,4$ (ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с²).

На рис. 30.1 представлена графическая иллюстрация: наклонная плоскость, размещенное на ней тело, а также показаны действующие на тело силы и отображена локальная система координат (одна ось направлена вдоль поверхности плоскости, другая — в перпендикулярном направлении).

Для создания иллюстрации использовались встроенные графические утилиты Excel, формулы вставлялись как объекты **Equation Editor**. Что касается непосредственно решаемой задачи, приведем здесь краткую справку, поясняющую процедуру поиска решения.

На тело действуют три силы: сила тяжести (обозначена как $m\vec{g}$, вектор силы направлен вдоль вертикали), сила реакции опоры $\vec{N}$ (вектор силы направлен перпендикулярно к наклонной плоскости) и сила трения $\vec{F}$ (вектор силы направлен вдоль наклонной плоскости). Стандартная процедура решения задачи подразумевает

выбор локальной системы координат, которую в данном случае определим так: ось Ox направлена вдоль наклонной плоскости, а ось Oy — перпендикулярно к этой плоскости (см. рис. 30.1). Далее необходимо записать уравнения Ньютона в проекциях на каждую из координатных осей. Очевидно, что движение имеет место только вдоль оси Ox , поэтому вдоль оси Oy ускорение равно нулю. Это означает, что сумма проекций на ось Oy сил, действующих на тело, равна нулю. Отсюда получаем $N - mg \cos(\alpha) = 0$. Если вдоль оси Ox тело движется с ускорением a , то в проекции на эту ось имеем $ma = F_{\Sigma} = mg \sin(\alpha) - F$. Кроме того, между силой трения скольжения и силой реакции существует взаимосвязь: $F = \mu N$. Эти три уравнения позволяют вычислить как ускорение тела $a = g(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha))$, так и равнодействующую сил $F_{\Sigma} = ma = mg(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha))$ (а также силу трения и силу реакции опоры). Отметим, что формулы, на основе которых получено решение, приведены на рис. 30.1.

На основе приведенных формул для равнодействующей силы и ускорения тела можем реализовать решение (или, по крайней мере, вычисление численных значений) в приложении Excel. Соответствующий документ показан на рис. 30.2.

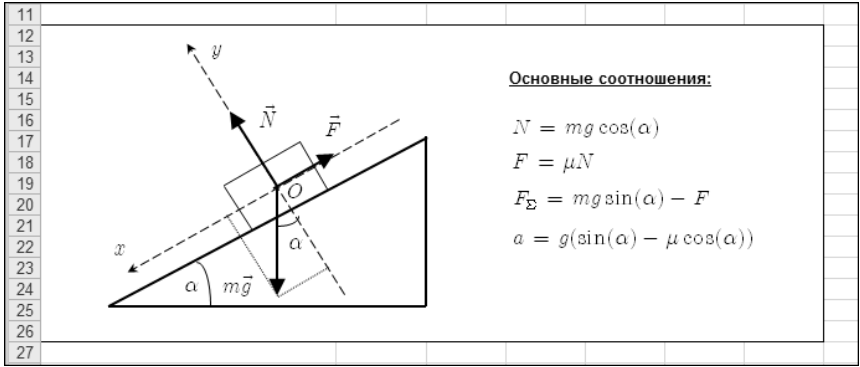


Рис. 30.1. Графическое изображение механической системы с указанием координатной системы и действующих на тело сил

B7		fx		=B6*(SIN(B4)-B5*COS(B4))	
	A	B	C	D	
1	Пример 30.1. Тело на наклонной плоскости				
2					
3	Масса тела m	0,3	кг		
4	Угол наклона α	0,5235988	рад		
5	Коэффициент трения μ	0,4			
6	Ускорение свободного падения g	9,8	м/с^2		
7	Ускорение a	1,5051804	м/с^2		
8	Результирующая сила	0,4515541	Н		
9					

Рис. 30.2. Вычисление ускорения тела и суммарной силы

Ячейка **B3** содержит значение для массы тела. Угол наклона плоскости вводится в ячейку **B4** (формула $=\text{ПИ}()/6$). Коэффициент трения указан в ячейке **B5**, а ускорение свободного падения содержится в ячейке **B6**. Это исходные данные, на основе которых вычисляется ускорение и сила. Вычисляемые в задаче величины отображаются в ячейках **B7** (ускорение) и **B8** (равнодействующая сила). Значение в ячейке **B7** вычисляем по формуле $=\text{B6}*(\text{SIN}(\text{B4})-\text{B5}*\text{COS}(\text{B4}))$, а сила (ячейка **B8**) вычисляется по формуле $=\text{B3}*\text{B7}$.

Несмотря на то, что формально решение получено и реализовано в документе Excel, область его применимости имеет существенные ограничения. Далеко не для всех наборов исходных параметров задачи в ячейках **B7** и **B8** будем получать правильное решение. Например, на рис. 30.3 значение угла наклона плоскости уменьшено до нуля.

B4		f_x	0
	A	B	C
1	Пример 30.1. Тело на наклонной плоскости		
2			
3	Масса тела m	0,3	кг
4	Угол наклона α	0	рад
5	Коэффициент трения μ	0,4	
6	Ускорение свободного падения g	9,8	м/с ²
7	Ускорение a	-3,92	м/с ²
8	Результирующая сила	-1,176	Н
9			

Рис. 30.3. Некорректный результат при нулевом значении угла наклона плоскости

В принципе, вычислено как ускорение, так и сила. Однако их значения отрицательны. Формально это означает, что тело должно двигаться вверх по плоскости, что является очевидным абсурдом.

Все дело в том, что при решении задачи для силы трения использовалась формула $F = \mu N$, которая является справедливой лишь при условии, что тело движется. Другими словами, задача решалась в предположении, что брусок с плоскости соскальзывает. Если это предположение неверно, то будет получено и неверное значение для ускорения и равнодействующей сил. На самом деле приведенное выражение дает максимальное значение для силы трения. В общем случае сила трения увеличивается по мере увеличения внешней силы, компенсируя ее. Это происходит до тех пор, пока сила трения не достигнет максимального значения $F = \mu N$, после чего при дальнейшем увеличении внешней силы сила трения не меняется, оставаясь равной максимальному значению $F = \mu N$. Поэтому более точным будет определить силу трения равной минимальному из двух значений: $mg \sin(\alpha)$ (проекция на ось Ox внешней силы, под действием которой тело соскальзывает с плоскости — силы тяжести) и $\mu N = \mu mg \cos(\alpha)$ (максимальное значение силы трения).

Чтобы учесть это обстоятельство, внесем некоторые изменения в рабочий документ Excel. В частности, добавим еще одну вычисляемую позицию — значение силы

трения. Значение силы трения вычисляем по формуле $\text{=МИН}(B3*B6*\text{SIN}(B4); B5*B3*B6*\text{COS}(B4))$ в ячейке **B9**. Результирующую силу вычисляем, как и ранее, в ячейке **B8**, но теперь для этого используем формулу $\text{=B3*B6*\text{SIN}(B4)-B9}$. Данная формула есть реализация соотношения $F_{\Sigma} = mg \sin(\alpha) - F$. Ускорение вычислим на основе соотношения $a = F_{\Sigma} / m$, для чего в ячейку **B7** вводим формулу =B8/B3 . Результат показан на рис. 30.4.

B9		f_x	$\text{=МИН}(B3*B6*\text{SIN}(B4); B5*B3*B6*\text{COS}(B4))$			
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 30.1. Тело на наклонной плоскости					
2						
3	Масса тела m	0,3	кг			
4	Угол наклона α	0	рад			
5	Коэффициент трения μ	0,4				
6	Ускорение свободного падения g	9,8	м/с ²			
7	Ускорение a	0	м/с ²			
8	Результирующая сила	0	Н			
9	Сила трения F	0	Н			
10						

Рис. 30.4. Документ после внесения изменений

Теперь, как видим, для ускорения, силы трения и внешней силы получаем нулевые значения, что свидетельствует о том, что тело находится в покое и никуда не движется. Изменив значение угла наклона плоскости, получаем нулевые значения для вынуждающей силы и ускорения и ненулевое значение для силы (рис. 30.5).

B8		f_x	$\text{=B3*B6*\text{SIN}(B4)-B9}$	
	A	B	C	D
1	Пример 30.1. Тело на наклонной плоскости			
2				
3	Масса тела m	0,3	кг	
4	Угол наклона α	0,2617994	рад	
5	Коэффициент трения μ	0,4		
6	Ускорение свободного падения g	9,8	м/с ²	
7	Ускорение a	0	м/с ²	
8	Результирующая сила	0	Н	
9	Сила трения F	0,760928	Н	
10				

Рис. 30.5. Тело с плоскости не соскальзывает

Вывод тот же: тело с плоскости не соскальзывает, несмотря на нулевой угол наклона плоскости. Критическим значением угла наклона плоскости является $\alpha = \arctg(\mu)$. Если угол наклона плоскости больше этого значения, тело начинает соскальзывать с плоскости (рис. 30.6).

Видим, что для угла $\alpha = \pi/6$ получено то же значение, что и ранее (см. рис. 30.2).

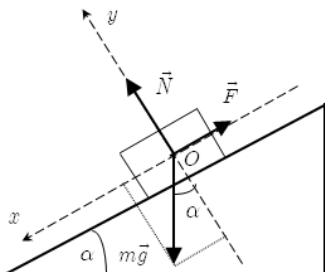
B7		f _x =B8/B3					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Пример 30.1. Тело на наклонной плоскости						
2							
3	Масса тела m	0,3	кг				
4	Угол наклона α	0,5235988	рад				
5	Коэффициент трения μ	0,4					
6	Ускорение свободного падения g	9,8	м/с^2				
7	Ускорение a	1,5051804	м/с^2				
8	Результирующая сила	0,4515541	Н				
9	Сила трения F	1,0184459	Н				
10							
11							
12	 Основные соотношения: $N = mg \cos(\alpha)$ $F = \mu N$ $F_{\Sigma} = mg \sin(\alpha) - F$ $a = g(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha))$						
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							

Рис. 30.6. Тело движется с ускорением

Пример 30.2. Вычисление коэффициента трения

Решим похожую задачу, но только несколько иными методами. Задачу сформулируем следующим образом: чему равен коэффициент трения μ тела о плоскость, если известно, что тело начинает соскальзывать с плоскости при угле наклона $\alpha = \pi/6$?

У этой задачи достаточно простое аналитическое решение: $\mu = \operatorname{tg} \alpha$. Интересно то, что решение не зависит от массы тела (а также и от значения ускорения свободного падения).

Решение будем искать с помощью надстройки **Поиск решения**, причем для запуска и выполнения настроек этой надстройки создадим специальный макрос. Запускать макрос будем с помощью кнопки.

Документ с решением может быть получен из предыдущего после внесения в него минимальных изменений. Самое главное — это удачно сформулировать задачу. Постараемся это сделать так, чтобы как можно меньше пришлось изменять уже внесенные в ячейки формулы. В частности, условие соскальзывания характеризуется тем, что в этом случае сила трения скольжения максимальна, при этом ускорение тела еще равно нулю. Этих условий достаточно, чтобы однозначно определить момент соскальзывания.

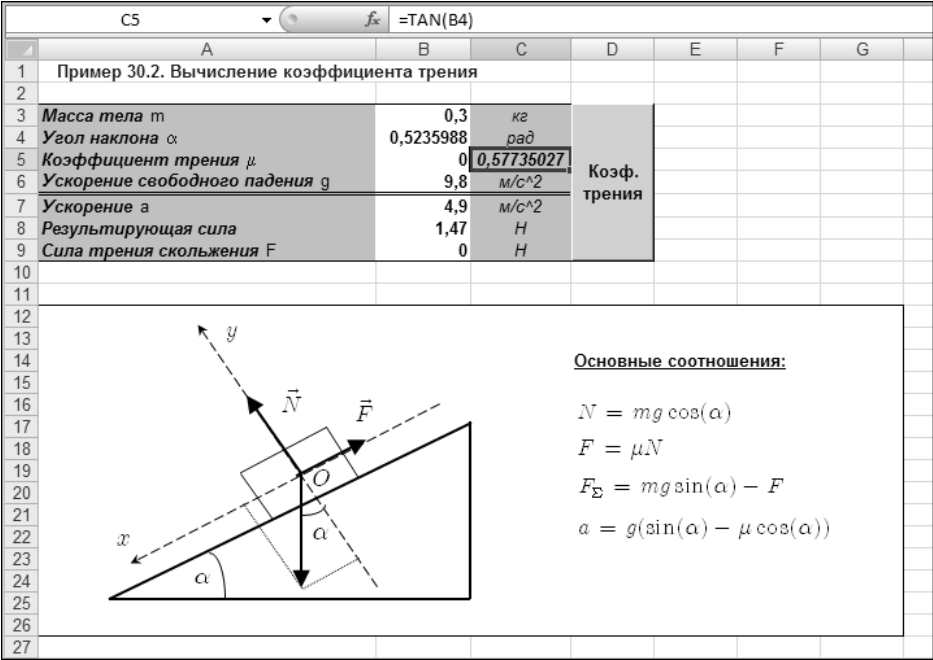


Рис. 30.7. Исходный документ с добавленной кнопкой запуска макроса и формулой в ячейке C5 для проверки правильности решения

Добавляем в документ кнопку **Коэф. трения** для запуска надстройки поиска решения (рис. 30.7).

Кроме кнопки, в документе в ячейку C5 введена формула **=TAN(B4)** для проверки корректности найденного решения (в этом случае значения в ячейках B5 и C5 должны совпадать), а также заменяем формулу в ячейке B9 на **=B5*B3*B6*COS(B4)**. Теперь в этой ячейке вычисляется не просто сила трения, а сила трения скольжения — такое значение у силы трения будет только при соскальзывании тела с плоскости.

Программный код для макроса, запускаемого при щелчке кнопки **Коэф. трения**, представлен в листинге 30.1.

Листинг 30.1. Программный код макроса mu ()

```
Sub mu()  
    SolverReset  
    SolverOk SetCell:="B9", MaxMinVal:="1", ByChange:="B5"  
    SolverAdd CellRef:="B7", Relation:="2", FormulaText:="0"  
    SolverSolve UserFinish:=True  
End Sub
```

В соответствии с этим программным кодом, значение в ячейке **B5** изменяется таким образом, чтобы значение силы трения в ячейке **B9** принимало наибольшее возможное значение (команда SolverOk SetCell:="B9", MaxMinVal:="1", ByChange:="B5"). Поскольку соответствующее выражение пропорционально коэффициенту трения, последний можно было бы увеличивать до бесконечности, при этом увеличивалось бы и значение силы трения (скольжения). Поэтому необходимо наложить ограничение, состоящее в том, что ускорение тела равно нулю (команда SolverAdd CellRef:="B7", Relation:="2", FormulaText:="0").

Для решения задачи достаточно щелкнуть кнопку **Коеф. трения** в документе. Результат показан на рис. 30.8.

B9		fx		=B5*B3*B6*COS(B4)	
	A	B	C	D	
1	Пример 30.2. Вычисление коэффициента трения				
2					
3	Масса тела m	0,3	кг	Коеф. трения	
4	Угол наклона α	0,5235988	рад		
5	Коэффициент трения μ	0,5773503	0,57735027		
6	Ускорение свободного падения g	9,8	м/с^2		
7	Ускорение a	-1,702E-14	м/с^2		
8	Результирующая сила	-5,107E-15	Н		
9	Сила трения скольжения F	1,47	Н		
10					

Рис. 30.8. Результат вычисления коэффициента трения

Найденное с помощью надстройки решение совпадает со значением коэффициента трения, рассчитанного по известной формуле. Можно также проверить, что полученное решение не зависит от массы тела, находящегося на плоскости. Для этого меняем значение в ячейке **B3** и щелкаем кнопку **Коеф. трения**. Результат показан на рис. 30.9.

B5		fx		0,577350269189628	
	A	B	C	D	
1	Пример 30.2. Вычисление коэффициента трения				
2					
3	Масса тела m	2	кг	Коеф. трения	
4	Угол наклона α	0,5235988	рад		
5	Коэффициент трения μ	0,5773503	0,57735027		
6	Ускорение свободного падения g	9,8	м/с^2		
7	Ускорение a	-1,688E-14	м/с^2		
8	Результирующая сила	-3,375E-14	Н		
9	Сила трения скольжения F	9,8	Н		
10					

Рис. 30.9. Результат не зависит от значения массы тела на плоскости

Значение для коэффициента трения при этом не меняется. Таким же образом легко показать, что решение не зависит от значения для ускорения свободного падения. Однако не следует забывать, что хотя конечный результат от указанных параметров не зависит, в соответствующие ячейки следует вводить разумные значения: приложение Excel для символьных вычислений не предназначено.

Пример 30.3. Электрон во внешнем поле

Решим следующую задачу: в область действия внешнего однородного стационарного электрического поля с напряженностью $E = 1$ В/м влетает заряженная частица массой $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг и зарядом $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл (параметры частицы совпадают с соответствующими параметрами электрона, с точностью до знака заряда) с начальной скоростью $V_0 = 1$ м/с, направленной перпендикулярно вектору напряженности электрического поля. Необходимо определить закон движения частицы.

Прежде чем непосредственно приступить к решению задачи, следует выбрать координатную систему, в которой будем определять траекторию и закон движения частицы. Поместим начало координатной системы в точке попадания частицы в область действия поля. Это автоматически означает, что начальные координаты частицы равны нулю. Далее, координатную ось Ox выберем в направлении вектора начальной скорости, а ось Oy направим вдоль вектора напряженности электрического поля. Поэтому компонента начальной скорости вдоль оси Ox определяется начальной скоростью частицы (модулем), а компонента начальной скорости вдоль оси Oy равна нулю. Очевидно также, что движение частицы будет иметь место в плоскости xu , поэтому z -координату не рассматриваем вообще.

Исходные данные, которые будем использовать в расчетах, заносим в рабочий документ Excel (рис. 30.10).

	A	B	C
1	Пример 30.3. Электрон во внешнем поле		
2			
3	Масса частицы $m =$	9,10E-31	кг
4	Заряд частицы $q =$	1,60E-19	Кл
5	Напряженность поля $E =$	1	В/м
6	Начальная скорость $V_{0x} =$	1	м/с
7	Начальная скорость $V_{0y} =$	0	м/с
8			

Рис. 30.10. Документ с исходными данными для расчетов

Таблица 30.1 дает представление о том, какие значения и в какие ячейки были введены в документ.

Таблица 30.1. Исходные данные задачи

Ячейка	Значение	Комментарий
B3	9,1E-31	Масса частицы
B4	1,6E-19	Заряд частицы
B5	1	Напряженность электрического поля
B6	1	Составляющая начальной скорости вдоль оси Ox
B7	0	Составляющая начальной скорости вдоль оси Oy

На основе этих данных будет рассчитываться траектория движения частицы. В общем случае для этого следовало бы решать систему уравнений Ньютона, т. е. систему дифференциальных уравнений второго порядка. Однако в данном случае воспользуемся относительной простотой решаемой задачи и пойдем более простым путем. Так, примем во внимание, что единственная сила, которая действует на частицу, связана с наличием электрического поля. Действующая на частицу сила, очевидно, равна $F = qE$, она постоянна, поэтому у частицы будет постоянное ускорение $a = qE/m$ (компонента ускорения вдоль оси действия поля Oy , а вдоль оси Ox силы на частицу не действуют и ускорение вдоль этой оси равно нулю).

Для равноускоренного движения зависимость координаты от времени дается соотношением $s(t) = at^2/2 + V_0t$ (при условии, что в начальный момент координата равна нулю), а скорость определяется равенством $V(t) = V_0 + at$, где через V_0 обозначена начальная скорость. На основе этих соотношений будем искать траекторию частицы. Фактически задача сводится к тому, чтобы вычислить ускорение частицы. На рис. 30.11 показан рабочий документ в процессе ввода формул, необходимых для вычисления сил, ускорений, скоростей и координат частицы.

Более детальные комментарии приведены в табл. 30.2.

B11		f_x	=B\$4*B\$5
	A	B	C
1	Пример 30.3. Электрон во внешнем поле		
2			
3	Масса частицы	m =	9,10E-31 кг
4	Заряд частицы	q =	1,60E-19 Кл
5	Напряженность поля	E =	1 В/м
6	Начальная скорость	V0x =	1 м/с
7	Начальная скорость	V0y =	0 м/с
8			
9	Время	t =	0,00E+00 1,00E-06
10	Сила	Fx =	0
11	Сила	Fy =	1.6E-19
12	Ускорение	ax =	0
13	Ускорение	ay =	1,75824E+11
14	Скорость	Vx =	1
15	Скорость	Vy =	0
16	Координата	x =	0
17	Координата	y =	0
18			

Рис. 30.11. Ввод формул для вычисления скорости и координат частицы

Таблица 30.2. Ввод формул для вычисления координат и скорости частицы

Ячейка	Формула	Комментарий
B9	0	Начальный момент времени
B10	=0	Компонента действующей на частицу силы вдоль оси Ox. Поскольку вдоль этой оси силы на частицу не действуют, вводим нулевое значение. Однако чтобы в дальнейшем при копировании не активизировался механизм автоматического заполнения, нулевое значение вводится в виде формулы

Таблица 30.2 (окончание)

Ячейка	Формула	Комментарий
B11	=B\$4*B\$5	Сила, действующая на частицу вдоль оси Oy. Сила равна произведению заряда частицы на напряженность электрического поля
B12	=B10/B\$3	Ускорение вдоль оси Ox. Определяется как отношение компоненты вдоль этой оси силы, действующей на частицу, к массе частицы. Ускорение тождественно равно нулю, поскольку компонента силы равна нулю
B13	=B11/B\$3	Ускорение вдоль оси Oy. Равно отношению силы (проекции силы на ось) к массе частицы
B14	=B\$6+B12*B\$9	Компонента скорости частицы вдоль оси Ox в зависимости от времени. Равна сумме начальной скорости и произведения ускорения на время. Ссылка на ячейку времени является смешанной, чтобы данную формулу можно было скопировать в нижнюю ячейку
B15	=B\$7+B13*B\$9	То же, что и в предыдущем случае, но только для оси Oy
B16	=B12*B\$9^2+B\$6*B\$9	Зависимость x-координаты от времени. Определяется как половинное произведение квадрата времени на ускорение плюс произведение начальной скорости на время
B17	=B13*B\$9^2+B\$7*B\$9	То же, что и в предыдущем случае, но для y-координаты

Ячейки **B10:B17** выделяются и копируются в ячейки **C10:C17**. В ячейку **C9** вводится значение для следующего момента времени. Это, фактически, шаг дискретности по времени. В данном случае вводим в ячейку **C9** значение **1E-6**, т. е. 10^{-6} (рис. 30.12).

B17		fx		=B13*B\$9^2+B\$7*B\$9	
	A	B	C	D	E
1	Пример 30.3. Электрон во внешнем поле				
2					
3	Масса частицы	m =	9,10E-31	кг	
4	Заряд частицы	q =	1,60E-19	Кл	
5	Напряженность поля	E =	1	В/м	
6	Начальная скорость V0x =		1	м/с	
7	Начальная скорость V0y =		0	м/с	
8					
9	Время	t =	0,00E+00	1,00E-06	
10	Сила	Fx =	0,00E+00	0,00E+00	
11	Сила	Fy =	1,60E-19	1,60E-19	
12	Ускорение	ax =	0,00E+00	0,00E+00	
13	Ускорение	ay =	1,76E+11	1,76E+11	
14	Скорость	Vx =	1,00E+00	1,00E+00	
15	Скорость	Vy =	0,00E+00	1,76E+05	
16	Координата	x =	0,00E+00	1,00E-06	
17	Координата	y =	0,00E+00	1,76E-01	
18					

Рис. 30.12. Заполнение диапазона ячеек путем копирования

Далее выделяем ячейки **B9:C17** и в режиме автоматического заполнения захватываем диапазон ячеек **B9:L17** (можно и больше — все зависит от того, для какого промежутка времени следует устанавливать зависимость координат и скоростей). Практически готовый документ показан на рис. 30.13.

Стоит обратить внимание на ячейки **B14:L14**. В них определена зависимость скорости частицы вдоль оси Ox . Видим, что скорость не меняется, как и должно быть: вдоль этой оси на частицу силы не действуют.

На основании полученных данных построим несколько диаграмм. На рис. 30.14 показана зависимость x -координаты от времени.

	B14												
1	Пример 30.3. Электрон во внешнем поле												
2													
3	Масса частицы m	=	9,10E-31	кг									
4	Заряд частицы q	=	1,60E-19	Кл									
5	Напряженность поля E	=	1	В/м									
6	Начальная скорость V_{0x}	=	1	м/с									
7	Начальная скорость V_{0y}	=	0	м/с									
8													
9	Время t	=	0,00E+00	1,00E-06	2,00E-06	3,00E-06	4,00E-06	5,00E-06	6,00E-06	7,00E-06	8,00E-06	9,00E-06	1,00E-05
10	Сила F_x	=	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
11	Сила F_y	=	1,60E-19	1,60E-19	1,60E-19	1,60E-19	1,60E-19	1,60E-19	1,60E-19	1,60E-19	1,60E-19	1,60E-19	1,60E-19
12	Ускорение a_x	=	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
13	Ускорение a_y	=	1,76E+11	1,76E+11	1,76E+11	1,76E+11	1,76E+11	1,76E+11	1,76E+11	1,76E+11	1,76E+11	1,76E+11	1,76E+11
14	Скорость V_x	=	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
15	Скорость V_y	=	0,00E+00	1,76E+05	3,52E+05	5,27E+05	7,03E+05	8,79E+05	1,05E+06	1,23E+06	1,41E+06	1,58E+06	1,76E+06
16	Координата x	=	0,00E+00	1,00E-06	2,00E-06	3,00E-06	4,00E-06	5,00E-06	6,00E-06	7,00E-06	8,00E-06	9,00E-06	1,00E-05
17	Координата y	=	0,00E+00	1,76E-01	7,03E-01	1,58E+00	2,81E+00	4,40E+00	6,33E+00	8,62E+00	1,13E+01	1,42E+01	1,76E+01
18													

Рис. 30.13. Данные о координате и скорости частицы в разные моменты времени

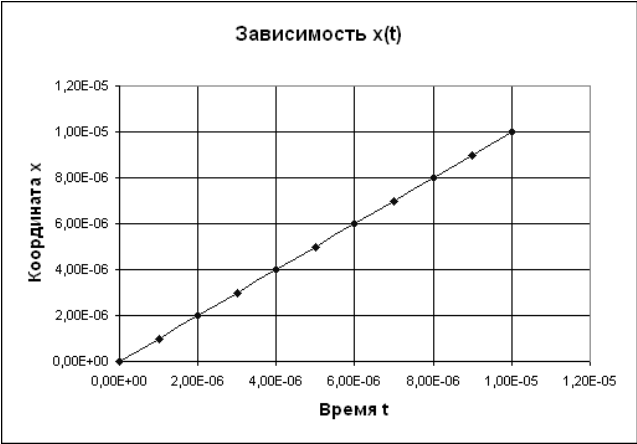


Рис. 30.14. Зависимость x -координаты частицы от времени

Для построения диаграммы использовались данные в ячейках **B9:L9** (временной ряд) и **B16:L16** (значения x -координаты). Зависимость линейная, что соответствует движению с постоянной скоростью.

На основании данных в ячейках **B9:L9** и **B17:L17** строим зависимость y -координаты от времени (рис. 30.15).

Зависимость параболическая, и это качественный признак равноускоренного движения. Наконец, траекторию частицы, т. е. зависимость $y(x)$ (или $x(y)$), строим, используя данные в ячейках **B16:L16** и **B17:L17**. Несложно догадаться, что траектория имеет вид параболы (рис. 30.16).

Причем точками на траектории отмечены положения частицы в фиксированные моменты времени (те, что определяются значениями в ячейках **B9:L9**).

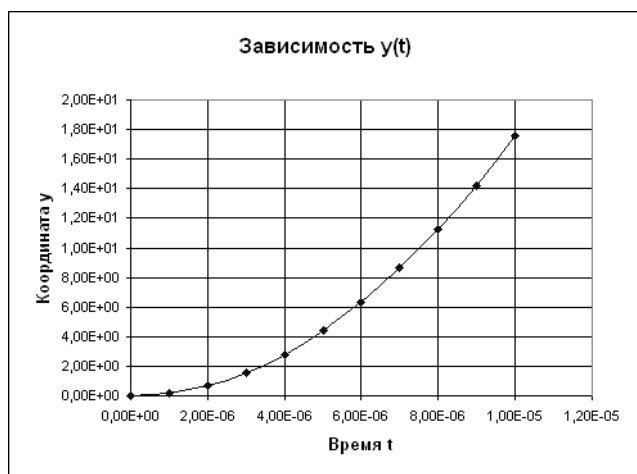


Рис. 30.15. Зависимость y -координаты частицы от времени

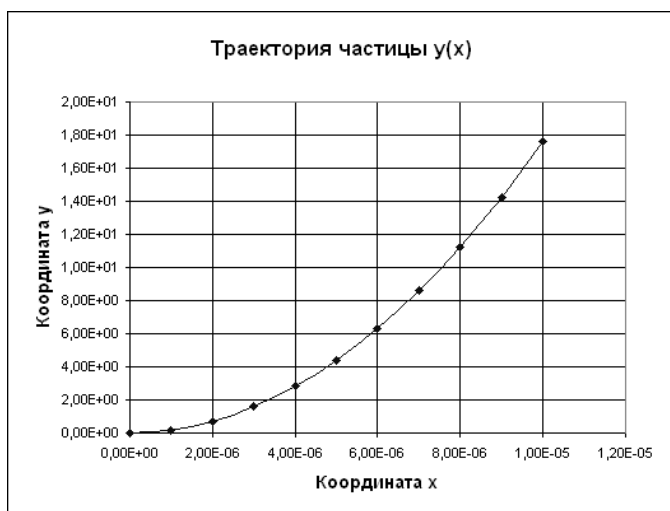


Рис. 30.16. Траектория частицы

Напомним еще раз, что использованный здесь подход существенно базируется на предположении, что частица движется с постоянным ускорением. Если это не так, следует использовать иные методы поиска решения.

Пример 30.4. Увеличение собирающей линзы

Рассмотрим задачу об увеличении изображения предмета (по отношению к его оригинальным размерам), создаваемого тонкой собирающей линзой. Ход лучей в линзе представлен на рис. 30.17 (рисунок выполнен и размещен в рабочем листе Excel).

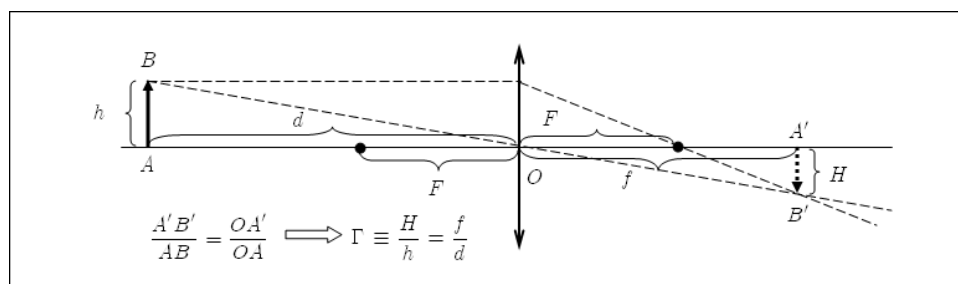


Рис. 30.17. Ход лучей через собирающую линзу

Линза изображена в виде двунаправленной стрелки в центре. Оптический центр обозначен буквой O . Предмет AB размещен слева от линзы. Изображение предмета $A'B'$ находится справа от линзы. Для построения изображения необходимо знать фокусное расстояние линзы F . На рис. 30.17 фокусы линзы обозначены крупными точками (расстояние от такой точки до оптического центра линзы есть фокусное расстояние). Напомним два правила, согласно которым выполняются построения.

- Луч, проходящий через оптический центр линзы, не преломляется.
- Луч, параллельный оптической оси линзы, преломляется так, что проходит через фокус линзы.

Строим два луча, выходящие из точки B . Первый луч BO проходит через оптический центр линзы, не преломляясь. Второй направлен параллельно оптической оси и после преломления проходит через фокус линзы. Пересечение этих лучей в правой части относительно линзы дает точку изображения B' .

Увеличение Γ рассчитывается как отношение линейных (поперечных) размеров изображения предмета к размерам предмета. Из подобия треугольников ABO и $A'B'O$ (см. рис. 30.17) следует, что $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$, и поэтому $\Gamma \equiv \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$.

Удобно также воспользоваться формулой тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, связывающей фокусное расстояние F с расстоянием от линзы до предмета d и расстоянием от линзы до изображения этого предмета f . Из этого соотношения можно найти расстояние до изображения $f = \frac{1}{1/F - 1/d} = \frac{Fd}{d - F}$. Этим соотношением воспользуемся для вычисления параметра f . Далее вычисляется увеличение Γ , а размер изображения H (при известном размере предмета h) может быть вычислен как $H = \Gamma h$. Документ с вычислениями показан на рис. 30.18.

B8		f_x	=B6/B4
	A	B	C
1	Пример 30.4. Увеличение собирающей линзы		
2			
3	Фокусное расстояние	F =	20 см
4	Расстояние до предмета	d =	30 см
5	Высота предмета	h =	10 см
6	Расстояние до изображения	f =	60 см
7	Высота изображения	H =	20 см
8	Увеличение изображения	Γ =	2
9			

Рис. 30.18. Вычисление увеличения собирающей линзы

В ячейку **B3** вводим фокусное расстояние линзы, расстояние до предмета вводим в ячейку **B4**, а высота предмета указывается в ячейке **B5**. Все значения указаны в сантиметрах.

Расстояние до изображения вычисляем в ячейке **B6** по формуле $=1/(1/B3-1/B4)$. Увеличение рассчитываем по формуле $=B6/B4$ в ячейке **B8**, а размер изображения в ячейке **B7** можно вычислить, воспользовавшись формулой $=B8*B5$.

Пример 30.5. Продольное увеличение линзы

В предыдущем примере вычислялся коэффициент увеличения поперечных размеров предмета. Продольное увеличение вычисляется иначе. Рассмотрим ситуацию, когда тонкий предмет размещен вдоль оптической оси линзы (рис. 30.19).

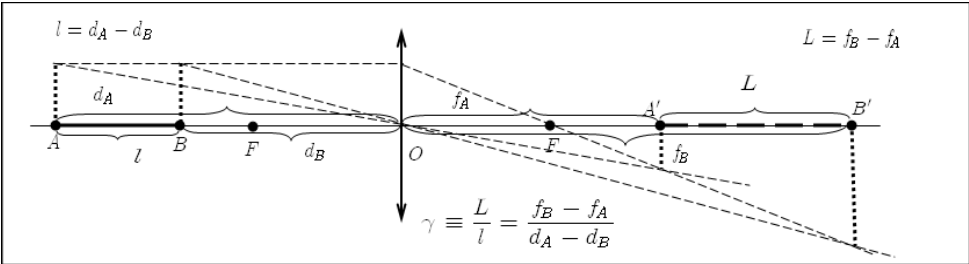


Рис. 30.19. Увеличение продольных размеров изображения

Как и ранее, рисунок выполнен средствами Excel. Предмет обозначен в виде отрезка AB слева от линзы. Изображение предмета представлено в виде отрезка $A'B'$ справа от линзы. Геометрические построения можно провести описанными ранее методами, если из граничных точек предмета провести перпендикулярные отрезки и найти изображения верхних точек этих отрезков (см. рис. 30.19).

Для вычисления увеличения γ необходимо рассчитать отношение длины изображения предмета L к длине предмета l : $\gamma = L/l$. Длина предмета l равна разности расстояний d_A и d_B от граничных точек предмета до линзы: $l = d_A - d_B$. Длина изображения L определяется как разность расстояний от линзы до граничных точек изображения предмета f_B и f_A : $L = f_B - f_A$. Расстояния до точек изображения могут быть вычислены на основе формулы линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$. Результаты вычислений представлены на рис. 30.20.

B10		f_x	=B9/B6
	A	B	C
1	Пример 30.5. Продольное увеличение линзы		
2			
3	Фокусное расстояние F	20	см
4	Расстояние до точки A	40	см
5	Расстояние до точки B	30	см
6	Длина предмета l	10	см
7	Расстояние до изображения точки A	40	см
8	Расстояние до изображения точки B	60	см
9	Длина изображения L	20	см
10	Увеличение изображения	2	
11			

Рис. 30.20. Вычисление увеличения продольных размеров предмета

В ячейку **B3** вводится фокусное расстояние (в сантиметрах). Расстояния до граничных точек предмета вводим в ячейки **B4** и **B5**. Длина предмета вычисляется в ячейке **B6** по формуле $=B4-B5$. Расстояния до граничных точек изображения вычисляем по формулам $=1/(1/\$B\$3-1/B4)$ (ячейка **B7**) и $=1/(1/\$B\$3-1/B5)$ (ячейка **B8**). Длина изображения дается формулой $=B8-B7$ в ячейке **B9**. Наконец, продольное увеличение вычисляем в ячейке **B10** по формуле $=B9/B6$.

Пример 30.6. Давление идеального газа

Воспользуемся уравнением состояния идеального газа для определения его давления при известном объеме, температуре, массе и молярной массе газа. Более конкретно, вычислим давление *1 грамма* (в системе СИ это $0,001$ кг) молекулярного кислорода, занимающего при температуре *400 К* объем *250 литров* (в системе СИ это $0,00025$ м куб.). Молярная масса молекулярного кислорода равна $0,032$ кг/моль.

Для решения задачи достаточно воспользоваться уравнением состояния идеального газа, которое имеет вид $PV = \frac{m}{M}RT$, где обозначено: P — давление, V — объем,

m — масса газа, M — молярная масса, T — температура, R — универсальная газовая постоянная, равная $8,31 \text{ Дж/моль К}$. Поэтому давление, при известных всех прочих параметрах, может быть вычислено по формуле $P = \frac{m}{MV}RT$. Решение этой задачи в документе Excel приведено на рис. 30.21.

В ячейки **B4:B8** последовательно вводятся значения (в системе единиц СИ) для объема, температуры, массы, молярной массы и газовая постоянная. Давление вычисляется в ячейке **B9** по формуле **=B6*B8*B5/B4/B7**.

B9		fx		=B6*B8*B5/B4/B7	
	A		B		C
1	Пример 30.6. Давление идеального газа				
2					
3	Дано		Значение		Размерность
4	Объем	V =	0,00025		м³
5	Температура	T =	400		К
6	Масса газа	m =	0,001		кг
7	Молярная масса	M =	0,032		кг/моль
8	Газовая постоянная	R =	8,31		Дж/моль К
9	Давление	P =	415500		Па
10					

Рис. 30.21. Вычисление давления газа

Пример 30.7. Объем тела под поршнем

Для решения следующей задачи также придется воспользоваться уравнением состояния идеального газа. Задача формулируется следующим образом. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ (объем $V_1 = 10$ литров и давление $P_1 = 1,5$ кПа). Туда же помещено сыпучее вещество неизвестного объема. Нужно определить объем сыпучего вещества под поршнем V , если известно, что при изотермическом сжатии газа до объема $V_2 = 8$ литров давление увеличивается до $P_2 = 2,1$ кПа (во всех случаях подразумевается объем под поршнем, рис. 30.22).

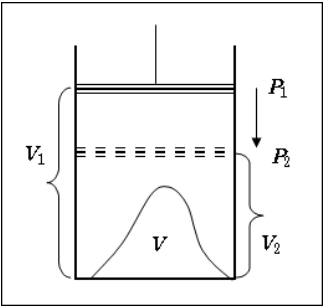


Рис. 30.22. Сыпучее вещество под поршнем

Воспользовавшись уравнением состояния идеального газа, можем записать для начального состояния в виде $P_1(V_1 - V) = \frac{m}{M}RT$. Здесь принято во внимание, что газ занимает не весь объем под поршнем, а только тот, что не занят сыпучим веществом. Аналогично, в конечном состоянии имеем $P_2(V_2 - V) = \frac{m}{M}RT$. Учитывая неизменность температуры, приходим к выводу, что $P_1(V_1 - V) = P_2(V_2 - V)$. Отсюда легко находим $V = \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{P_1 - P_2}$. Этой формулой можем воспользоваться для вычисления объема сыпучего вещества (рис. 30.23).

	B9					
						$= (B4*B7 - B5*B8) / (B4 - B5)$
	A	B	C	D	E	F
1	Пример 30.7. Объем тела под поршнем					
2						
3	Давление					
4	Начальный	P ₁	1,5	кПа		
5	Конечный	P ₂	2,1	кПа		
6	Объем					
7	Начальный	V ₁	10	л		
8	Конечный	V ₂	8	л		
9	Вещества	V	3	л		
10						

Рис. 30.23. Вычисление объема сыпучего вещества под поршнем

Объем вычисляется в ячейке **B9** по формуле $= (B4*B7 - B5*B8) / (B4 - B5)$. В ячейки **B4** и **B5** вводится начальное и конечное давление, а в ячейки **B7** и **B8** занесены значения объемов под поршнем в начальном и конечном состоянии.

Можно подойти к решению задачи с несколько иных позиций, воспользовавшись для этого специально созданным макросом.

Внесем изменения в рабочий документ, так что он будет выглядеть, как на рис. 30.24.

Формула из ячейки **B9** удаляется (в качестве начального приближения можно ввести нулевое значение), а в ячейки **B11** и **B12** вводятся соответственно формулы $=B4*(B7-\$B\$9)$ и $=B5*(B8-\$B\$9)$ (формула может быть скопирована из ячейки **B11**). Этими формулами дается значение произведения объема газа на давление. Поскольку процесс происходит изотермически, произведение объема на давление должно оставаться постоянным. Поэтому если объем сыпучего вещества в ячейке **B9** указан правильно, то значения в ячейках **B11** и **B12** должны совпадать.

В документ также добавлена кнопка, которой присвоен макрос Volume_V(), код которого приведен в листинге 30.2.

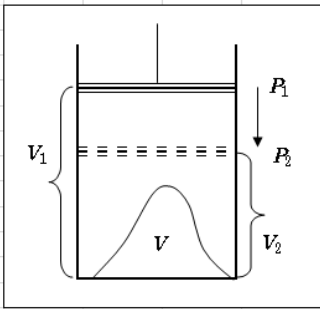
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Пример 30.7. Объем тела под поршнем									
2										
3	Давление									
4	Начальный	P_1	1,5	кПа						
5	Конечный	P_2	2,1	кПа						
6	Объем									
7	Начальный	V_1	10	л						
8	Конечный	V_2	8	л						
9	Вещества	V	0	л						
10	Произведение давления на объем									
11	$P_1(V_1 - V)$		15	кПа л						
12	$P_2(V_2 - V)$		16,8	кПа л						
13	Вычислить объем вещества V									
14										
15										
16										

Рис. 30.24. Решение задачи с помощью макроса

Листинг 30.2. Программный код макроса Volume_V()

```

Sub Volume_V()
    SolverReset
    SolverOk SetCell:="B9", MaxMinVal:="1", ByChange:="B9"
    SolverAdd CellRef:="B11", Relation:="2", FormulaText:="B12"
    SolverSolve UserFinish:=True
End Sub

```

Этим макросом запускается надстройка **Поиск решения**. Изменяемой является ячейка **B9**, а добиться нужно максимума значения в этой ячейке, хотя это и формальность, поскольку главным является дополнительное условие — равенство значений в ячейках **B11** и **B12**.

После щелчка по кнопке получаем результат, как на рис. 30.25.

B9		fx		3,000000000000007	
	A	B	C	D	E
1	Пример 30.7. Объем тела под поршнем				
2					
3	Давление				
4	Начальный	P ₁	1,5	кПа	
5	Конечный	P ₂	2,1	кПа	
6	Объем				
7	Начальный	V ₁	10	л	
8	Конечный	V ₂	8	л	
9	Вещества	V	3	л	
10	Произведение давления на объем				
11	P ₁ (V ₁ -V)		10,5	кПа л	
12	P ₂ (V ₂ -V)		10,5	кПа л	
13	Вычислить объем вещества V				
14					
15					

Рис. 30.25. Объем сыпучего вещества вычислен с помощью макроса

Найдено то же решение, что и в предыдущем случае. Что касается использованного подхода, то он достаточно стереотипен и эффективен при решении многих задач.

Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов

Решим задачу о вычислении сопротивления двух резисторов R_1 и R_2 , если известно, что при последовательном соединении этих резисторов сопротивление равно $R = 16$ Ом, а при параллельном соединении резисторов их общее сопротивление равно $r = 3$ Ом.

Задача достаточно простая. Следует найти решение системы уравнений $R = R_1 + R_2$ (правило вычисления сопротивления последовательно соединенных резисторов) и

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

(правило вычисления сопротивления параллельно соединенных резисторов).

Последнее соотношение дает $r = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$. Первую попытку решить задачу

в Excel попытаемся сделать, основываясь исключительно на приведенных выше соотношениях. Для этого в рабочий документ в ячейку **C4** введем значение сопротивления для последовательного соединения резисторов, а в ячейку **C5** — значение сопротивления для параллельного сопротивления резисторов. В ячейки **B6** и **B7** вводятся начальные пробные значения искомых сопротивлений. По этим пробным значениям в ячейке **B4** по формуле **=B6+B7** вычисляем сопротивление двух последовательно соединенных резисторов, а сопротивление параллельно соединенных резисторов вычислим с помощью формулы **=B6*B7/(B6+B7)** в ячейке **B5**. Таким образом, если значения в ячейках **B6** и **B7** указаны правильно, то значения в ячейках **B4:B5** и **C4:C5** должны совпадать (рис. 30.26).

B5		fx		=B6*B7/(B6+B7)	
	A	B	C	D	
1	Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов				
2					
3	Сопротивление	Значение	Дано		
4	Последовательное соединение	R (Ом)	10	16	
5	Параллельное соединение	r (Ом)	1,6	3	
6	Сопротивление	R1 (Ом)	8	Вычислить	
7	Сопротивление	R2 (Ом)	2		
8					
9					

Рис. 30.26. Документ для вычисления сопротивления резисторов с начальными значениями

Осталось только вычислить эти правильные значения. Сделаем это с помощью надстройки **Поиск решения**, которую будем вызывать через макрос. Для запуска

макроса в документе размещаем специальную кнопку **Вычислить**. После щелчка по кнопке получаем результат, как на рис. 30.27.

B4		fx		=B6+B7	
	A	B	C		
1	Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов				
2					
3	Сопротивление		Значение	Дано	
4	Последовательное соединение R (Ом)		16	16	
5	Параллельное соединение r (Ом)		3,000000174	3	
6	Сопротивление R1 (Ом)		11,99999965	Вычислить	
7	Сопротивление R2 (Ом)		4,000000349		
8					

Рис. 30.27. Результат вычисления сопротивлений

Если учесть, что точным решением являются значения в 4 и 12 Ом для сопротивлений резисторов, то результат достаточно неплохой. Достигается он с помощью макроса Resist(), программный код которого приведен в листинге 30.3.

Листинг 30.3. Программный код макроса Resist()

```
Sub Resist()  
    SolverReset  
    SolverOk SetCell:="B6", MaxMinVal:="1", ByChange:="B6:B7"  
    SolverAdd CellRef:="B4:B5", Relation:="2", FormulaText:="C4:C5"  
    SolverSolve UserFinish:=True  
    'SolverSolve UserFinish:=False  
End Sub
```

Код если и требует каких-то комментариев, то только в отношении целевой ячейки. В данном случае путем изменения ячеек **B6:B7** ищется максимум значения в ячейке **B6**, которая, к слову, от значений в ячейках **B6:B7** вообще никак не зависит. Поэтому проблема сводится к выполнению дополнительного ограничения: должны совпадать ячейки **B4:B5** и **C4:C5**.

Наличие закомментированной последней команды объясняется причинами прозаичными и достаточно печальными. Начнем издалека. Введем в качестве начальных приближений для сопротивлений резисторов одинаковые величины. На рис. 30.28 в ячейки **B6** и **B7** введено значение **4**.

Попытка найти решение обычным щелчком кнопки **Вычислить** хотя и приводит к изменению значений в ячейках **B4** и **B5**, тем не менее очевидно, что это неправильное решение (рис. 30.29).

В том, что это так, можно убедиться, поменяв местами в коде макроса Resist() две последние команды (заменить команду SolverSolve UserFinish:=True на SolverSolve UserFinish:=False). Как следствие, после щелчка по кнопке **Вычислить**

перед подтверждением результатов вычислений выводится окно отчета. Для указанных начальных значений в окне **Результаты поиска решения** недвусмысленно сказано, что решение найти не удалось (рис. 30.30).

	A	B	C
1	Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов		
2			
3	Сопротивление	Значение	Дано
4	Последовательное соединение R (Ом)	8	16
5	Параллельное соединение r (Ом)	2	3
6	Сопротивление R ₁ (Ом)	4	Вычислить
7	Сопротивление R ₂ (Ом)	4	
8			
9			

Рис. 30.28. Одинаковые начальные значения для резисторов перед началом вычислений

	A	B	C
1	Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов		
2			
3	Сопротивление	Значение	Дано
4	Последовательное соединение R (Ом)	12	16
5	Параллельное соединение r (Ом)	3	3
6	Сопротивление R ₁ (Ом)	6	Вычислить
7	Сопротивление R ₂ (Ом)	6	
8			

Рис. 30.29. Решение найдено неправильно

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов								
2									
3	Сопротивление	Значение	Дано						
4	Последовательное соединение R (Ом)	12	16						
5	Параллельное соединение r (Ом)	3	3						
6	Сопротивление R ₁ (Ом)	6	Вычислить						
7	Сопротивление R ₂ (Ом)	6							
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									

Результаты поиска решения

В ходе поиска не удалось найти допустимого решения.

☒ Сохранить найденное решение

☐ Восстановить исходные значения

☐ Вернуться в диалоговое окно параметров

Отчеты

Допустимость

Границы допустимости

☐ Отчеты по

ОК

Отмена

Сохранить сценарий...

В ходе поиска не удалось найти допустимого решения.

!

В ходе поиска решения не удается найти точку, для которой выполняются все ограничения.

Рис. 30.30. Код макроса для кнопки изменен так, чтобы после выполнения вычислений появлялось окно отчета **Результаты поиска решения**

Причина такой избирательности утилиты поиска решения к начальным условиям для поиска связана, в первую очередь, с существенной нелинейностью в соотношениях между изменяемыми ячейками и ячейками, на которые накладываются ограничения. Другими словами, используемые при поиске решения алгоритмы неприменимы или применимы с ограничениями к зависимостям указанного типа. Это достаточно распространенная ситуация: если методы расчета неизвестны, нельзя быть уверенным в том, что решение будет найдено. Кроме того, задача имеет два решения: при взаимной замене значений сопротивлений резисторов для последовательного и параллельного соединений ничего не меняется. Данный факт также не добавляет оптимизма.

Выход можно искать либо в принципиально ином способе поиска решения, либо следует несколько видоизменить структуру документа, чтобы связи между ячейками были проще. Здесь пойдем вторым путем. В частности, в ячейку **B7** введем формулу $=1/(1/C5-1/B6)$. В результате начальное приближение придется вводить только для ячейки **B6**. В ячейке **B7** значение рассчитывается автоматически, и автоматически выполняется условие равенства значений в ячейках **B5** и **C5** (рис. 30.31).

В этом случае даже при одинаковых начальных значениях (в ячейку **B6** введено значение **6**, вычисляемое значение в ячейке **B7** при этом также равняется **6**) решение задачи вычисляется корректно (рис. 30.32).

B7		fx		=1/(1/C5-1/B6)	
	A	B	C		
1	Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов				
2					
3	Сопротивление	Значение	Дано		
4	Последовательное соединение R (Om)	12	16		
5	Параллельное соединение r (Om)	3	3		
6	Сопротивление R1 (Om)	6			
7	Сопротивление R2 (Om)	6		Вычислить	
8					
9					

Рис. 30.31. В измененном документе перед вычислением сопротивлений введены одинаковые начальные приближения

	A	B	C		
1	Пример 30.8. Вычисление сопротивления резисторов				
2					
3	Сопротивление	Значение	Дано		
4	Последовательное соединение R (Om)	16,00000001	16		
5	Параллельное соединение r (Om)	3	3		
6	Сопротивление R1 (Om)	12,000000012			
7	Сопротивление R2 (Om)	3,999999987		Вычислить	
8					

Рис. 30.32. Результат найден правильно

При этом в программный код макроса были внесены незначительные изменения. Для удобства изменено и название макроса на `Resist2()`. Код макроса приведен в листинге 30.4.

Листинг 30.4. Программный код макроса Sub Resist2()

```
Sub Resist2()  
    SolverReset  
    SolverOk SetCell:="B4", MaxMinVal:="1", ByChange:="B6"  
    SolverAdd CellRef:="B4", Relation:="2", FormulaText:="C4"  
    'SolverSolve UserFinish:=True  
    SolverSolve UserFinish:=False  
End Sub
```

Однако следует признать, что полностью это проблему не решает. Несложно подобрать такое начальное значение в ячейке **B6**, что метод не сработает. Иные подходы обсуждаются в следующих примерах.

Пример 30.9. Вычисление внутреннего сопротивления

Задача формулируется следующим образом: имеется батарея, для которой требуется вычислить ЭДС и внутреннее сопротивление, если известно, что при замыкании клемм батареи на внешнее сопротивление $R_1 = 10$ Ом в цепи течет ток $I_1 = 6$ А, а при замыкании на внешнее сопротивление $R_2 = 7$ Ом в цепи течет ток $I_2 = 8$ А.

Ток в цепи I связан с ЭДС батареи E , ее внутренним сопротивлением r и внешним сопротивлением R соотношением $I = \frac{E}{R + r}$. Таким образом, имеем два уравнения с двумя неизвестными величинами.

Для решения этой задачи в Excel воспользуемся циклическими ссылками. В ячейки **B4:B7** вводим значения для токов и внешних сопротивлений, в ячейку **B8** вводим формулу `=B9/B5-B7` для вычисления внутреннего сопротивления (использовано соотношение $r = E/I_2 - R_2$), а в ячейку **B9** вводим формулу `=B4*(B6+B8)` для вычисления ЭДС (использовано соотношение $E = I_1(R_1 + r)$). Результат вычисляется автоматически (рис. 30.33).

Причем если изменить данные в ячейках **B4:B7**, автоматически пересчитываются и значения в ячейках **B8:B9** (рис. 30.34).

Корректность вычислений можно проверить на контрольных значениях: при ЭДС 20 В и внутреннем сопротивлении 1 Ом, замыкание на сопротивление 9 Ом означает силу тока в 2 А, а замыкание на внешнее сопротивление в 3 Ом означает силу

тока в 5 А. Для указанных параметров вычисления проводятся вполне корректно (рис. 30.35).

B9		fx		=B4*(B6+B8)	
	A	B	C	D	
1	Пример 30.9. Вычисление внутреннего сопротивления				
2					
3	Дано:	Значение:	Размерность:		
4	Сила тока	I1	6	А	
5	Сила тока	I2	8	А	
6	Сопротивление	R1	10	Ом	
7	Сопротивление	R2	7	Ом	
8	Внутреннее сопротивление	r	1,999809308	Ом	
9	ЭДС батареи	E	71,99885585	В	
10					

Рис. 30.33. Документ с циклической ссылкой

B8 fx =B9/B5-B7				
	A	B	C	D
1	Пример 30.9. Вычисление внутреннего сопротивления			
2				
3	Дано:	Значение:	Размерность:	
4	Сила тока	I1	7	А
5	Сила тока	I2	8	А
6	Сопротивление	R1	10	Ом
7	Сопротивление	R2	7	Ом
8	Внутреннее сопротивление	r	13,99908429	Ом
9	ЭДС батареи	E	167,99359	В
10				

Рис. 30.34. При изменении исходных данных автоматически меняется результат

	A	B	C	D
1	Пример 30.9. Вычисление внутреннего сопротивления			
2				
3	Дано:	Значение:	Размерность:	
4	Сила тока	I1	2	А
5	Сила тока	I2	5	А
6	Сопротивление	R1	9	Ом
7	Сопротивление	R2	3	Ом
8	Внутреннее сопротивление	r	0,999737859	Ом
9	ЭДС батареи	E	19,99947572	В
10				

Рис. 30.35. В документ введены контрольные значения

Напомним, что для использования циклических ссылок следует предварительно в окне **Параметры Excel** в разделе **Формулы** установить флажок опции **Включить итеративные вычисления**.

Пример 30.10. Определение влажности воздуха

Рассмотрим пример, в котором все вычисления производятся исключительно средствами VBA. Условие задачи формулируется следующим образом. При изменении температуры воздуха давление насыщенного пара меняется со значения $P_1 = 1,8$ кПа до $P_2 = 1,3$ кПа. В начальном состоянии относительная влажность воздуха равна $r_1 = 58\%$. Определить влажность воздуха в конечном состоянии r_2 , если известно, что давление воздуха увеличилось в $k = 1,2$ раза.

Относительная влажность воздуха определяется как отношение давления воздуха к давлению насыщенного водяного пара (при данной температуре). Таким образом, если через P обозначить давление воздуха в начальном состоянии, то в конечном состоянии давление воздуха равно kP . Относительная влажность в начальном состоянии (в относительных единицах) равна $r_1 = P/P_1$, а в конечном состоянии равна $r_2 = kP/P_2$. Исключая из этих уравнений P , находим относительную влажность $r_2 = r_1 k P_1 / P_2$.

Исходные параметры задачи (давление насыщенного пара в начальном и конечном состоянии, относительная влажность, коэффициент изменения давления) вводим в ячейки **B4:B7**, причем к ячейкам **B6:B7** применяем процентный формат (рис. 30.35).

Для вычисления относительной влажности в конечном состоянии (ячейка **B8**) размещаем в документе кнопку **Решить задачу**, для которой присваиваем макрос `mysolver()`. Код макроса приведен в листинге 30.5.

	A	B	C	D
1	Пример 30.10. Определение влажности воздуха			
2				
3	Дано:	Значение:	Размерность:	
4	Давление насыщенного пара	P1	1,8	кПа
5	Давление насыщенного пара	P2	1,3	кПа
6	Влажность воздуха	r1	58%	%
7	Коэффициент увеличения давления пара	k	120%	%
8	Влажность воздуха	r2		%
9	Решить задачу			
10				
11				

Рис. 30.36. Документ с внесенными начальными данными для вычисления влажности воздуха

Листинг 30.5. Программный код макроса `mysolver()`

```

Sub mysolver()
    Dim P1 As Double
    Dim P2 As Double

```

```
Dim r1 As Double
Dim r2 As Double
Dim k As Double
Dim P As Double
P1 = Range("B4").Value
P2 = Range("B5").Value
r1 = Range("B6").Value
k = Range("B7").Value
P = r1 * P1
r2 = k * P / P2
Range("B8").Value = r2
End Sub
```

	A	B	C
1	Пример 30.10. Определение влажности воздуха		
2			
3	Дано:	Значение:	Размерность:
4	Давление насыщенного пара	P1	1,8 кПа
5	Давление насыщенного пара	P2	1,3 кПа
6	Влажность воздуха	r1	58%
7	Коэффициент увеличения давления пара	k	120%
8	Влажность воздуха	r2	96%
9	Решить задачу		
10			

Рис. 30.37. Вычислена влажность воздуха

В макрос вводится ряд переменных (их имена совпадают с использованными ранее обозначениями параметров задачи), которым присваиваются значения из ячеек таблицы. Далее по описанной схеме проводятся вычисления, и значение переменной r2 (относительная влажность в конечном состоянии) присваивается в качестве значения ячейке **B8**. Результат вычислений (после щелчка кнопки **Решить задачу**) показан на рис. 30.37.

К ячейке **B8** предварительно применен процентный формат, поэтому относительная влажность отображается в процентах. Разумеется, это не единственный способ, которым можно решить данную задачу. В частности, можно было бы просто ввести в ячейку **B8** соответствующую формулу.

Предметный указатель компакт-диска

А

Амортизация 146
Анализ данных 124

В

Вектор 110
Внутренняя ставка доходности 135

Д, З, К

Дисперсия 112, 123
Закон распределения 112
Коэффициент корреляции 115, 124

М

Макрос 2, 38, 54, 76
Математическое ожидание 112, 119, 123
Матрица 110
Метод:
 половинного деления 96, 110
 последовательных приближений 101
Модуль 3, 30, 41

П

Пакет анализа 151
Панель быстрого доступа 87
Панель инструментов 28
Плотность распределения 119
Подбор параметра 92
Поиск решения 40, 107, 129, 163
Производственная функция 128

Р

Редактор VBA 25
Рекурсия 45, 50
Ряд 52

С

Ссылка 39
 абсолютная 71, 82, 138
 относительная 71, 82, 138
 циклическая 101, 139
Ставка:
 процента 132, 143, 158
 реинвестирования 137
 финансирования 137
Стандартное отклонение 112
Стоимость инвестиций 132, 140, 160
Сценарий 162

Ф

Факториал 45
Форма 31, 54
Формула массива 17, 111
Функция распределения 119

Ц, Ч

Целевая функция 162
Ценные бумаги 151
Числа Фибоначчи 19, 5