

Microsoft®

Л. В. Рудикова

Excel

ДЛЯ
СТУДЕНТА



Л. В. Рудикова

Microsoft®

Excel

ДЛЯ СТУДЕНТА

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2007

УДК 681.3.06
ББК 32.973.76-018.2
Р83

Рудикова Л. В.

Р83 Microsoft Excel для студента. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 368 с.: ил.

ISBN 978-5-94157-480-3

Рассматриваются математические задачи (работа с массивами, задачи оптимизации, численное решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка и др.), экономические задачи (нахождение платы по процентам, расчет регулярных выплат по займу, оценка эффективности капиталовложений и др.), задачи построения различных графиков и поверхностей, задачи обработки однотипных данных (списков). В книге более 60-ти разобранных примеров и свыше 250-ти задач для самостоятельного решения, даны пошаговые инструкции по профессиональному оформлению рабочего листа, что позволяет использовать книгу не только как учебное пособие, но и как практическое руководство для автоматизации многих прикладных задач пользователей. Материал, представленный в книге, ориентирован на MS Excel 2002, но полностью применим и для MS Excel 2003, MS Excel 2000, MS Excel 97.

Для широкого круга пользователей

УДК 681.3.06
ББК 32.973.76-018.2

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Евгений Рыбаков</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Компьютерная верстка	<i>Ольги Сергиенко</i>
Корректор	<i>Зинаида Дмитриева</i>
Дизайн обложки	<i>Игоря Цырульников</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 25.04.07.

Формат 60×90^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 23.

Доп. тираж 3000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 194354, Санкт-Петербург, ул. Есенина, 5Б.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию № 77.99.02.953.Д.006421.11.04 от 11.11.2004 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 978-5-94157-480-3

© Рудикова Л. В., 2005
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2005

Содержание

Введение	9
Глава 1. Основные приемы работы с Microsoft Excel	11
Окно рабочей книги	11
Работа с листами рабочей книги	14
Работа в групповом режиме	15
Защита рабочего листа и книги	16
Операции с фрагментами таблицы	16
Выделение и перемещение	16
Вставка и удаление ячеек	17
Изменение ширины столбцов и высоты строк	18
Управление файлами	18
Создание новой рабочей книги	18
Открытие существующей рабочей книги	20
Сохранение рабочей книги	20
Закрытие рабочей книги	21
Удаление файла рабочей книги	21
Печать рабочего листа	22
Задания	23
Глава 2. Формулы и функции MS Excel	27
Адресация ячейки	27
Ввод и редактирование данных	29
Автозаполнение	31
Автозамена	32
Правка	32
Примечания	32
Проверка данных	32

Форматы данных.....	33
Пользовательский формат.....	33
Условное форматирование.....	40
Форматирование рабочих листов.....	41
Работа с формулами.....	42
Ссылки на ячейки в формулах.....	43
Ссылка на другие листы рабочей книги или на другие рабочие книги.....	44
Операторы.....	45
Операции с текстом и датами.....	46
Операции сравнения и адресные.....	47
Автоматическое вычисление.....	49
Функции.....	49
Логические функции.....	50
Ошибки в формулах и отслеживание зависимостей.....	52
Задания.....	55
Глава 3. Решение задач с использованием формул и функций.....	67
Задачи общего свойства.....	67
Работа с массивами и матрицами.....	75
Простейшие операции над массивами.....	76
Встроенные функции для работы с матрицами.....	77
Задания к разделу "Работа с массивами и матрицами".....	83
Решение систем линейных уравнений и вычисление значений квадратичной формы ([5, с. 95—100]).....	83
Решение задач на использование формул и функций массивов.....	86
Работа с текстовыми функциями.....	91
Функции даты и времени.....	91
Задания к разделу "Работа с текстовыми функциями".....	106
Функции просмотра и ссылок.....	110
Задания к разделу "Функции просмотра и ссылок".....	113
Глава 4. Экономические расчеты в MS Excel	117
Финансовые функции MS Excel.....	117
Задания к разделу "Финансовые функции MS Excel".....	136
Подбор параметра.....	138
Задания к разделу "Подбор параметра".....	142
Таблица подстановки.....	144
Использование таблицы подстановки с одной изменяющейся переменной и несколькими формулами.....	145
Использование таблицы подстановки с двумя изменяющимися переменными и одной формулой.....	149

Мастер подстановок.....	152
Задания к разделу "Таблица подстановки"	152
Диспетчер сценариев	155
Задания к разделу "Диспетчер сценариев"	161

Глава 5. Графические возможности Microsoft Excel.

Диаграммы и карты..... 165

Диаграммы	165
Типы диаграмм	167
Операции, которые можно производить с диаграммами	169
Рекомендации по построению диаграмм	171
Рекомендации по построению графиков функций	175
Рекомендации по построению некоторых алгебраических и трансцендентных линий на плоскости	176
Рекомендации по построению поверхности	179
Построение поверхностей второго порядка (случай, когда третья координата входит в уравнение поверхности в квадрате)	180
Задания по построению графиков и диаграмм	183
Построить графики функций	183
Построить поверхности	185
Построить алгебраические и трансцендентные линии	186
Построить поверхности второго порядка	187
По данным таблиц построить диаграммы	188
Анализ тенденций. Построение уравнения регрессии	190
Построение линии тренда	192
Задания к разделу "Анализ тенденций. Построение уравнения регрессии"	198
Элементы картографирования	199
Создание карты данных	201
Задания к разделу "Элементы картографирования"	203
Элементы графики	204
Задания к разделу "Элементы графики"	207

Глава 6. Решение задач теории методов вычислений 209

Численное решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка	209
Математическая постановка задачи	209
Задания на численное решение задачи Коши	215
Нахождение корней уравнения	217
Рекомендации по отысканию действительных корней многочленов с действительными коэффициентами	218
Методы определения верхней границы положительных корней	218

Для многочлена с любыми числовыми коэффициентами	218
Для многочлена с действительными коэффициентами.....	219
Рекомендации по отысканию корней уравнений с помощью MS Excel.....	219
Задания к разделу "Нахождение корней уравнения".....	222

Глава 7. Решение задач оптимизации с помощью надстройки

Поиск решения.....	225
Надстройка <i>Поиск решения</i>	227
Рекомендации по решению задач оптимизации с помощью надстройки <i>Поиск решения</i>	230
Построение математической модели задачи.....	230
Решение задачи с помощью надстройки <i>Поиск решения</i>	231
Анализ решения задачи оптимизации	232
Линейная оптимизация	233
Задания к разделу "Линейная оптимизация".....	244
Транспортная задача.....	250
Задания к разделу "Транспортная задача"	256
Дискретное программирование	262
Задания к разделу " Дискретное программирование"	265
Нелинейное программирование	270
Решение системы нелинейных уравнений с двумя неизвестными с помощью средства <i>Поиск решения</i>	270
Задания к разделу "Нелинейное программирование"	275

Глава 8. Управление списками в Microsoft Excel

Списки и диапазоны.....	279
Ввод данных в список	280
Работа со списками.....	281
Сортировка данных.....	281
Отбор данных	283
Критерии отбора (фильтрации).....	283
Поиск с помощью формы данных.....	284
Поиск с помощью автофильтра	285
Поиск с помощью расширенного фильтра.....	286
Анализ данных.....	294
Структуризация рабочих листов.....	295
Автоматическое подведение итогов.....	298
Консолидация данных	303
Сводные таблицы.....	303
Задания.....	312
Исходные данные для выполнения заданий.....	312
Комплект 1	312
Комплект 2	313

Комплект 3.....	313
Комплект 4.....	313
Комплект 5.....	313
Комплект 6.....	313
Задания на использование автофилтрации.....	313
Для комплекта 1.....	313
Для комплекта 2.....	314
Для комплекта 3.....	314
Для комплекта 4.....	315
Для комплекта 5.....	315
Для комплекта 6.....	316
Задания на использование расширенного фильтра.....	316
Для комплекта 1.....	316
Для комплекта 2.....	317
Для комплекта 3.....	318
Для комплекта 4.....	318
Для комплекта 5.....	319
Для комплекта 6.....	319
Задания на подведение промежуточных итогов	319
Для комплекта 1.....	319
Для комплекта 2.....	320
Для комплекта 3.....	320
Для комплекта 4.....	320
Для комплекта 5.....	321
Для комплекта 6.....	321
Задания на использование консолидации.....	321
Задания на использование сводных таблиц	322

Глава 9. Автоматическая запись команд Microsoft Excel.

Настройка панелей инструментов и меню 325

Создание процедуры VBA с помощью автоматической записи команд	325
Понятие макроса.....	325
Методика записи и выполнения макроса.....	326
Настройка и создание панелей инструментов и меню	328
Задания.....	338
Работа с макросами.....	338
Создание панелей инструментов и меню	340

Приложение 1. Создание элементов управления

на рабочем листе 345

Понятие элемента управления.....	345
Флажок.....	346

Переключатель.....	347
Список и раскрывающийся список.....	348
Счетчик.....	349
Полоса прокрутки.....	350
Дополнительные возможности элементов управления.....	350
Управление пересчетом.....	350
Неопределенное состояние элементов управления.....	351
Печать формы без элементов управления.....	351
Приложение 2. Коллективная работа.....	353
Приложение 3. Использование MS Excel совместно с другими офисными приложениями.....	355
Технологии обмена информацией.....	355
Копирование данных из одного приложения в другое.....	357
Связывание данных из различных приложений.....	359
Внедрение данных других приложений на рабочий лист.....	361
Рекомендуемая литература	363
Предметный указатель	365

Введение

Microsoft Excel — ведущая программа обработки электронных таблиц. Первая версия MS Excel появилась в 1985 году и обеспечивала только простые арифметические операции в строку или в столбец. В 1993 году вышла пятая версия Excel, ставшая первым приложением Microsoft Office, которое включало язык Visual Basic for Applications (VBA). Начиная с Office 97 фирма Microsoft включает VBA во все приложения пакета Microsoft Office.

В настоящее время MS Excel представляет собой достаточно мощное средство разработки информационных систем, которое включает как электронные таблицы (со средствами финансового и статистического анализа, набором стандартных математических функций, доступных в компьютерных языках высокого уровня, рядом дополнительных функций, встречающихся только в библиотеках дорогостоящих инженерных подпрограмм), так и средства визуального программирования (Visual Basic for Applications). Электронные таблицы позволяют производить обработку чисел и текста, задавать формулы и функции для автоматического выполнения, прогнозировать бюджет на основе сценария, представлять данные в виде диаграмм, публиковать рабочие листы и диаграммы в Интернете. С помощью VBA можно автоматизировать всю работу, начиная от сбора информации, ее обработки до создания итоговой документации как для офисного пользования, так и для размещения на Web-узле.

Популярность табличного процессора MS Excel позволяет предположить, что интерес к нему будет расти и дальше. Поэтому

рассмотрение тех или иных задач, которые можно решить с использованием его возможностей, будет расширять области применения MS Excel как в учебном процессе, так и для автоматизации многих расчетов в производственной сфере.

В предлагаемой книге на различных примерах продемонстрированы широкие возможности MS Excel для решения математических, экономических и других задач. MS Excel используется здесь как средство для проведения расчетов, визуализации их в виде таблиц, графиков, сводных таблиц и др. Представленные в книге примеры и задачи, а также большое количество индивидуальных заданий, предназначены для углубленного освоения возможностей этого табличного процессора. Изложение в первую очередь ориентировано на MS Excel XP, однако использовать материал книги можно, начиная с версии MS Excel 97, практически без изменений.

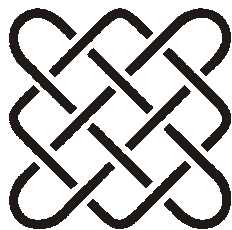
Книга состоит из 9 глав, каждая из которых посвящена определенной тематике и использованию соответствующих возможностей MS Excel. В конце книги имеются три приложения.

Материал книги может быть полезен:

- ☐ в качестве учебного пособия для студентов математических и экономических специальностей, изучающих MS Excel в различных курсах информатики, информационных технологий и систем обработки данных;
- ☐ преподавателям при подготовке лекций и проведении практических и лабораторных работ;
- ☐ пользователям — для расширения профессиональных возможностей при использовании табличного процессора MS Excel.

Автор выражает благодарность Юрию Эдуардовичу Зайцу за помощь, оказанную при подготовке рукописи к изданию.

ГЛАВА 1



Основные приемы работы с Microsoft Excel

Окно рабочей книги

После запуска MS Excel на экране появляется главное окно программы (рис. 1.1), в котором отображается *рабочая книга*. Структура экрана при работе с MS Excel похожа на структуру экрана других приложений Windows.

Основным элементом является *окно программы* — окно MS Excel. Одновременно в MS Excel можно работать с несколькими рабочими книгами, каждая из которых представлена в своем окне.

Верхняя строка окна MS Excel называется *строкой заголовка*. В ней располагаются: кнопка вызова системного меню (слева), имя приложения и имя рабочей книги, а также (справа) кнопки минимизации (**Свернуть**), максимизации (**Восстановить**) и закрытия окна (**Заккрыть**).

Ниже строки заголовка находится *линейка меню*, содержащая названия категорий меню программы. Каждое меню, в свою очередь, включает подменю — набор некоторых команд. Приведем назначение *основных категорий* линейки меню MS Excel.

- ☐ Меню **Файл** предназначено для работы с файлом рабочей книги.
- ☐ Меню **Правка** предлагает команды редактирования содержания рабочей книги.

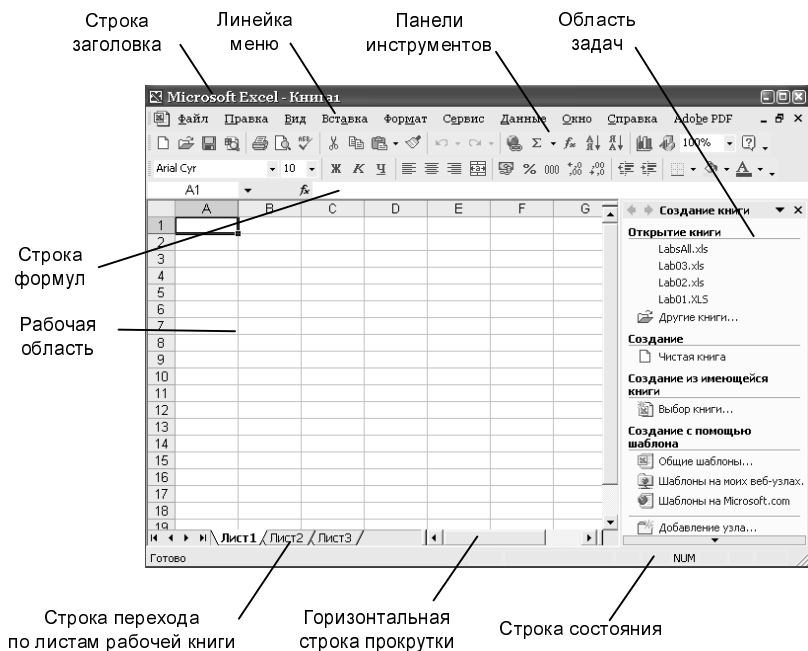


Рис. 1.1. Окно Microsoft Excel

- ❑ Меню **Вид** служит для изменения вида окна MS Excel и активной рабочей книги (например, включение или отключение строки формул, добавление примечания к ячейке и т. д.).
- ❑ Меню **Вставка** позволяет добавлять в рабочую книгу какие-либо объекты либо элементы рабочей книги.
- ❑ Меню **Формат** предназначено для проведения операции форматирования (т. е. изменения вида представления данных, находящихся в рабочей книге).
- ❑ Меню **Сервис** предлагает некоторые возможности для работы с данными, листами рабочей книги, а также для индивидуальных настроек и запуска редактора VBA.
- ❑ Меню **Данные** содержит находящиеся в рабочей книге команды для обработки различных данных.
- ❑ Меню **Окно** служит для работы с окном (или окнами) рабочей книги (книг).

- ❑ Меню **Справка** помогает получить справку о программе или какой-либо команде.

Под строкой меню располагается одна или несколько *панелей инструментов*. Панели инструментов и все нижеследующие элементы главного окна программы MS Excel на экране могут не отображаться. Как правило, на панель инструментов выносятся кнопки команд линейки меню. Панель инструментов **Область задач** находится обычно в правой части окна MS Excel и помогает при выполнении тех или иных операций. В MS Excel можно создавать собственные панели инструментов или модифицировать существующие.

Под панелями инструментов располагается *строка формул*, предназначенная для обработки содержимого ячеек. Строка формул разделена на три части.

- ❑ *Правая часть* отображает содержимое текущей ячейки, которое можно редактировать с помощью кнопок, расположенных в *центре строки*. Редактирование производится либо в самой ячейке, либо в строке формул.
- ❑ В *левой части* строки формул (в *поле имен*) указывается адрес активной ячейки или размер выделяемого диапазона ячеек (например, **2R × 3C** — 2 строки и 3 столбца). Если для некоторых диапазонов ячеек заданы имена, то они представлены в поле списка под полем имени и могут использоваться для быстрого перехода к необходимому диапазону ячеек.

Большую часть экрана занимает окно рабочей книги — *рабочая область*.

В нижней части окна программы располагается *строка перехода* по листам рабочей книги и *строка состояния*. Строка перехода по листам рабочей книги включает в себя кнопки прокрутки ярлычков листа, ярлычки листов рабочей книги, вешку (полосу разделения) ярлычков листа. В левой части строки состояния отображаются различные текстовые сообщения, а в правой (в маленьких полях) указан статус некоторых функций клавиатуры и текущий режим ввода.

Работа с листами рабочей книги

Рабочая книга MS Excel состоит из нескольких листов. Листы бывают следующих типов, изложенных далее.

- ❑ *Рабочий лист* (Work Sheet) — самый распространенный лист MS Excel, состоящий из множества элементарных ячеек, каждая из которых одновременно принадлежит некоторому столбцу и строке.
- ❑ *Лист модуля* (Module) предназначен для написания программ на VBA.
- ❑ *Лист диалогового окна* (Dialog Sheet) необходим для создания диалоговых окон.
- ❑ *Лист диаграмм* (Chart Sheet) позволяет выводить только диаграммы и их элементы (обычно диаграммы строят на рабочем листе).

Переход между различными листами книги выполняется с помощью кнопок прокрутки ярлычков листа (либо с помощью сочетаний клавиш <Ctrl>+<PageUp>, <Ctrl>+<PageDown>).

Перемещение по рабочему листу осуществляется с помощью ленток прокрутки либо с использованием соответствующих клавиш на клавиатуре.

Рабочие листы можно переименовывать, копировать, перемещать, удалять, скрывать.

- ❑ **Переименование листа** — щелкните правой кнопкой мыши на ярлычке листа и выберите из контекстного меню команду **Переименовать** или воспользуйтесь командой меню **Формат | Лист | Переименовать**.

Примечание

Контекстное меню объекта появляется после щелчка правой кнопкой мыши на выбранном объекте. В ОС Windows и, соответственно, в MS Excel, контекстное меню делает доступным набор команд, которые применимы к данному объекту.

- ❑ **Удаление листа** — для этого также можно использовать правую кнопку мыши либо команду **Правка | Удалить Лист**.

- ❑ **Вставка листа** — аналогично выполняется с помощью контекстного меню либо командой **Вставка | Лист**. Новый лист рабочей книги MS Excel добавляется перед *активным* (выделенным, т. е. "белым") листом.
- ❑ **Перемещение или копирование листа** — осуществляется также с помощью контекстного меню листа либо командой **Правка | Переместить/скопировать лист...** (для копирования необходимо установить флажок **Создавать копию**). Кроме того, перемещение можно осуществлять и левой кнопкой мыши простым перетягиванием листа на новое место (при нажатой клавише <Ctrl> лист будет скопирован).

Итак, для копирования/перемещения листа:

- щелкните левой кнопкой мыши по листу, подлежащему копированию/перемещению (т. е. *выделите* лист);
- воспользуйтесь, например, командой **Правка | Переместить/скопировать лист...** (либо командой контекстного меню **Переместить/скопировать**).

Листы появятся в указанном месте данной либо другой выбранной рабочей книги MS Excel.

- ❑ Для того чтобы скрыть или, наоборот, показать лист, следует воспользоваться командой **Формат | Лист | Скрыть/Показать**.

Перетаскивая вешку ярлычков, можно изменить число ярлычков, отображаемых на экране.

Работа в групповом режиме

MS Excel дает возможность работать с группой листов как с одним — в *групповом режиме*.

Выделение группы листов можно осуществить следующим образом — щелкнуть правой кнопкой мыши на ярлыке листа и воспользоваться командой контекстного меню **Выделить все листы**.

Добавление отдельного листа в группу производится щелчком левой кнопки мыши на его ярлыке при нажатой клавише <Ctrl>.

Выделение группы подряд идущих листов осуществляется щелчками мыши на первом и последнем ярлычке группы при нажатой клавише <Shift>.

Ярлыки листов в группе окрашиваются в белый цвет. С группой можно работать как с одним листом — вводить информацию, удалять, перемещать, копировать и т. д.

Защита рабочего листа и книги

MS Excel предоставляет также возможности по защите листов и рабочей книги. Для проведения операций по защите необходимо воспользоваться командой меню **Сервис | Защита** и далее выбрать необходимое действие. Для снятия защиты следует выполнить также команду **Сервис | Защита** и выбрать команду снятия защиты.

Операции с фрагментами таблицы

Выделение и перемещение

Для *выделения* области ячеек можно использовать как левую кнопку мыши (при нажатой левой кнопке мыши выделить необходимый диапазон ячеек), так и клавиатуру (клавиши <Shift> в сочетании со стрелками управления курсором).

Если необходимо выделить несвязные области, следует использовать мышшь при нажатой клавише <Ctrl>.

Перемещение (копирование) фрагмента таблицы осуществляется с помощью перетягивания выделенного фрагмента (при копировании дополнительно удерживается клавиша <Ctrl>) либо с использованием буфера обмена — команда меню **Правка | Вырезать (Копировать)** применяется к выделенному фрагменту, затем указатель ячейки помещается на то место рабочей книги, в которое необходимо вставить выделенный диапазон, и выбирается команда **Правка | Вставить**.

Выделение ячеек по заданным критериям производится нажатием кнопки **Выделить** в диалоговом окне **Переход** (рис. 1.2), вызываемого командой **Правка | Перейти**.

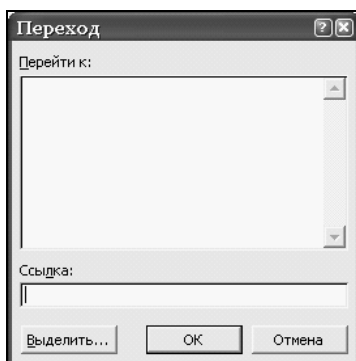


Рис. 1.2. Окно Переход

Вставка и удаление ячеек

Эти действия с ячейками связаны с выделением необходимого диапазона ячеек и с использованием правой кнопки мыши. Можно также воспользоваться соответствующими командами меню.

Для удаления информации следует выделить диапазон, подлежащий удалению, затем применить команду **Правка | Удалить**.

Перед вставкой также необходимо выделить диапазон ячеек, а затем воспользоваться командой **Вставка | Ячейки (Строки/Столбцы)**.

Следует помнить, что столбцы и строки вставляются перед выделенным диапазоном. Вставлено будет столько строк (столбцов), сколько содержит выделенный диапазон ячеек.

Выбрав команду **Вставка | Ячейки**, можно в открывшемся диалоговом окне уточнить способ вставки.

Специальная вставка (используется только в сочетании с командой **Копировать**) производится следующим образом:

- ☐ выделите необходимый диапазон ячеек;
- ☐ выберите команду **Правка | Копировать**;
- ☐ переместите указатель ячейки в левую верхнюю ячейку диапазона, в который необходимо вставить информацию;

- ☐ выберите команду **Правка | Специальная вставка**;
- ☐ в открывшемся окне **Специальная вставка** укажите тип вставляемой информации и подтвердите выполнение операции нажатием кнопки **ОК**.

Транспонирование таблицы (выделенной и скопированной в буфер) осуществляется по команде **Правка | Специальная вставка** (в открывшемся диалоговом окне нужно установить флажок **Транспонировать** и нажать кнопку **ОК**).

Выполнение операции специальной вставки можно также осуществить с помощью контекстного меню выделенного объекта.

Изменение ширины столбцов и высоты строк

Эти действия осуществляются:

- ☐ перетаскиванием с помощью мыши;
- ☐ использованием команды **Формат | Строка | Высота** (можно сделать автоматически — командой **Автоподбор**) и команды **Формат | Столбец | Ширина** (аналогично — **Автоподбор**).

Если при расчетах в ячейке появляются символы: #####, это означает, что результат не помещается в ячейку. В таком случае необходимо увеличить ее ширину.

Управление файлами

Основными типами файлов, с которыми работает MS Excel, являются рабочая книга и файл шаблона, имеющие расширения xls и xlt соответственно.

Создание новой рабочей книги

MS Excel автоматически создает новую рабочую книгу с именем **Книга1**. По умолчанию книга состоит из определенного количества листов, число которых можно изменить, указав нужное значение в поле **Листов в новой книге** на вкладке **Общие** диалого-

вого окна **Параметры** (рис. 1.3), открывающегося по команде **Сервис | Параметры**.

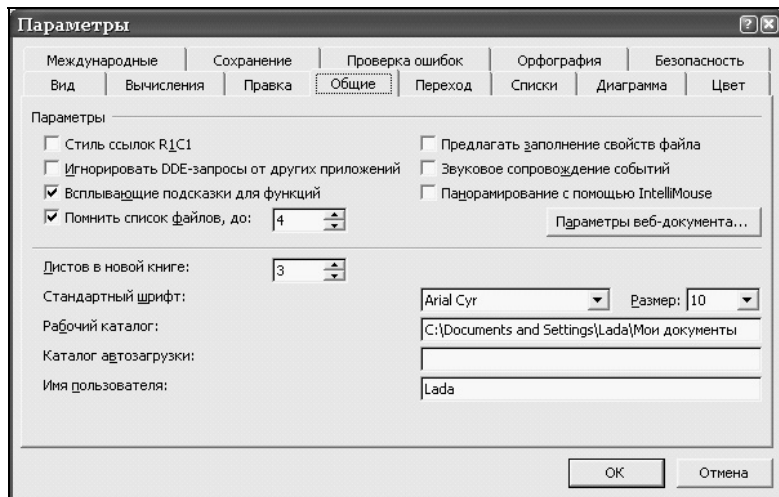


Рис. 1.3. Окно **Параметры**

Новая книга создается одним из следующих способов:

- ☐ командой **Файл | Создать**
- ☐ нажатием кнопки **Создать**  на панели инструментов **Стандартная**);
- ☐ использованием сочетания клавиш <Ctrl>+<N>.

Каждое из действий приводит к появлению диалогового окна **Создание документа**. На вкладке **Решения** окна **Создание документа** (рис. 1.4) можно выбрать шаблон рабочей книги (**Заказ**, **Счет** и т. д.).

Примечание

В версиях табличного процессора выше MS Excel 2000 различные возможности создания рабочей книги вынесены на панель инструментов **Область задач** (см. рис. 1.1).

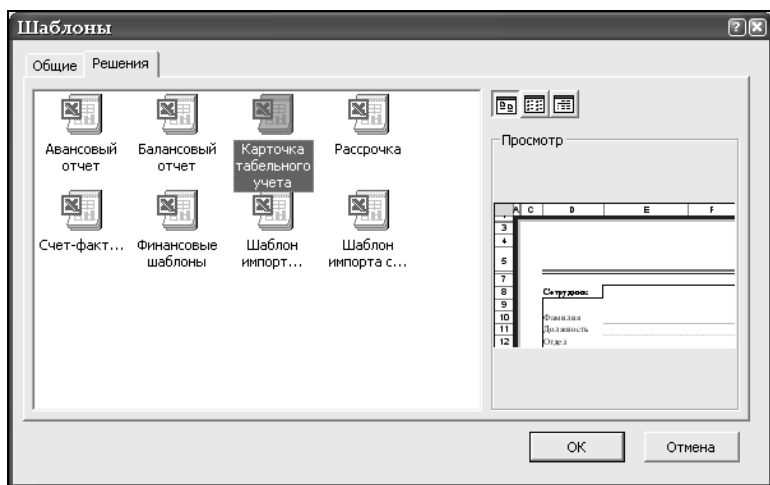


Рис. 1.4. Вкладка Решения

Открытие существующей рабочей книги

Открытие существующей рабочей книги осуществляется одним из следующих способов:

- ☐ командой **Файл | Открыть**;
- ☐ нажатием кнопки **Открыть**  на панели инструментов **Стандартная**;
- ☐ нажатием сочетания клавиш <Ctrl>+<O>.

Диалоговое окно **Открытие документа** позволяет также производить поиск файлов на диске, изменять вид просматриваемых объектов и т. д.

Сохранение рабочей книги

Сохранение рабочей книги можно производить:

- ☐ командой **Файл | Сохранить** (рис. 1.5);
- ☐ нажатием кнопки **Сохранить**  на панели инструментов **Стандартная**;
- ☐ нажатием сочетания клавиш <Ctrl>+<S> или <Shift>+<F12>.

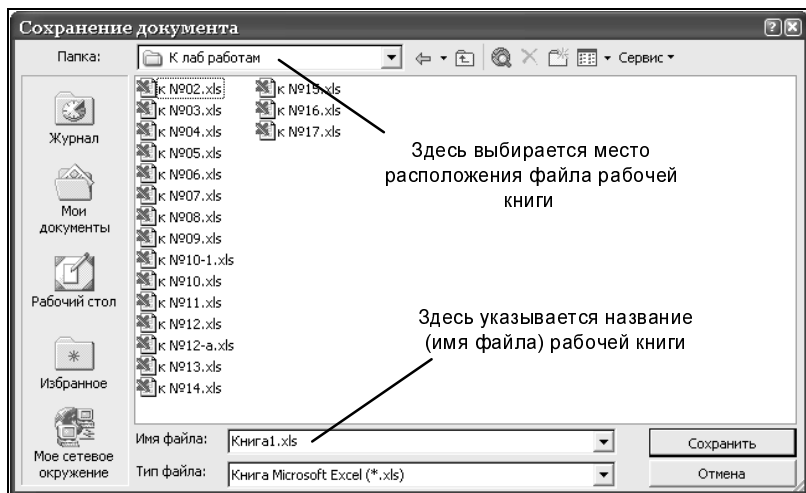


Рис. 1.5. Окно сохранения рабочей книги

Если необходимо сохранить имеющийся файл рабочей книги в другом месте либо под другим именем, следует воспользоваться командой **Файл | Сохранить как**.

Заккрытие рабочей книги

Заккрытие рабочей книги можно осуществить:

- ☐ командой меню **Файл | Заккрыть**;
- ☐ сочетанием клавиш **<Ctrl>+<F4>** или **<Ctrl>+<W>**;
- ☐ стандартной кнопкой закрытия окна  рабочей книги либо всего приложения.

Удаление файла рабочей книги

Для удаления файла рабочей книги можно использовать диалоговое окно **Открытие документа** — щелкните правой кнопкой мыши на значке удаляемого файла и в появившемся контекстном меню выберите команду **Удалить**.

Следует отметить, что использование некоторых команд меню **Файл** позволяет производить также и другие действия над объек-

тами, которые отображаются в окне (пример использования контекстного меню объекта в окне **Сохранение документа** приведен на рис. 1.6).

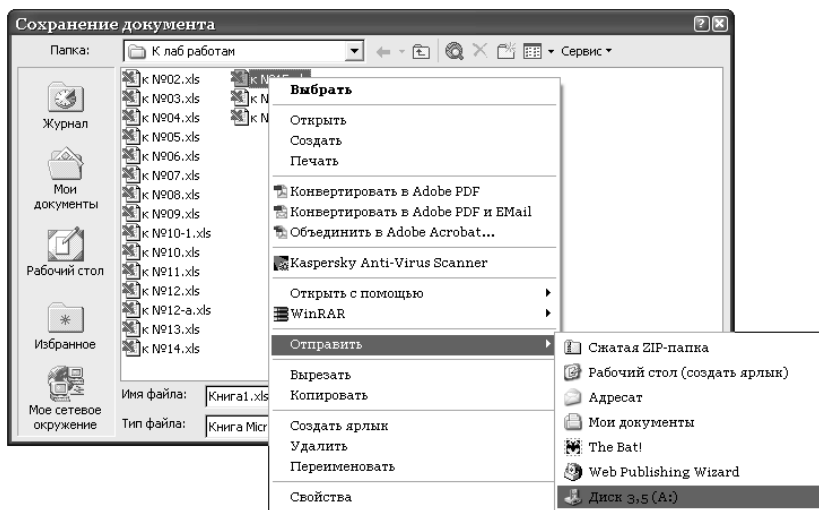


Рис. 1.6. Действия с объектами в окне **Сохранение документа**

Печать рабочего листа

MS Excel предоставляет следующие возможности для печати рабочих листов:

- ☐ показ или скрытие линий сетки;
- ☐ печать заголовков строк и столбцов;
- ☐ создание верхних и нижних колонтитулов;
- ☐ установку разрывов страниц;
- ☐ изменение полей, масштаба страницы и ориентации страницы при печати.

Для создания колонтитулов следует выполнить команду **Файл | Параметры страницы** и на вкладке **Колонтитулы** диалогового окна **Параметры страницы** установить параметры колонтитулов.

Если необходимо вывести на печать отдельные диапазоны рабочего листа, на вкладке **Лист** диалогового окна **Параметры страницы** следует установить требуемые параметры для печати диапазона.

На вкладке **Страница** этого же диалогового окна можно установить размеры страницы. Разбиение рабочего листа на страницы можно произвести также командой **Вид | Разметка страницы**.

Перед выводом рабочего листа на печать рекомендуется просмотреть, как будет выглядеть документ при печати. Для этого нажмите кнопку **Просмотр** в диалоговом окне **Печать**, открывающемся по команде **Файл | Печать**.

В этом же окне **Печать** устанавливаются и следующие параметры печати: количество копий документа при печати, диапазон данных, который нужно распечатать (печать всех страниц или только выбранных, всей книги, выделенной области или активного рабочего листа).

Задания

Выполнить предлагаемые задания, используя при необходимости советы, данные в скобках.

1. Создать рабочую книгу, которую сохранить под именем **Задание 1** в папке со своей фамилией на любом локальном диске (воспользоваться командой **Файл | Создать**).
2. Сделать созданную папку рабочим каталогом MS Excel (воспользоваться командой **Сервис | Параметры |** вкладка **Общие**, в поле **Рабочий каталог** указать местоположение созданной папки, например, D:\Lada\Documents).
3. Включить панель инструментов **Рецензирование** (воспользоваться командой **Вид | Панели инструментов | Рецензирование**).
4. Выбрать соскальзывающий эффект при выводе меню (воспользоваться командой **Сервис | Настройка |** вкладка **Параметры**, выбрать опцию **Соскальзывание** в поле **Эффект при выводе меню**).

5. Отключить (или же — включить) строку формул (выбрать команду **Вид | Строка формул**).
6. Установить следующие параметры для своей рабочей книги:
 - 10 листов в книге (воспользоваться командой **Сервис | Параметры | вкладка Общие**, в поле **Листов в новой книге** установить счетчиком или вручную число 10);
 - запоминать 7 файлов, с которыми работали в последнее время (воспользоваться командой **Сервис | Параметры | вкладка Общие**, установить флажок **Помнить список файлов, до**, а затем с помощью счетчика или вручную установить число 7);
 - красный цвет сетки ячеек рабочего листа (воспользоваться командой **Сервис | Параметры | вкладка Вид**, в области **Параметры окна** выбрать **Цвет линий сетки — красный**);
 - переход к другой ячейке после ввода должен осуществляться вправо (воспользоваться командой **Сервис | Параметры | вкладка Правка**, в области **Параметры** установить флажок **Переход к другой ячейке после ввода, в направлении**, далее из выпадающего списка выбрать **Вправо**);
 - убрать вертикальную и горизонтальную полосы прокрутки, а также отображение ярлычков листов рабочей книги (воспользоваться командой **Сервис | Параметры | вкладка Вид**, в области **Параметры окна** снять флажки **горизонтальная полоса прокрутки**, **вертикальная полоса прокрутки**, **ярлычки листов**).
7. Переименовать листы в рабочей книге римскими цифрами и установить вешку ярлычков листа между 7 и 8 листами (воспользоваться контекстным меню для каждого листа, выбрав из него команду **Переименовать**; добавление листов в рабочую книгу можно также произвести с использованием контекстного меню, выбрав команду **Добавить**; изменение местоположения ярлычков листа относительно друг друга производится перетаскиванием с использованием левой кнопки мыши; перетаскивая вешку ярлычков, можно изменять коли-

чество листов, отображаемых на экране активной рабочей книги).

8. Установить для всех открытых рабочих книг опцию автосохранения через каждые 7 минут (воспользоваться командой **Сервис | Параметры** | вкладка **Сохранение**, в области **Параметры** установить флажок **Сохранять данные для автовосстановления каждые**, затем установить время 7 минут, используя расположенный рядом счетчик).
9. Разрешить совместное использование файла своей рабочей книги, причем в случае противоречивых изменений должны иметь преимущества ранее сохраненные (воспользоваться командой **Сервис | Доступ к книге**, установить необходимые параметры на вкладках **Правка** и **Подробнее** окна **Управление доступом к файлу**).
10. На первом листе расположить следующую таблицу:

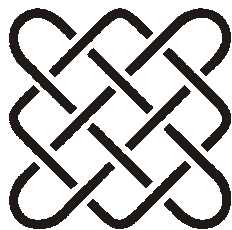
№ пп	Фамилия И.О.	Факультет	Курс	Группа
1.	Федоров И.Л.	Математический	4	2
2.	Нестеров Р.В.	Физический	3	3
3.	Петрова Н.П.	Юридический	2	1
4.	Гончаренко И.В.	Биологический	5	4
5.	Ершова И.Д.	Экономический	1	3
6.	Крот Н.О.	Исторический	2	2
7.	Заяц Е.Е.	Филологический	4	4

Выполнить имитацию печати рабочего листа, на котором располагается эта таблица. (Данные таблицы располагать в отдельных ячейках рабочего листа в соответствии с образцом. При необходимости — изменить с помощью мыши ширину столбцов и высоту строк. Для установки параметров печати воспользоваться командами **Файл | Параметры страницы** и **Файл | Печать**)

11. Скопировать таблицу на 3 и 5 листы рабочей книги.

12. Скрыть 2, 3 и 4 листы рабочей книги, а 5 защитить паролем (воспользоваться командой **Формат | Лист | Скрыть** и командой **Сервис | Защита | Защитить лист**).
13. На 6 листе разделить окно перед ячейкой **J18** и скрыть столбец **C** (воспользоваться командой **Окно | Разделить** и командой **Формат | Столбец | Скрыть** для выделенного столбца **C**).
14. Создать вторую рабочую книгу, которую сохранить под именем **Задание 2** в папке со своей фамилией на любом локальном диске (воспользоваться командой **Файл | Создать**).
15. Расположить рядом обе рабочие книги и методом перетаскивания скопировать таблицу из книги **Задание 1** на 3 лист книги **Задание 2** (воспользоваться командой **Окно | Расположить**, указать необходимые варианты расположения окон в диалоговом окне **Расположение окон**).
16. Удалить содержимое рабочей книги **Задание 2** и закрыть этот файл (выделить содержимое книги и воспользоваться, например, командой **Правка | Очистить | Все** либо нажать клавишу <Delete>).
17. Удалить файл **Задание 2** из своей папки (воспользоваться командой **Файл | Открыть**, а затем — контекстным меню для файла **Задание 2**, выбрав команду **Удалить**).
18. Закрыть файл **Задание 1**, сохранив последние изменения.
19. Произвести удаление папки со своим именем (воспользоваться командой **Файл | Открыть**, а затем — контекстным меню для созданной папки со своей фамилией, выбрав команду **Удалить**).

ГЛАВА 2



Формулы и функции MS Excel

Адресация ячеек

На активном рабочем листе одна ячейка является активной (выделена черной рамкой). Перемещение по ячейкам осуществляется мышью или клавишами со стрелками. Каждая ячейка на активном рабочем листе определяется своим *адресом* (или *ссылкой на ячейку*), состоящим из имени столбца и номера строки, например, **A1**. Этот стиль ссылок так и называется — A1 (рис. 2.1).

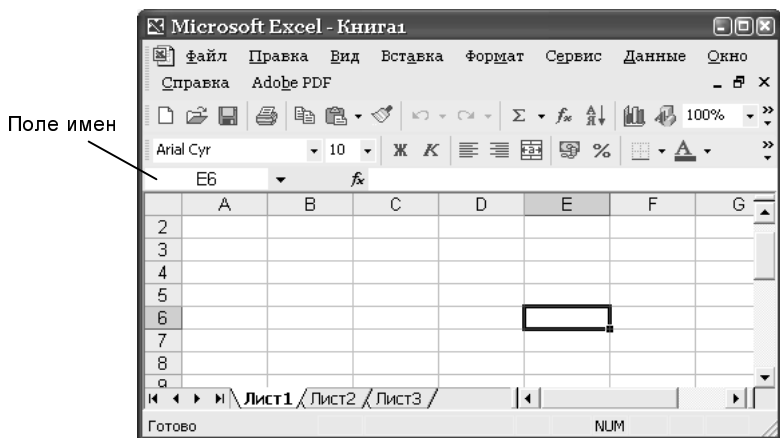


Рис. 2.1. Адресация в стиле A1

MS Excel поддерживает и другую систему адресации (стиль ссылок) — R1C1 (рис. 2.2), когда нумеруются как строки, так и столбцы (установить можно командой **Сервис | Параметры | вкладка Общие | область Параметры | флажок Стиль ссылок R1C1**). В этой системе адресации, например, активная ячейка с адресом **R4C3** означает "четвертая строка, третий столбец".

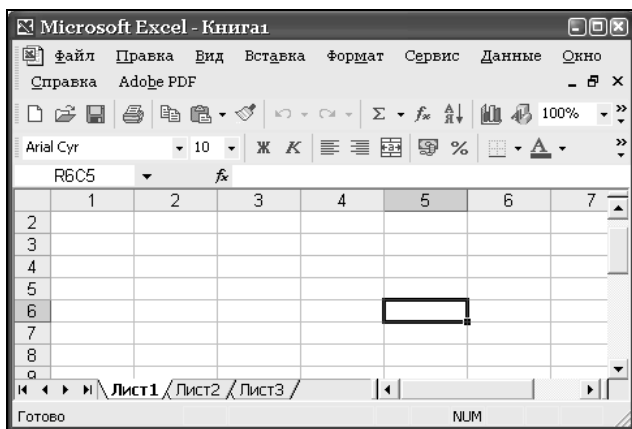


Рис. 2.2. Адресация в стиле R1C1

Существует еще один способ адресации ячейки — по имени (рис. 2.3). Имя или адрес активной ячейки вводится в поле имен (расположено у левого края строки формул). Для присвоения имени активной ячейки необходимо выбрать команду **Вставка | Имя | Присвоить**. При создании имен следует учесть:

- ☐ имена начинаются с буквы или подчеркивания;
- ☐ в имени вместо пробела или дефиса (–) используют подчеркивание (_) или точку (.);
- ☐ имена следует давать короткие и избегать аналогии со ссылками типа A1 или R1C1.

Ячейка на неактивном рабочем листе идентифицируется именем листа и ее адресом на листе, например, **Лист2!A1** (восклицательный знак обязателен). Однако следует учесть, что адресация по имени абсолютна, поэтому при ссылке на ячейку по имени на неактивном рабочем листе не нужно указывать имя этого листа.

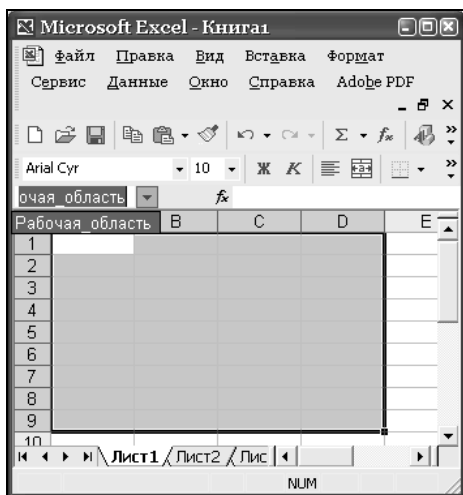


Рис. 2.3. Адресация по имени

Укажем еще несколько возможностей, применимых к ячейкам.

- ☐ Перенос текста в ячейке по словам можно осуществлять командой **Формат | Ячейки | вкладка Выравнивание | флажок Переносить по словам**.
- ☐ Клавиши <Alt>+<Enter> позволяют перейти на следующую строку набора в ячейке.
- ☐ Объединение ячеек производится командой **Формат | Ячейки | вкладка Выравнивание | флажок Объединение ячеек**.

Ввод и редактирование данных

В ячейку электронной таблицы может быть введена информация различного типа: текст, числовые значения и формулы. Кроме того, каждая ячейка может быть *отформатирована* (т. е. оформлена) по-своему, причем параметры форматирования не влияют на содержимое ячейки.

При вводе данных MS Excel автоматически распознает их тип. Ввод выполняется в позицию активной ячейки. Как только в ячейку вводится хотя бы один символ, содержимое немедленно отражается в строке формул, и сразу же в этой строке появляется

изображение трех кнопок, которые используются при обработке содержимого ячейки (рис. 2.4).

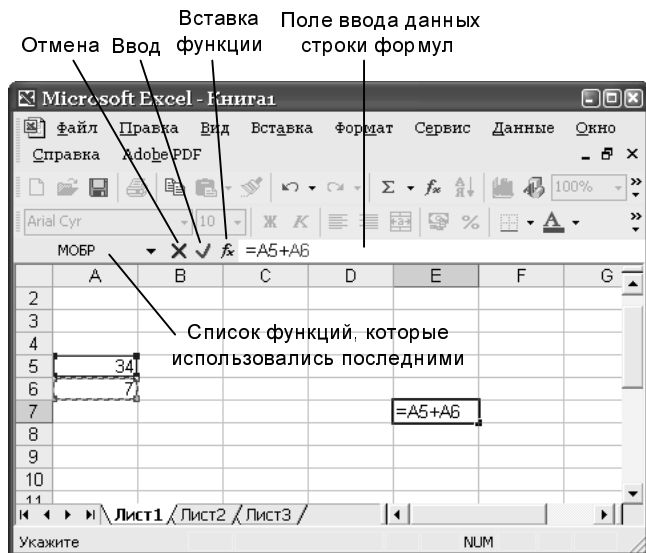


Рис. 2.4. Строка формул в режиме ввода/редактирования формулы

Для завершения ввода данных следует нажать клавишу <Enter>, или кнопку в строке формул с изображением галочки ☒, или стрелку управления курсором на клавиатуре.

Если длина введенного в ячейку текста превышает ширину ячейки, то после ввода текст будет полностью представлен в таблице, закрывая собой незаполненные ячейки, либо будет урезан по правому краю.

Содержимое ячейки может отличаться от изображения на экране — фактическое содержание ячейки всегда представлено в строке формул.

Для редактирования данных в ячейке следует сделать ее активной и нажать клавишу <F2> либо щелкнуть мышью в строке формул.

Для того чтобы вводимым данным не был автоматически присвоен один из заданных в MS Excel форматов, перед вводимой информацией следует ставить апостроф (').

Автозаполнение

Ячейки можно заполнять некоторой информацией автоматически. Для этого предназначена функция *автозаполнения*, которая вызывается с помощью *маркера автозаполнения* (черный крест возле правого нижнего угла выделенной ячейки или ячеек) при подведении к нему указателя мыши (рис. 2.5). Можно также воспользоваться командой **Правка | Заполнить | Прогрессия**.

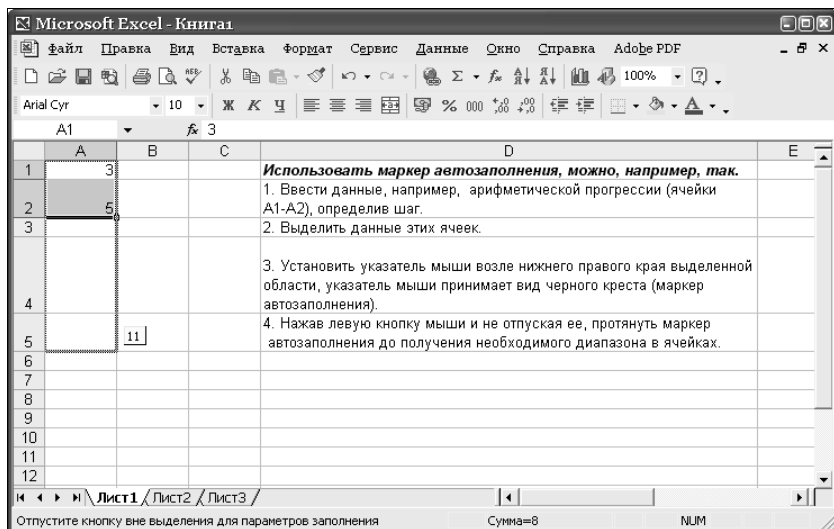


Рис. 2.5. Использование маркера автозаполнения

Автозаполнение удобно использовать, если необходимо:

- ☐ ввести одну и ту же информацию в расположенные рядом ячейки;
- ☐ ввести некоторые списки (например, дни недели). Сами списки можно сформировать, выполнив команду **Сервис | Параметры | вкладка Списки**;
- ☐ задать числовую последовательность чисел или дат.

Для осуществления автозаполнения можно использовать также команду **Правка | Заполнить** (далее, например, можно выбрать **Прогрессия**).

Автозамена

Автозамена вызывается командой **Сервис | Автозамена** и позволяет автоматически заменять какие-либо вводимые символы (слова) или сокращения, предварительно определенные в диалоговом окне **Автозамена**.

Правка

Команды **Правка | Найти и Правка | Заменить** разрешают быстро найти и заменить содержимое ячейки в соответствии с заданными критериями.

Для того чтобы очистить содержимое ячейки, необходимо выделить ячейку (ячейки) и воспользоваться командой **Правка | Очистить** или нажать клавишу <Delete>.

Примечания

При работе удобно использовать *Примечания* — это упрощает просмотр текста, присоединенного к ячейкам. Для создания примечания вызывают команду **Вид | Примечание**, а для редактирования примечания удобно использовать панель инструментов **Рецензирование** или же вызвать снова команду **Вид | Примечание**.

Проверка данных

При заполнении рабочего листа часто полезно контролировать соответствие вводимых данных определенным требованиям. Кроме того, часто приходится вводить определенные значения. *Проверка данных* MS Excel позволяет установить для ячейки или диапазона ячеек допустимый тип значений или другие условия проверки.

Чтобы установить параметры проверки, следует:

- ☐ выделить диапазон ячеек;
- ☐ воспользоваться командой **Данные | Проверка | вкладка Параметры**.

Для появления сообщений при вводе следует после установки необходимых параметров выбрать вкладку **Сообщение для ввода**, а для установки сообщений об ошибке — вкладку **Сообщение об ошибке**.

Форматы данных

Числовые значения, которые вводятся или вычисляются, представляют собой последовательности цифр. Для наглядности представления данные желательно отформатировать, выполнив одно из следующих действий:

- ☐ выделите ячейку (ячейки) и воспользуйтесь командой **Формат | Ячейки |** вкладка **Число**.
- ☐ правой кнопкой мыши щелкните на выделенной ячейке или группе ячеек и выберите команду **Формат ячеек** (также вкладка **Число**).

На указанной вкладке открывается перечень основных типов числовых форматов, доступных пользователю.

Пользовательский формат

В MS Excel имеется возможность самому определить необходимый формат представления чисел. *Пользовательский формат* можно задать следующим образом:

- ☐ выделить необходимый диапазон ячеек;
- ☐ воспользоваться командой **Формат | Ячейки |** вкладка **Число** (либо контекстным меню выделенной области);
- ☐ в открывшемся окне **Формат ячеек** в списке **Числовые форматы** выбрать тип **Все форматы**, в появившемся поле **Тип** можно задать необходимый пользовательский формат (рис. 2.6).

Пользовательские форматы могут состоять из 4-х секций, разделенных точкой с запятой (;):

- *положительный формат* (для положительных чисел);
- *отрицательный формат* (для отрицательных чисел);

- *нулевой формат* (для нуля);
- *формат текста* (для текста).

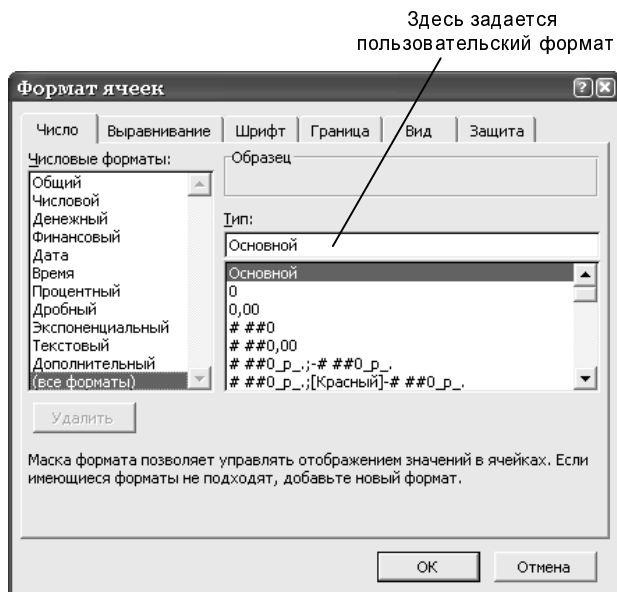


Рис. 2.6. Задание пользовательского формата данных

При задании пользовательских форматов можно использовать символы, указанные в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Символы пользовательских форматов

Символ форматирования	Функция
Основной	Использует формат по умолчанию в неформатируемых ячейках
#	Для указания цифр. Незначащие нули не отображаются. Десятичная дробь округляется до числа символов # справа от запятой. Например, 7,8 в формате #_###,#p. Отобразится как 7,8p.

Таблица 2.1 (продолжение)

Символ форматирования	Функция
0	Используется как заполнитель для цифр. Отображает 0 при отсутствии цифры. Десятичная дробь округляется до заданного числа нулей справа от запятой
?	Действует как заполнитель для цифр таким же способом, как 0. Незначащие нули замещаются пробелами, так что числа выравниваются правильно. Этот символ используется в дробях с меняющимся числом цифр, чтобы разделить выравнивание. 10,25 в формате #''?/?/? отобразится как 10 ¼, а 10,3 отобразится как 10 1/3, но при вводе в столбец разделители в этих значениях будут один под другим
— (символ подчеркивания)	Делает пропуск шириной в символ справа от него. В комбинации с правой скобкой) используется в форматах положительных чисел для выравнивания их с отрицательными, которые также заключаются в скобки
Десятичный разделитель . или , (устанавливается в Панели управления Windows, команда Язык и Стандарты)	Отличает положение запятой в десятичном числе, используйте 0 перед запятой для отображения 0 целых
Разделитель групп разрядов (задается в Панели управления Windows, команда Язык и Стандарты)	Разделяет группы разрядов в числе. Необходимо отметить только первое его положение. Часто используется пробел
%	Умножает число на 100 и отображает его как процент от единицы со знаком %. При вводе в заранее отформатированную ячейку умножения нет

Таблица 2.1 (окончание)

Символ форматирования	Функция
E-E+e+e-e+ (латинский шрифт)	Отображает число в экспоненциальной форме. Число 0 или # от E (или e) определяет число знаков степени
:p, -+()	Отображает эти символы в том же месте формируемого числа
/	Разделитель в простых дробях. Вводится целое с последующей дробью 1 1/5, чтобы получить отображение в таком же виде
\	Отображает как текст один следующий за ней специальный символ или одну цифру
""	Отображает текст, заданный в кавычках
*	Заполняет остаток ширины ячейки символом, следующим за * (одна * на формат)
@	Указывает место в формате, где будет отображен введенный текст
[цвет]	Форматирует содержимое ячеек заданным цветом
[значение условия]	Задаёт внутри числового формата условие, при котором будет применяться данный формат: <, >, =, <=, >= и <>. Значением может быть любое число

Чтобы скрыть числа с помощью формата пользователя, не следует указывать никакого формата между знаками точки с запятой. Скрытые числа присутствуют на рабочем листе и могут быть использованы другими формулами. При выделении ячейки они отображаются в строке формул.

Для скрытия нулей можно поступить следующим образом:

- ☐ создать пользовательский формат, установив белый цвет шрифта при выводе нуля;
- ☐ либо применить функцию Если;

- либо скрыть нули на всем листе (команда **Сервис | Параметры | вкладка Вид**, убрать флажок **Нулевые значения**). Например:

=ЕСЛИ (A1+B3=0; " "; A1+B3)

Рекомендации по созданию пользовательских форматов даты и времени можно найти в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Создание пользовательского формата даты и времени

Тип/Символ	Результат отображения
Дни	
Д	Число от 1 до 31 без нуля впереди
ДД	Число от 1 до 31 с нулем
ДДД	Дни недели в сокращенном отображении (пн-вс)
ДДДД	Дни недели в полном отображении
Месяцы	
М	Номер месяца без нуля
ММ	Номер месяца с нулем
МММ	Сокращенное название месяца (янв-дек)
ММММ	Полное название месяца
Годы	
ГГ	От 00 до 99
ГГГГ	Полное число лет
Часы	
Ч	Число часов от 0 до 24 без нуля
ЧЧ	Число часов от 0 до 24 с нулем
Секунды	
С	Число секунд от 0 до 59 без нуля
СС	Число секунд от 0 до 59 с нулем впереди

Таблица 2.2 (окончание)

Тип/Символ	Результат отображения
[]	Часы, превышающие 24, минуты, превышающие 59, или секунды, превышающие 59
AM/PM A/P	Отображает часы в 12-часовой системе
Разделители	
- * / :	Помещает между элементами даты нужный разделитель

Например:

- ☐ дddd — Понедельник;
- ☐ mmmm д, гggг — Август 16, 2004;
- ☐ [Синий] д mmm, гг — 16 Авг, 04 (синим цветом).

Заголовки, включающие текущую дату, можно создавать, используя конкатенацию текста с функцией ТЕКСТ() (рис. 2.7):

= "Сегодня " & ТЕКСТ(ТДАТА(); "д mmm гггг")

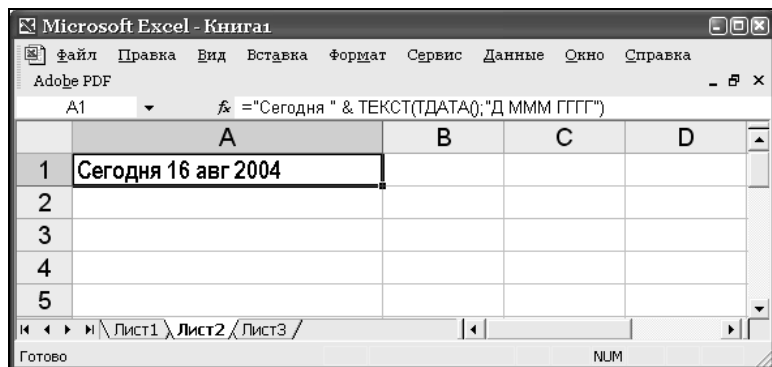


Рис. 2.7. Отображение текущей даты

Функция `ТДАТА()` обновляет текущую дату, когда бы ни открывался рабочий лист.

Итак:

- ☐ при задании формата для указания цифр применяются символы # и 0;
- ☐ указанием 0 на экране отображаются незначащие нули, а при # незначащие нули отбрасываются;
- ☐ пробел при задании формата служит для представления разделителей тысяч;
- ☐ с помощью запятой "," задается количество знаков до и после десятичной запятой;
- ☐ минус "-" перед числом означает ввод отрицательных чисел;
- ☐ для выделения числовых значений можно использовать цвет: [черный], [синий], [циан] (голубой), [фиолетовый], [красный], [белый], [желтый];
- ☐ в качестве разделителей можно применять – (дефис), косую черту и, как уже указывалось, пробел;
- ☐ " " (кавычки) отображают текст, заданный в кавычках;
- ☐ для задания условия используются условные операторы: <, >, =, <=, >=, <>. Условные операторы, которые содержат код условия и числовое значение, указываются в квадратных скобках;
- ☐ для разделения формата используется точка с запятой ";";
- ☐ аналогично представляются денежные форматы (с дополнительными символами валюты).

В табл. 2.3 приведены примеры пользовательских форматов.

Таблица 2.3. Примеры пользовательских форматов

Формат	Форма представления содержимого ячейки
0	Отбрасывается дробная часть числа, т. е. производится округление до ближайшего целого

Таблица 2.3 (окончание)

Формат	Форма представления содержимого ячейки
# ##0	Отбрасывается дробная часть числа и есть разделение тысяч
0,00	2 знака после запятой в любом случае
# ##0,00; [красный] - # ##0,00	Число с разделителем тысяч и два знака после запятой в любом случае; отрицательные числа красные
#,##' С	Формат для отображения чисел в градусах Цельсия
"N"####-###; "Минус запрещен"; "Введите число"	Формат для отображения дополнительного текста. В этом формате число 7893,152 отобразится как №7893-152. Ввод отрицательного числа отобразит текст: Минус запрещен , а ввод нуля — Введите число

Условное форматирование

В MS Excel существует также *форматирование с учетом условий* (ограничений на числовые диапазоны). Окно **Условное форматирование** (рис. 2.8) для задания этих ограничений можно открыть командой **Формат | Условное форматирование**. Условное форматирование предлагает следующие возможности:

- ☐ упрощенную процедуру создания пользовательских форматов;
- ☐ большой выбор элементов форматирования;
- ☐ возможность указать в формате до 3-х условий (в пользовательском — только до 2). К значениям, не удовлетворяющим ни одному из условий, применяется формат **Общий** (т. е. реально можно задать четыре формата);
- ☐ в качестве условий можно использовать собственные формулы, принимающие логическое значение **ИСТИНА/ЛОЖЬ**;
- ☐ можно указать, что подвергается проверке — значение в ячейке или в формуле;

□ для сравнения со значениями в ячейке можно задавать как числа, так и ссылки на другие ячейки.

Условные форматы особенно ценны для контроля ошибок в результате анализа.

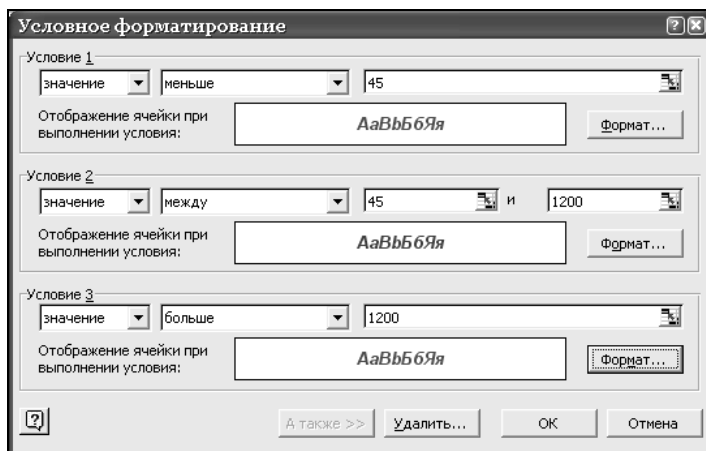


Рис. 2.8. Окно Условное форматирование

Форматирование рабочих листов

Кроме форматирования числовых данных, MS Excel предоставляет возможности общего форматирования данных, находящихся в ячейках или таблицах — выравнивание текста, выбор шрифтов, рамок и цвета фона. Для этого следует воспользоваться командой **Формат | Ячейки** (либо командой контекстного меню) для выделенной области или же соответствующими кнопками панели инструментов **Форматирование**. Можно, конечно, и "вручную" отформатировать каждую ячейку, находящуюся в таблице, однако в MS Excel есть функция автоматического форматирования (т. е. оформления различных параметров) подготовленной таблицы (команда **Формат | Автоформат**).

Для *автоматического форматирования* всей подготовленной таблицы следует:

- ❑ выделить таблицу, например, с помощью левой кнопки мыши;
- ❑ воспользоваться командой **Формат | Автоформат** и выбрать в открывшемся окне необходимый формат таблицы;
- ❑ подтвердить выполнение операции автоформатирования, нажав кнопку **ОК**.

В отличие от автоформатов, которые применяются для всей таблицы, *стили* (команда **Формат | Стил**ь) представляют собой комбинации параметров форматирования, которые можно использовать для любой отдельной ячейки. Область применения каждого из таких стилей распространяется лишь на ту рабочую книгу, в которой он был создан. Данное ограничение можно обойти, копируя стили из других рабочих книг.

Работа с формулами

Формулы в MS Excel предназначены для выполнения вычислений и анализа данных. Существует несколько основных характеристик для любой формулы:

- ❑ первым символом обязательно является знак равенства (=);
- ❑ результат вычисления формулы выводится в ячейке таблицы;
- ❑ в строке формул отображается формула, содержащаяся в активной ячейке;
- ❑ результат обновляется автоматически при изменении значений в ячейках, на которые ссылается формула (если работать в режиме автоматических вычислений).

При работе с формулами в MS Excel можно выбирать один из трех режимов:

- ❑ автоматический (по умолчанию);
- ❑ автоматический, кроме таблиц;
- ❑ вручную.

Для переключения режимов вычислений следует воспользоваться командой **Сервис | Параметры** | вкладка **Вычисления**. Для проверки установки режима вычислений **вручную** следует открыть

новую рабочую книгу, выделить, например, ячейку **A3**, затем ввести в нее формулу $=A1+A2$ и нажать клавишу <Enter> — в ячейке **A3** должен появиться нуль. Если же нуль не появляется, то установлен режим вычислений вручную.

Ссылки на ячейки в формулах

Ссылки делают формулы более удобными, т. к. дают возможность использовать данные, находящиеся в нескольких ячейках, таблицах и рабочих книгах. Ссылки могут быть использованы для идентификации как отдельных ячеек, так и групп ячеек.

Ранее мы рассмотрели два стиля ссылок на ячейки: **A1** и **R1C1**. При использовании ссылок в формулах их имена можно вводить с клавиатуры, а можно выделять с помощью мыши нужные ячейки.

При обращении к ячейке возможны относительная, абсолютная адресация и их комбинации — смешанная адресация (табл. 2.4):

- *относительная адресация* основана на том, что ссылки на ячейки создаются с учетом позиции ячейки, содержащей формулу, т. е. при копировании формулы в созданную ячейку ссылки в каждой копии изменяются таким образом, чтобы сохранялись те же соотношения, что и в исходной формуле;
- при копировании формул с *абсолютной адресацией* ссылки сохраняются (ссылка всегда указывает на одну и ту же ячейку). Ссылка на ячейку при абсолютной адресации содержит номер строки и букву столбца, перед которыми стоит знак доллара;
- иногда бывает необходимо, чтобы при копировании не менялась только строка или только столбец. В этих случаях используется *смешанная адресация*, которая содержит как абсолютные, так и относительные ссылки.

Клавиша <F4> при редактировании в формулах позволяет делать шаг в цикле всех комбинаций относительных и абсолютных ссылок.

Таблица 2.4. Относительные и абсолютные адреса в стиле A1

Относительный адрес	Абсолютный адрес	Ячейка (область ячеек)
C5	\$C\$5	Ячейка на пересечении столбца C и строки 5
B2:F5	\$B\$2:\$F\$5	Область ячеек в столбцах от B до F в строках от 2 до 5
D:D	\$D:\$D	Все ячейки столбца D
3:3	\$3:\$3	Все ячейки строки 3
2:6	\$2:\$6	Все ячейки строк от 2 до 6
1:3, 3:3, 5:5	\$1:\$3, \$3:\$3, \$5:\$5	Все ячейки строк 1, 3, 5
A:A, B:B, C:C	\$A:\$A, \$B:\$B, \$C:\$C	Все ячейки столбцов A, B, C
B2:D5, F2:H4	\$B\$2:\$D\$5, \$F\$2:\$H\$4	Область несмежных ячеек из диапазона от B2 до D5 и от F2 до H4

Ссылка на другие листы рабочей книги или на другие рабочие книги

Ссылка на другие листы данной рабочей книги осуществляется путем включения в формулу ссылки на лист:

Лист 5!A1,

причем ! (восклицательный знак) обязателен. Если имя листа содержит пробелы, нужно заключить ссылку на лист в кавычки.

Внешние ссылки — это ссылки на ячейки, находящиеся в других рабочих книгах, которые обязательно включают имя рабочей книги, заключенное в прямоугольные скобки:

[Книга 1] Лист 3! \$B\$4

Трехмерные ссылки (3D) — состоят из диапазона листов с указанием первого и последнего и диапазона ячеек с указанием тех из них, на которые делается ссылка:

=СУММ (Лист 1:Лист 6! \$E\$1:\$E\$6)

В этой формуле суммируются значения в диапазоне ячеек **SE\$1:SE\$6** на каждом из листов с "Лист 1" по "Лист 6".

Трехмерные ссылки можно использовать в следующих встроенных функциях MS Excel:

СРЗНАЧ (AVERAGE); СЧЕТ (COUNT); СЧЕТА (COUNTA); МАКС (MAX);
МИН (MIN); ПРОИЗВЕД (PRODUCT); СТАНДОТКЛ (STDEV); СУММ (SUM);
СТАНДОТКЛОНП (STDEVP); ДИСП (VAR); ДИСПР (VARP)

В формулах удобно в качестве адресов применять имена (как на отдельные ячейки, так и на диапазоны ячеек).

Операторы

Формула может содержать функции и математические операторы, порядок вычисления которых соответствует принятому в математике. Результатом вычисления формул, включающих арифметические операторы, являются числовые значения, а в случае операторов сравнения — логические значения **ИСТИНА** или **ЛОЖЬ**. В табл. 2.5 приведены математические операторы в формулах Excel.

Таблица 2.5. Математические операторы в формулах Excel

Оператор	Значение
(	Открыть скобку
)	Закрыть скобку
*	Умножение
/	Деление
+	Сложение
-	Вычитание
^	Возведение в степень
=	Равно
<	Меньше
<=	Меньше или равно

Таблица 2.5 (окончание)

Оператор	Значение
>	Больше
>=	Больше или равно
<>	Не равно
%	Определение процента

Примечание

Символ процента — оператор, который в формулах MS Excel делит предшествующее ему число на 100. Например, формула =5% дает результат 0,05, а формула =12781193%% — результат 12,781193.

MS Excel может обрабатывать не только арифметические формулы, но и производить операции с текстом, сравнивать и соотносить различные диапазоны и ячейки в рабочей книге.

Операции с текстом и датами

Конкатенация — соединение текста, числа и даты внутри одной ячейки. Оператором конкатенации служит знак &, который соединяет текст, числа и даты в одну длинную текстовую строку.

ПРИМЕР

Объединить в ячейку данные, находящиеся в различных ячейках рабочего листа MS Excel.

Решение

Решение приведено на рис. 2.9. В ячейку **A3** введена следующая формула:

=A1&ТЕКСТ(B1;" Д МММ ГГГГ ")&C1&ТЕКСТ(D1;" # ##0р.")

Здесь функция ТЕКСТ() применяет новый формат даты и денежный формат к содержимому ячеек **B1** и **D1** и преобразует их в текст.

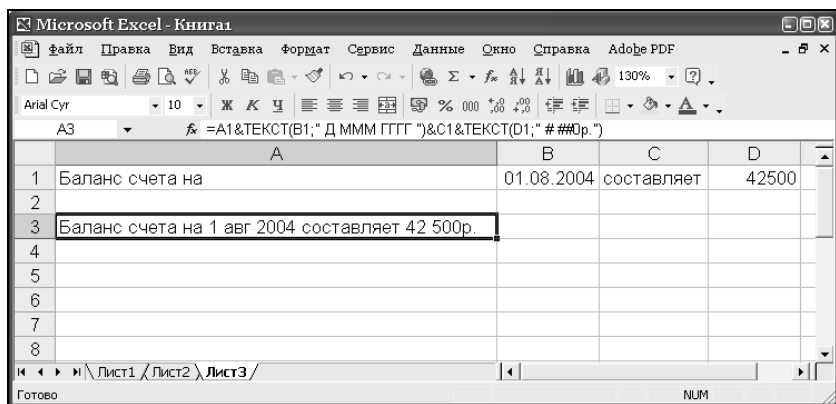


Рис. 2.9. Использование конкатенации

Текст, даты и время вводятся в формулы с помощью кавычек. Например, в результате действия формулы:

= "Итого" & ИТОГИ,

появится текст:

Итого 1 500 000 р.,

если в ячейке с именем **ИТОГИ** находится число 1500000 р.

Для выполнения действий с явными датами, т. е. с такими, которые явно указываются в формулах, используются формулы вида:

= "15/09/04" - "11/05/04"

или

= "24 августа 1993" - "26 мая 1990"

Эти формулы возвращают число дней между двумя датами.

Операции сравнения и адресные

Примеры операций сравнения в формулах:

□ `=A1<10` – ИСТИНА, если содержимое ячейки **A1** меньше 10; ЛОЖЬ, если `>` или `=10`.

□ `=B7>=15` – ИСТИНА, если содержимое ячейки **B7** `>` или `=15`; ЛОЖЬ, если `< 15`.

В табл. 2.6 приведены знаки адресных операций, а в табл. 2.7 — приоритеты операций MS Excel.

Таблица 2.6. Знаки адресных операций в MS Excel

Знак операции	Пример	Операция	Результат
:	СУММ (A1:A7)	Диапазон	Ссылка на все ячейки, в прямоугольном диапазоне, заключенном между двумя углами
,	СУММ (A1:A7 , B8)	Объединение	Объединение двух диапазонов: все ячейки из того и другого диапазона
Пробел	СУММ (A1:A7 A16:B300)	Пересечение	Пересечение двух диапазонов: все ячейки, общие для обоих диапазонов (если нет общих, возвращает #ПУСТО (#NULL))
Пробел	=Y 78 Кредит	Пересечение	Содержимое ячейки на пересечении столбца с именем Y 78 и строки с именем Кредит

Таблица 2.7. Таблица приоритетов операций (по убыванию) в MS Excel

Знак операции	Операция
Пробел	Пересечение
/	Объединение
–	Отрицание
%	Процент

Таблица 2.7 (окончание)

Знак операции	Операция
^	Возведение в степень
* и /	Умножение и деление
+ и –	Сложение и вычитание
&	Конкатенация текста
=< <= и т. д.	Сравнения

Автоматическое вычисление

В MS Excel имеется возможность автоматически проводить наиболее часто встречающиеся расчеты для выделенного диапазона данных (среднее значение, количество значений, количество чисел, максимум, минимум, сумму). Для этого в строке состояния в области автовычислений нужно выбрать из контекстного меню (при щелчке правой кнопкой мыши) необходимую функцию.

Функции

В процессе вычислений в MS Excel используются различные формулы, причем в качестве аргумента могут выступать константа, ссылка на ячейку или имя диапазона ячеек. В MS Excel существует множество *специальных функций*, в которые эти формулы уже встроены. Значения, к которым должна применяться функция, задаются в качестве аргументов функций:

= ИМЯ ФУНКЦИИ (Аргументы)

На формулы, содержащие функцию, не накладывается никаких ограничений по сравнению с другими формулами, в т. ч. их допускается копировать, учитывая тип ссылки (относительная или абсолютная).

Список всех функций MS Excel можно найти в окне **Мастер функций**, воспользовавшись командой **Вставка | Функция** или соответствующей кнопкой  на панели инструментов.

При задании в качестве аргумента диапазона ячеек можно передвинуть окно мастера функций (если оно мешает выделению) и выделить мышью нужный диапазон.

В общем случае формулы могут включать различные ссылки, операторы и функции. Допускается задание в качестве аргументов ссылок на диапазоны ячеек из других листов и книг:

= СУММ (C7:C9; Лист3! D8:D15; [Книга1]Лист5! \$E\$8: \$E\$23)

При указании адреса диапазона ячеек в качестве аргумента речь может идти как о смежных, так и о несмежных диапазонах. Адрес смежного диапазона ячеек задается посредством указания адресов первой и последней ячеек, разделенных двоеточием. Три и более несмежных диапазонов отделяются точкой с запятой.

Иногда сама функция служит аргументом другой функции. Такие функции называются *вложенными*. Например:

=СУММ (A1, СУММ (A5, A6))

MS Excel допускает не более 7 уровней вложения функций в формулах листа.

Логические функции

Создание сложных формул связано, как правило, с использованием встроенных логических функций MS Excel (табл. 2.8).

Таблица 2.8. Логические функции MS Excel

Функция	Описание
ЕСЛИ (логич_выражение; значение_если_истина; значение_если_ложь) IF ()	Логическое ветвление (допускает до 7 вложений): - логич_выражение — любое значение или выражение, принимающее значение ИСТИНА или ЛОЖЬ; - значение_если_истина — значение, которое возвращается, если логич_выражение равно ИСТИНА; - значение_если_ложь — значение, которое возвращается, если логич_выражение равно ЛОЖЬ

Таблица 2.8 (окончание)

Функция	Описание
И (логич_значение 1; логич_значение 2;...) AND ()	Логическое умножение: возвращает значение ИСТИНА, если все аргументы имеют значение ИСТИНА; возвращает значение ЛОЖЬ, если хотя бы один аргумент имеет значение ЛОЖЬ
ИЛИ (логич_значение 1; логич_значение 2;...) OR ()	Логическое сложение: возвращает значение ИСТИНА, если хотя бы один из аргументов имеет значение ИСТИНА; возвращает значение ЛОЖЬ, если все аргументы имеют значение ЛОЖЬ
НЕ (логич_значение) NOT ()	Логическое отрицание: изменяет на противоположное значение своего аргумента

Рассмотрим подробнее логическую функцию ЕСЛИ():

ЕСЛИ(проверяемое логическое условие; значение если истина; значение если ложь)

Данное выражение можно расширить за счет вложенной функции ЕСЛИ в последней:

ЕСЛИ(проверяемое логическое условие; значение если истина;
ЕСЛИ(проверяемое логическое условие; значение если истина;
ЕСЛИ(проверяемое логическое условие; значение если истина;
значение если ложь))

Внимание!

Как отмечалось ранее, формулы можно копировать и перемещать. Однако нужно учитывать, что относительные ссылки, которые содержатся в формулах, будут изменяться. Перемещение формул — довольно опасная операция, поэтому следует быть внимательными. Во избежание проблем рекомендуется присвоить ячейкам имена, т. к. имена всегда ссылаются на одни и те же значения, независимо от того, куда и как их переместили.

Ошибки в формулах и отслеживание зависимостей

Если при задании формулы были допущены ошибки, результатом ее вычисления в ячейке будет значение ошибки (рис. 2.10). Первый символ ошибки в MS Excel представляет собой символ #, за которым следует текст. Текст значения ошибки может завершаться восклицательным знаком или знаком вопроса. Однако так распознать можно не все ошибки.

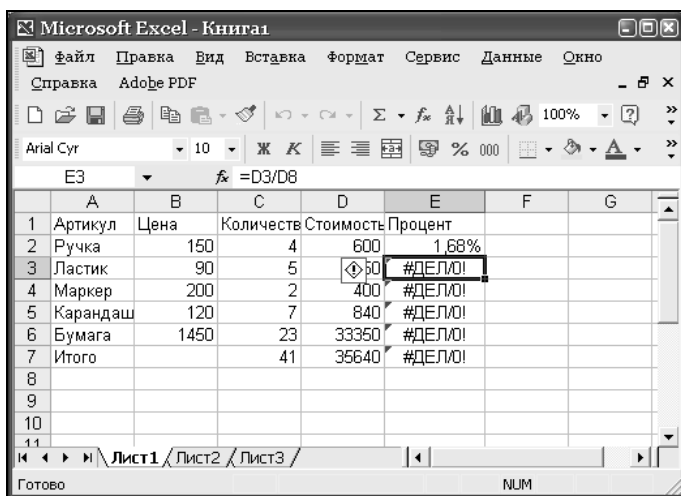


Рис. 2.10. Пример ошибки при задании формулы — деление на ноль

Для облегчения поиска можно включить режим отображения в ячейках формул вместо результата. Для этого следует установить флажок **Формулы** в области **Параметры окна** вкладки **Вид** диалогового окна **Параметры**, вызываемого командой **Сервис | Параметры**.

Для поиска ошибок в MS Excel существует вспомогательная функция — *отслеживание зависимостей*, с помощью которой можно графически представить на экране связи между влияющими и зависимыми ячейками. Ячейка является *зависимой*, если она содержит формулу со ссылкой на активную ячейку. *Влияющей*

называется ячейка, на которую ссылается формула в активной ячейке.

Для отслеживания зависимостей, т. е. для графического представления влияющих и зависимых ячеек, используют команду **Сервис | Зависимости**. Облегчить работу с функцией отслеживания зависимостей можно с помощью панели **Зависимости** (рис. 2.11). Устанавливается панель командой **Сервис | Зависимости | Панель зависимостей**.

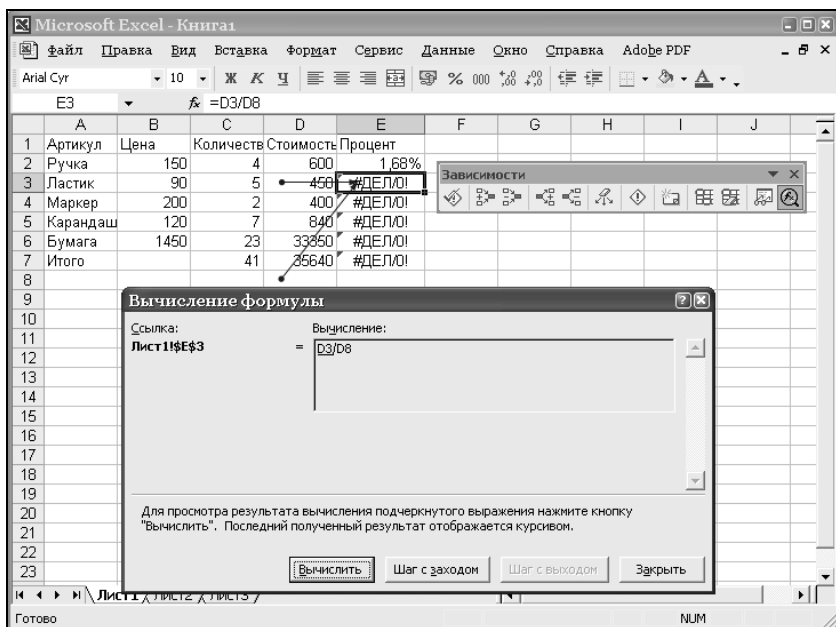


Рис. 2.11. Использование панели инструментов **Зависимости**

В случае, если в ячейке появилось значение ошибки, можно попробовать установить возможную причину с помощью команды **Сервис | Зависимости | Источник ошибки** (стрелки укажут ячейки с ошибкой).

Поиск ошибок может занять много времени. При этом существенную помощь оказывает команда **Правка | Перейти | Выделить**. В открывшемся окне **Выделение группы ячеек** можно выбирать отдельные части рабочего листа (табл. 2.9).

Таблица 2.9. Параметры окна **Выделение группы ячеек**

Параметр	Действие
Константы (Constants)	Выделение констант выбранного типа: числа, текст, логическое значение и ошибки
Формулы (Formulas)	Выделение формулы с результатами выбранного типа
Числа (Numbers)	Выделение констант или формул, возвращающих числа
Логические (Logicals)	Выделение констант или формул, которые возвращают логическое значение (ИСТИНА / ЛОЖЬ)
Текст (Text)	Выделение констант или формул, которые возвращают текст
Ошибки (Errors)	Выделение ячеек со значениями ошибок
Влияющие ячейки (Precedents)	Выделение ячеек, влияющих на активную ячейку
Зависящие ячейки (Dependents)	Выделение ячеек, которые зависят от активной ячейки
Отличия по строкам (Row differences)	Выделение в той же строке ячеек, имеющих другой вид ссылки
Отличия по столбцам (Column differences)	Выделение в том же столбце ячеек, имеющих другой вид ссылки

Для перемещения активной ячейки среди ранее выделенных с сохранением выделения необходимо пользоваться клавишами <Tab> (движение вперед) или <Shift>+<Tab> (движение назад).

Совет

Для поиска ошибок в формулах:

- Выделите ячейку, дающую неверный результат или значение ошибки.
- В строке формул выделите вызывающий сомнения элемент формулы.

- Нажмите клавишу <F9> — для вычисления выделенной части: если появляется ЛОЖЬ, имеем ошибку.
- Выделяйте таким же образом и вычисляйте другие части формулы до тех пор, пока не найдется ошибка.
- Чтобы вернуть формулу к первоначальному виду (т. е. без сообщения ЛОЖЬ или без вычисленной части), нажмите клавишу <Esc> либо кнопку **Отмена** в строке формул.
- Исправьте ошибочную часть формулы.

Задания

Подготовить соответствующие ведомости, воспользовавшись приведенными рекомендациями.

1. Сформировать объявления о продаже квартир согласно образцу (рис. 2.12).

	G	H
1	Объявления - Продажа квартир	
2	2-х кв., по ул.Соломовой, площадь: 48.6-31.4, 5/5этаж, 11 400р., телефон	
3	2-х кв., по ул.А.Мицкевича, площадь: 48.8-27.8, 1/9этаж, 12 500р., телефона нет	
4	3-х кв., по ул.Курчатова, площадь: 65.8-41.2, 8/9этаж, 16 000р., телефон	
5	3-х кв., по ул.Тавлая, площадь: 65.1-38.9, 9/9этаж, 15 700р., телефон	
6		
7		

Рис. 2.12. Объявления о продаже квартир

Рекомендации по созданию ведомости объявлений

- Сгруппировать имеющиеся данные по квартирам в виде списка (рис. 2.13).

	A	B	C	D	E	F
	Кол-во комнат	Адрес	Цена	Площадь	Этаж	Тел
1						
2	2-х	ул.Соломовой	11 400	48.6--31.4	5\5	+
3	2-х	ул.А.Мицкевича	12500	48.8-27.8	1\9	-
4	3-х	ул.Курчатова	16000	65.8-41.2	8\9	+
5	3-х	ул.Тавлая	15700	65.1-38.9	9\9	+
6						

Рис. 2.13. Данные о квартирах, выставленных на продажу

- В ячейку **G2** ввести формулу:

=A2&" кв., по "&B2&", площадь: "&D2&", "&E2&"этаж, "&ТЕКСТ(C2;"# ##0р.")&", "&ЕСЛИ(F2="+";"телефон"; "телефона нет")

- Для диапазона **G3:G5** воспользоваться маркером автозаполнения либо скопировать данную формулу.
- При необходимости отформатировать полученные объявления, используя команду **Формат | Автоформат**.

2. Сформировать и заполнить ведомость переоценки основных средств производства по форме, приведенной на рис. 2.14.

Рекомендации по созданию ведомости

- В ячейку **A1** ввести название ведомости.
- В ячейки **A4:F4** ввести названия полей ведомости: Наименование объекта, Балансовая стоимость (БС), Износ объекта (ИО), Остаточная стоимость (ОС), Восстановительная полная стоимость (ВПС), Восстановительная остаточная стоимость (ВОС). Поле Наименование объекта **включает следующие строки**: Отдел менеджмента и маркетинга, Отдел транспорти-

ровок, Сборочный цех, Отделочный цех, Склад № 1, Склад № 2, Склад № 3, Итого.

	A	B	C	D	E	F
1	ВЕДОМОСТЬ ПЕРЕОЦЕНКИ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА					
2						
3						
4	Наименование объекта	Балансовая стоимость (БС)	Износ объекта (ИО)	Остаточная стоимость (ОС)	Восстановительная полная стоимость (ВПС)	Восстановительная остаточная стоимость (ВОС)
5	Отдел менеджмента и маркетинга	19087,8	568,8	18519	95439	92595
6	Отдел транспортировок	407,2	203	204,2	1180,88	592,18
7	Сборочный цех	673	198,8	474,2	2893,9	2039,06
8	Отделочный цех	821,6	401,2	420,4	3532,88	1807,72
9	Склад №1	598,7	131	467,7	1736,23	1356,33
10	Склад №2	610	311,2	298,8	2623	1284,84
11	Склад №3	756,8	159,5	597,3	3254,24	2568,39
12	Итого	22955,1	1973,5	20981,6	110660,13	102243,52
13						
14						

Рис. 2.14. Ведомость переоценки основных средств производства

- Формулы для расчетов:

$OC = BC - IO$

$BPC = BC * K$

$BOC = OC * K$

где K — коэффициент, равный:

- 3,3 — если БС меньше либо равен 650 млн руб.;
 - 4,2 — если БС больше 650 млн руб., но меньше 1000 млн руб.;
 - 5,1 — если БС равен 1000 млн руб. или более.
- Для формирования автоматических расчетов используйте следующие формулы:

- для ячейки **D5**:

=B5-C5

- для ячейки **E5**:

=B5*ЕСЛИ (B5<=600;2,9;ЕСЛИ (И (B5>600;B5<1000) ;4,3;5))

- для ячейки **F5**:

=D5*ЕСЛИ (B5<=600;2,9;ЕСЛИ (И (B5>600;B5<1000) ;4,3;5))

- Результирующую строку **Итого** получить использованием, например, для ячейки **B12** формулы:

=СУММ (B5:B11)

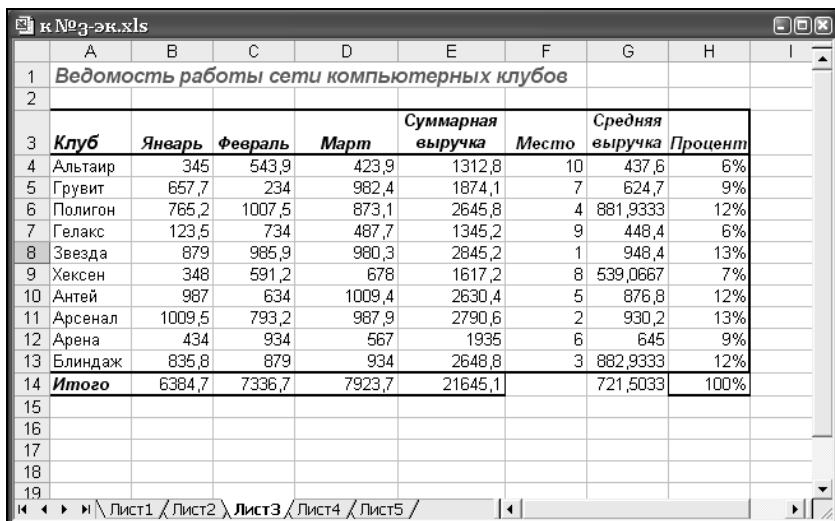
либо следует выделить диапазон ячеек **B12:F12** и воспользоваться возможностью автосуммирования (нажать кнопку **Автосумма**  на панели инструментов).

Примечание

Стрелка возле кнопки **Автосумма** в версиях MS Excel XP и выше позволяет производить автоматические вычисления с использованием других функций (например, среднее, максимум, минимум и т. д.).

- Отформатировать полученные в таблице результаты, а также название ведомости.

3. Сформировать и заполнить отчетную ведомость работы сети компьютерных клубов по форме, приведенной на рис. 2.15.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Ведомость работы сети компьютерных клубов								
2									
3	Клуб	Январь	Февраль	Март	Суммарная выручка	Место	Средняя выручка	Процент	
4	Альтаир	345	543,9	423,9	1312,8	10	437,6	6%	
5	Грувит	657,7	234	982,4	1874,1	7	624,7	9%	
6	Полигон	765,2	1007,5	873,1	2645,8	4	881,9333	12%	
7	Гелакс	123,5	734	487,7	1345,2	9	448,4	6%	
8	Звезда	879	985,9	980,3	2845,2	1	948,4	13%	
9	Хексен	348	591,2	678	1617,2	8	539,0667	7%	
10	Антей	987	634	1009,4	2630,4	5	876,8	12%	
11	Арсенал	1009,5	793,2	987,9	2790,6	2	930,2	13%	
12	Арена	434	934	567	1935	6	645	9%	
13	Блиндаж	835,8	879	934	2648,8	3	882,9333	12%	
14	Итого	6384,7	7336,7	7923,7	21645,1		721,5033	100%	
15									
16									
17									
18									
19									

Рис. 2.15. Ведомость работы сети компьютерных клубов

Рекомендации по созданию ведомости

- В ячейку **A1** ввести название ведомости.
- В ячейки **A3:H3** ввести названия полей ведомости: Клуб, Январь, Февраль, Март, Суммарная выручка, Место, Средняя выручка, Процент. Поле Клуб включает следующие строки: Альтаир, Грувит, Политон, Гелакс, Звезда, Хексен, Антей, Арсенал, Арена, Блиндаж, Итого.
- Основные формулы для вычислений, которые копируются для аналогичных вычислений по строкам, представлены в табл. 2.10.

Таблица 2.10. Формулы для расчета

Ячейка	Формула
E4	=СУММ(B4:D4)
B14	=СУММ(B4:B13)
F4	=РАНГ(E4;\$E\$4:\$E\$13)
G4	=СРЗНАЧ(B4:D4)
G14	=СРЗНАЧ(G4:G13)
H4	=E4/\$E\$14

- Отформатировать полученную ведомость.
4. Сформировать на рабочем листе ведомость "Расчет заработной платы работников научно-проектного отдела "Альфа"" (рис. 2.16).

Рекомендации по созданию ведомости

- В ячейку **A2** поместить название ведомости — Расчет заработной платы работников научно-проектного отдела "Альфа", отцентрировать по левому краю (например, командой **Формат | Ячейки |** вкладка **Выравнивание** либо соответствующей кнопкой **По правому краю**  на панели инструментов).

РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ РАБОТНИКОВ НАУЧНО-ПРОЕКТНОГО ОТДЕЛА "АЛЬФА"										
№ пп	Фамилия И.О.	Должность	Тарифная ставка	Стаж	к	Надбавка за стаж	Итого	Процент налога	Удержать	Выплата
1	Вольская А.Д.	лаборант	5 670,00р.	2	0,1	567	6 237,00р.	2%	124,74р.	Выдаты: 6 112 руб.
2	Ермаков Л.П.	инженер	8 000,00р.	5	0,1	800	8 800,00р.	2%	176,00р.	Выдаты: 8 624 руб.
3	Завит В.Д.	млн. сотрудник	7 700,00р.	11	0,25	1925	9 625,00р.	2%	192,50р.	Выдаты: 9 433 руб.
4	Иванова А.С.	лаборант	5 500,00р.	4	0,1	550	6 050,00р.	2%	121,00р.	Выдаты: 5 929 руб.
5	Иванович В.П.	ст.м. сотрудник	9 700,00р.	6	0,2	1940	11 640,00р.	10%	1 164,00р.	Выдаты: 10 476 руб.
6	Копеев А.А.	инженер	8 000,00р.	3	0,1	800	8 800,00р.	2%	176,00р.	Выдаты: 8 624 руб.
7	Майорова Н.П.	инженер	8 000,00р.	8	0,2	1600	9 600,00р.	2%	192,00р.	Выдаты: 9 408 руб.
8	Мороз В.И.	ст.м. сотрудник	9 700,00р.	1	0,1	970	10 670,00р.	10%	1 067,00р.	Выдаты: 9 603 руб.
9	Павлова Е.И.	млн. сотрудник	7 700,00р.	2	0,1	770	8 470,00р.	2%	169,40р.	Выдаты: 8 301 руб.
10	Петрашнев Г.С.	зав. лабораторией	12 200,00р.	16	0,3	3660	15 860,00р.	20%	3 172,00р.	Выдаты: 12 688 руб.
11	Петров В.М.	лаборант	5 670,00р.	5	0,1	567	6 237,00р.	2%	124,74р.	Выдаты: 6 112 руб.
12	Сергейчик П.П.	млн. сотрудник	7 700,00р.	11	0,25	1925	9 625,00р.	2%	192,50р.	Выдаты: 9 433 руб.
13	Степаненко А.В.	ст.м. сотрудник	9 700,00р.	4	0,1	970	10 670,00р.	10%	1 067,00р.	Выдаты: 9 603 руб.
14	Ульянов А.С.	лаборант	5 500,00р.	7	0,2	1100	6 600,00р.	2%	132,00р.	Выдаты: 6 468 руб.
15	Уткин Г.И.	ст.м. сотрудник	9 700,00р.	6	0,2	1940	11 640,00р.	10%	1 164,00р.	Выдаты: 10 476 руб.
Всего к выдаче:							140 524,00р.		9 234,00р.	Выдаты: 131 289 руб.

Рис. 2.16. Ведомость по расчету заработной платы работников научно-проектного отдела "Альфа"

- В ячейки **A3:K3** ввести названия полей ведомости: № пп, фамилия И.О., Должность, Тарифная ставка, Стаж, к, Надбавка за стаж, Итого, Процент налога, Удержать, Выплата.
- К шапке ведомости — к каждому столбцу — создать скрытые примечания (рис. 2.17). Примечания создаются командой **Вставка | Примечание** (также можно использовать панель инструментов **Рецензирование**, которая добавляется командой **Вид | Панели инструментов | Рецензирование**):
 - № пп — номер работника отдела;
 - фамилия И.О. — заносятся все фамилии работающих в научно-проектном отделе;
 - Должность — занимаемая должность на момент заполнения ведомости;
 - Тарифная ставка — денежный эквивалент занимаемой должности;
 - Стаж — вносится целое число отработанных лет на момент заполнения ведомости;
 - к — коэффициент за стаж работы;
 - Надбавка за стаж — денежный эквивалент за стаж работы;

- Итого — начисление заработной платы с учетом тарифной ставки и стажа работы;
- Процент налога — определяет процент отчислений в бюджет;
- Удержать — денежный эквивалент отчислений в бюджет;
- Выплата — сумма, предназначенная к выдаче.

к №02.xls

	А	В	С	Д	Е	Ф
	№	Фамилия И.О.	Должность	З/П	ВЖ	к
13	пп					
14	1	Вольская А.Д.	лаборант	10,00р.	2	0,1
15	2	Ермаков Л.П.	инженер	20,00р.	5	0,1
16	3	Заяц В.Д.	мл.н. сотрудник	15,00р.	11	0,25
17	4	Иванова А.С.	лаборант	10,00р.	4	0,1
18	5	Игнатович В.П.	ст.н. сотрудник	23,00р.	6	0,2
19	6	Котов А.А.	инженер	20,00р.	3	0,1
20	7	Михайлова Н.П.	инженер	20,00р.	8	0,2
21	8	Мороз В.И.	ст.н. сотрудник	23,00р.	1	0,1
22	9	Никонова Е.И.	мл.н. сотрудник	15,00р.	2	0,1
23	10	Петрашевич Г.С.	зав. лабораторией	35,00р.	16	0,3
24	11	Петров В.М.	лаборант	10,00р.	5	0,1
25	12	Сергейчик П.П.	мл.н. сотрудник	15,00р.	11	0,25
26	13	Степаненко А.В.	ст.н. сотрудник	23,00р.	4	0,1

заносятся все фамилии работающих в научно-проектном отделе

ведомость примечания Лист3

Рис. 2.17. Создание примечаний к ведомости

- При расчетах в ведомости учитывать следующее:
 - к, Надбавка за стаж, Итого, Процент налога, Удержать, Выплата — вычисляются с помощью соответствующих формул, с использованием автозаполнения или копирования формулы.
 - Коэффициент к присваивается из следующего расчета: 0,1 — отработано до 5 лет включительно, 0,2 — от 5 до 10 лет включительно, 0,25 — от 10 до 15 лет включительно, 0,3 — свыше 15 лет. Формула для ячейки F4:

$$=ЕСЛИ(Е4<=5;0,1;ЕСЛИ(И(Е4>5;Е4<=10);0,2;ЕСЛИ(И(Е4>10;Е4<=15);0,25;0,3)))$$

- ▢ Надбавка за стаж — денежный эквивалент за стаж работы. Формула для ячейки **G4**:

=D4*F4

Пользовательский формат числа для ячейки **G4**:

##0,00р.;

(вводится командой **Формат | Ячейки |** вкладка **Число**, из списка **Числовые форматы** выбрать **Все форматы** и в поле **Тип** ввести указанный формат).

- ▢ Итого — тарифная ставка с учетом стажа. Формула для ячейки **H4**:

=D4+G4

Пользовательский формат числа для ячейки **H4**:

##0,00р.;

- ▢ Процент налога — учитывает, что: 2 % — начисление (по Итого) составляет до 7000 р. включительно, 10% — более 7000 р. до 10 000 р. включительно, 20% — более 10 000 р. до 25 000 р. включительно, 35% — превышающие 25 000 р. Формула для ячейки **I4**:

=ЕСЛИ (H4<=7000;0,02;ЕСЛИ (И (H4>7000;H4<=10000) ;0,1;ЕСЛИ (И (H4>10000;H4<=25000) ;0,2;0,35)))

Формат числа для ячейки I4 — Процентный.

- ▢ Удержать — денежный эквивалент налогов. Формула для ячейки **J4**:

=H4*I4

Пользовательский формат числа для ячейки **J4**:

##0,00р.;

- ▢ Выплата — сумма к выдаче: Итого без Удержать.

- Требования к столбцу Стаж:

- ▢ Создать пользовательский формат данных, учитывающий стаж работы: до 5 лет — данные представлены желтым цветом, от 5 до 10 — синим, от 10 до 15 — зеленым, свыше 15 — красным.

- Воспользоваться командой **Формат | Ячейки** и ввести пользовательский формат для ячейки **E4**:

[Красный] # ##0;

а также использовать команду **Формат | Условное форматирование** (рис. 2.18).

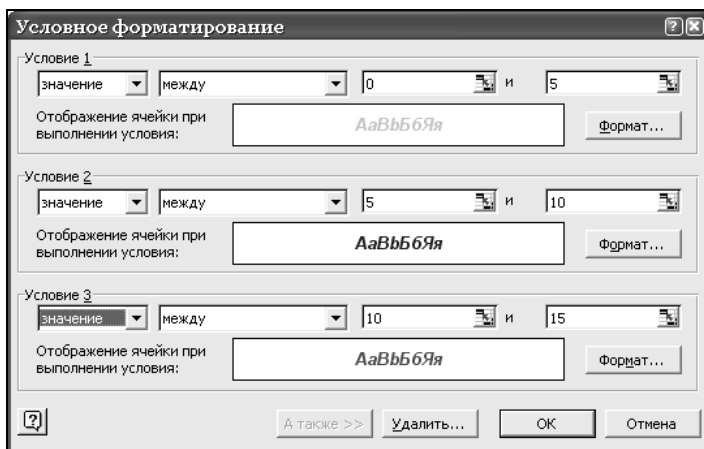


Рис. 2.18. Использование условного форматирования для представления данных столбца **Стаж**

- В случае ввода отрицательного числа лет должно появляться соответствующее окно (рис. 2.19). Для проверки ввода чисел использовать команду **Данные | Проверка |** вкладка **Сообщение об ошибке**.

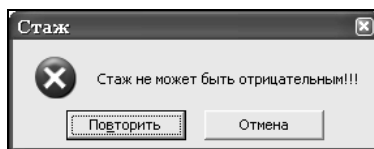


Рис. 2.19. Сообщение о неправильном вводе в поле **Стаж**

- Для поля **Тарифная ставка** — вывести постоянное сообщение: **Тарифная ставка. Будьте внимательны при вводе тарифной ставки** (рис. 2.20), для получения которого ис-

пользовать команду **Данные | Проверка | вкладка Сообщения для ввода**.

к N02.xls

РАБОТНИКОВ НАУЧНО-П

№ пп	Фамилия И.О.	Должность	Тарифная ставка	Стаж	k	Надбавка за стаж	Итого	Процент налога	У
1	Вольская А.Д.	лаборант	5 670,00р.	2	0,1	567,00р.	6 237,00р.	2%	
2	Ермаков Л.П.	инженер	8 000,00р.			800,00р.	8 800,00р.	10%	
3	Заяц В.Д.	мл.н. сотрудник	7 700,00р.			1 925,00р.	9 625,00р.	10%	
4	Иванова А.С.	лаборант	5 500,00р.			550,00р.	6 050,00р.	2%	
5	Игнатович В.П.	ст.н. сотрудник	9 700,00р.			1 940,00р.	11 640,00р.	20%	
6	Котов А.А.	инженер	8 000,00р.			800,00р.	8 800,00р.	10%	
7	Михайлова Н.П.	инженер	8 000,00р.			1 600,00р.	9 600,00р.	10%	
8	Мороз В.И.	ст.н. сотрудник	9 700,00р.	7	0,1	970,00р.	10 670,00р.	20%	
9	Никонова Е.И.	мл.н. сотрудник	7 700,00р.	2	0,1	770,00р.	8 470,00р.	10%	
10	Петрашевич Г.С.	зав.лаборатории	12 200,00р.	16	0,3	3 660,00р.	15 860,00р.	20%	
11	Петров В.М.	лаборант	5 670,00р.	5	0,1	567,00р.	6 237,00р.	2%	
12	Сергейчик П.П.	мл.н. сотрудник	7 700,00р.	11	0,25	1 925,00р.	9 625,00р.	10%	
13	Степаненко А.В.	ст.н. сотрудник	9 700,00р.	4	0,1	970,00р.	10 670,00р.	20%	
14	Уланович А.С.	лаборант	5 500,00р.	7	0,2	1 100,00р.	6 600,00р.	2%	
15	Уткин П.И.	ст.н. сотрудник	9 700,00р.	6	0,2	1 940,00р.	11 640,00р.	20%	
16	Всего к выдаче:						140 524,00р.		1

ведомость / примечания / Лист 3 /

Рис. 2.20. Сообщение для поля Тарифная ставка

к N02.xls

Тарифная ставка	Стаж	k
Тарифная ставка не может быть отрицательной!	2	0,1
000,00р.	5	0,1
700,00р.	11	0,25
500,00р.	4	0,1
700,00р.	6	0,2
000,00р.	3	0,1
000,00р.	8	0,2
9 700,00р.	1	0,1
7 700,00р.	2	0,1
12 200,00р.	16	0,3
5 670,00р.	5	0,1

Тарифная ставка
БУДЬТЕ ВНИМАТЕЛЬНЫ
ПРИ ВВОДЕ ТАРИФНОЙ
СТАВКИ

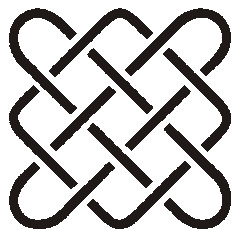
ведомость / примечания / Лист 3 /

Рис. 2.21. Сообщение при вводе отрицательной тарифной ставки

- В случае ввода отрицательных значений в столбце Тарифная ставка появляется соответствующее предупреждение: **Тарифная ставка не может быть отрицательной** (рис. 2.21), которое формируется через пользовательский формат:

##0,00р.; [Красный]"Тарифная ставка не может быть отрицательной!"

ГЛАВА 3



Решение задач с использованием формул и функций

Задачи общего свойства

Возможности MS Excel удобно использовать для решения различных математических, физических, экономических и других задач. Достаточно правильно расположить информацию на рабочем листе, т. е. подготовить начальные данные и определиться с местом расположения результата, а также ввести необходимые формулы для расчетов.

В MS Excel имеется большой выбор встроенных функций для обработки как числовых значений, так и данных другого типа, содержащейся в ячейках. Просмотреть имеющиеся категории функций и конкретное назначение отдельной функции можно с помощью *мастера функций* (вызывается командой **Вставка | Функции** либо соответствующей кнопкой  на панели инструментов **Стандартная**).

ПРИМЕР

На плоскости заданы координаты точек. Определить, сколько заданных точек принадлежит области, определенной системой неравенств:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 \leq 25 \\ x^2 + y^2 \geq 9 \\ \begin{cases} y \leq -x - 10 \\ x \geq -10 \\ y \geq -10 \end{cases} \end{cases}$$

Решение

Результат определения принадлежности точек представлен на рис. 3.1.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Подсчет точек, принадлежащих заданной области							
2								
3	Заданный массив точек на плоскости							
4	x	y	Точки, принадлежащие диапазону					
5	3	2	1	данная точка принадлежит диапазону				
6	4	5	0					
7	-10	0	1	данная точка принадлежит диапазону				
8	0	10	0					
9	3	9	0					
10	-1	-2	0					
11	6	9	0					
12	23	14	0					
13	-12	20	0					
14	-9	-12	0					
15	1	2	0					
16	3	3	1	данная точка принадлежит диапазону				
17	1	4	1	данная точка принадлежит диапазону				
18	7	0	0					
19	-9	-8	1	данная точка принадлежит диапазону				
20								
21	Общее количество точек, принадлежащих диапазону		5					
22								

Рис. 3.1. Принадлежность точек заданной области

Для выполнения задания:

1. В соответствующие ячейки рабочего листа введите необходимые подписи для данных:

- в ячейку **A1** — текст: Подсчет точек, принадлежащих заданной области;
- в ячейку **A3** — текст: Заданный массив точек на плоскости;

Совет

Используйте комбинацию клавиш <Alt>+<Enter> для перехода к следующей строке ячейки, затем выделите ячейку **A3** (с текстом) и **B3** (соседнюю) и нажмите на панели инструментов кнопку 

Объединить и поместить в центре.

- в ячейки **A4** и **B4** — соответственно x , y ;
 - в ячейку **D4** — текст: Точки, принадлежащие диапазону;
 - в ячейки **A5:B19** (диапазон зависит от количества точек) — координаты заданных точек;
 - в ячейку **A21** — текст: Общее количество точек, принадлежащих диапазону (в данном случае поступаем аналогично заполнению ячеек **A3** и **B3**).
2. В соответствии с заданными неравенствами формируется формула для определения принадлежности точки, удовлетворяющей хотя бы первой или второй группе неравенств, причем в случае положительного результата значению ячейки присвоится 1.

Итак, в ячейку **C5** добавьте следующую формулу (используя встроенные функции MS Excel):

```
=ЕСЛИ(ИЛИ(И(A5^2+B5^2<=25;A5^2+B5^2>=9);  
И(B5<=(-A5)-10;A5>=-10;B5>=-10));1;0)
```

которая далее копируется на диапазон **C6:C19**.

3. Для организации текстовой подписи принадлежности добавьте в ячейку **D5** (и соответственно в диапазон **D5:D19**) формулу:

```
=ЕСЛИ(C5=1;"данная точка принадлежит диапазону";)
```

причем пользовательский формат для отображения чисел в диапазоне ячеек **D5:D19** следующий:

```
;; [Белый]
```

4. В ячейку **C21** введите формулу:

=СУММ(C5:C19)

5. При необходимости можно отформатировать ячейки с данными и текстом, используя соответствующие кнопки панели инструментов **Форматирование**.

ПРИМЕР

Для заданных целых чисел определить количество чисел, кратных 3.

Решение

Результат для количества точек, кратных 3, представлен на рис. 3.2.

Для выполнения задания:

1. В соответствующих ячейках рабочего листа добавьте необходимые подписи для данных и заданный диапазон чисел.

	A	B	C	D	E	F
1	Количество чисел, кратных 3					
2						
3	Заданный диапазон чисел		Деление точки на 3			
4	2	0				
5	-7	0				
6	89	0				
7	4	0				
8	67	0				
9	76	0	Данная точка делится без остатка на 3			
10	-987	1	Данная точка делится без остатка на 3			
11	45	1	Данная точка делится без остатка на 3			
12	12234	1	Данная точка делится без остатка на 3			
13	4576893	1	Данная точка делится без остатка на 3			
14	546	1	Данная точка делится без остатка на 3			
15	99	1	Данная точка делится без остатка на 3			
16	27	1	Данная точка делится без остатка на 3			
17	-18	1				
18	32	0				
19	56	0	Данная точка делится без остатка на 3			
20	132	1				
21						
22	Общее количество точек, кратных 3		9			

Рис. 3.2. Количество точек, кратных 3

2. В ячейку **B4** введите формулу:

=ЕСЛИ (ОСТАТ (A4;3)=0;1;0)

которая далее копируется на диапазон **B5:B20**.

3. В ячейку **C4** (соответственно в диапазон **C4:C20**) введите формулу:

=ЕСЛИ (B5=1;"Данная точка делится без остатка на 3";).

Пользовательский формат для диапазона **C4:C20**:

;; [Белый]

4. В ячейку **C22** введите формулу:

=СУММ (B4:B20)

5. При необходимости можно отформатировать ячейки с данными и текстом, используя соответствующие кнопки панели инструментов **Форматирование**.

ПРИМЕР

Удвоить числа, расположенные на нечетных местах одномерного массива, и определить их сумму.

Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.3.

Для выполнения задания:

1. В соответствующие ячейки рабочего листа добавьте необходимые подписи для данных и заданный диапазон чисел.
2. В ячейку **B4** введите формулу:

=ЕСЛИ (ОСТАТ (СТРОКА (A4) ;2) <>0;2*A4;0)

которая далее копируется на диапазон **B5:B12**.

3. В ячейку **B15** введите формулу:

=СУММ (B4:B11)

4. При необходимости можно отформатировать ячейки с данными и текстом, используя соответствующие кнопки панели инструментов **Форматирование**.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Сумма удвоенных чисел,						
2	расположенных на нечетных местах одномерного массива						
3	Заданный диапазон чисел	Удвоение чисел					
4		45	0				
5		2	4				
6		34	0				
7		78	156				
8		7	0				
9		12	24				
10		98	0				
11		65	130				
12							
13							
14	Сумма удвоенных чисел		314				
15							
16							

Рис. 3.3. Сумма удвоенных чисел, расположенных на нечетных местах одномерного массива

ПРИМЕР

Подсчитать число точек, попадающих в объединение фигуры, образованной двумя пересекающимися прямоугольниками с соответствующими координатами: (3; -2), (3; 2), (10; 2), (10; -2) и (6; -3), (6; 5), (8; 5), (8; -3). Координаты точек заданы массивами целых чисел $X(30)$ и $Y(30)$.

Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.4.

Для выполнения задания:

1. В соответствующие ячейки рабочего листа внесите необходимые подписи для данных и данные:

- ячейка **A7**: Произвольное число;
- ячейка **A8**: $k =$;
- ячейка **B8**: 9;
- ячейка **A9**: Заданный массив;

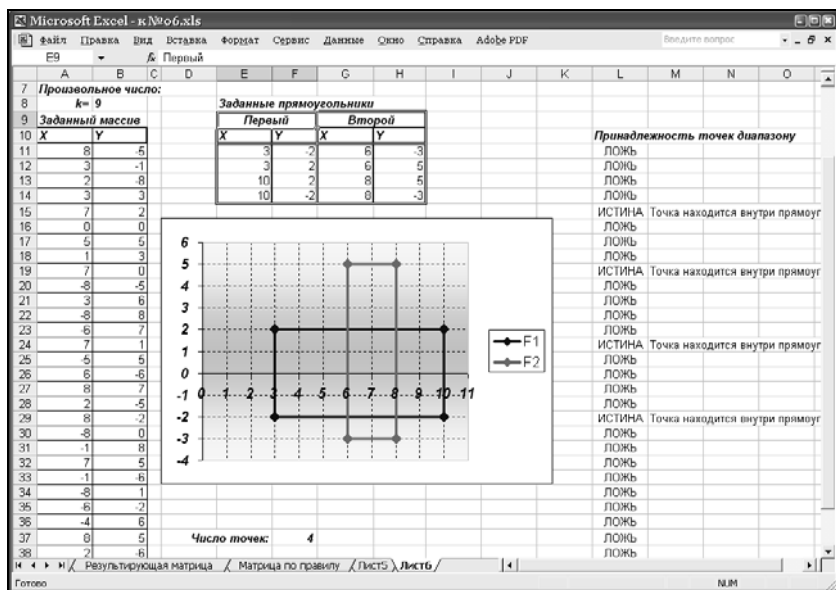


Рис. 3.4. Количество точек в заданном диапазоне

- ячейка **A10**: X;
- ячейка **B10**: Y;
- ячейка **E8**: Заданные прямоугольники;
- ячейка **E9**: Первый (для формирования этой подписи над двумя столбцами производится объединение с соседней ячейкой);
- ячейка **E10**: X;
- ячейка **F10**: Y;
- ячейка **G9**: Второй (для формирования этой подписи над двумя столбцами производится объединение с соседней ячейкой);
- ячейка **G10**: X;
- ячейка **H10**: Y;
- ячейка **L10**: Принадлежность точек диапазону;

- ячейка **D37**: Число точек (для формирования этой подписи над двумя столбцами производится объединение с соседней ячейкой);
 - ячейки **E11:F14** — вводятся координаты первого прямоугольника;
 - ячейки **G11:H14** — вводятся координаты второго прямоугольника.
2. Для формирования массивов координат заданных целых чисел необходимо воспользоваться следующими функциями:
- `=СЛЧИС() * а` — случайное число между 0 и а (меняется);
 - `=ОТБР (число; число_разрядов)` — отбрасывает дробную часть числа так, что остается целое число. Здесь: `число` — усечаемое число; `число_разрядов` — число, определяющее точность усечения. Значение по умолчанию аргумента `число_разрядов` — 0 (нуль).
3. В ячейки **A11:B40** ввести функцию:
- ```
=ОТБР (СЛЧИС () * B8 * 2 - B8)
```
4. В ячейку **L11** (а также и в ячейки **L12:L40**) поместить формулу:
- ```
=ЕСЛИ (И (A11>=6; A11<=8; B11>=-2; B11<=2) ; ИСТИНА; ЛОЖЬ)
```
5. Для формирования текстового сообщения сформировать формулу в ячейке **M11**:
- ```
=ЕСЛИ (L11=ИСТИНА; "Точка находится внутри прямоугольников";)
```
- Скопировать данную формулу на весь диапазон **M12:M40**. Пользовательский формат представления данных для указанного диапазона (выбираем белый цвет для отображения нуля):
- ```
; ; [Белый]
```
6. Для суммирования точек, попадающих в заданный диапазон, в ячейку **F37** вводится формула:
- ```
=СЧЕТЕСЛИ (L11:L40; ИСТИНА)
```

### Примечание

Для проверки точек, попадающих в заданный диапазон, можно также использовать формулу для диапазона **L11:L40**:

=ЕСЛИ(И(A11>=6;A11<=8;B11>=-2;B11<=2); "Точка находится внутри прямоугольника";)

Соответственно формула, производящая подсчет точек (ячейка **F37**), примет вид:

=СЧЕТЕСЛИ(L11:L40;"Точка находится внутри прямоугольника")

## Работа с массивами и матрицами

При работе с таблицами часто возникает ситуация, когда необходимо применить одну и ту же операцию или формулу к некоторому диапазону ячеек, которые образуют *интервал массива* (*массив-интервал*). MS Excel предоставляет различные средства для решения такого типа задач. Работу с массивами ячеек (матрицами) обеспечивают функции категорий **Математические**, **Ссылки и массивы** и **Статистические**.

### Совет

При работе с массивами рекомендуется придерживаться следующих правил:

1. Перейти к той ячейке рабочего листа, куда будет помещен результат вычислений.
2. В строку формул поместить необходимую формулу с учетом интервалов массивов и нажать клавишу <Enter>.

## ПРИМЕР

Зададим массив:

{=A4:A12 + D4:D12}

### Решение

При необходимости воспользуйтесь соответствующими функциями (команда **Вставка** | **Функция**).

1. Выделите предполагаемый диапазон для значений вычисляемого массива и поместите указатель мыши в строку формул.

2. Для получения окончательного результата в виде массива следует нажать комбинацию клавиш  $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{Shift} \rangle + \langle \text{Enter} \rangle$ .
3. Формула массива заключается в фигурные скобки  $\{ \}$  и действует на все ячейки диапазона. Нельзя изменять формулу массива в его отдельной ячейке, однако допускается форматирование как всего массива, так и отдельных его частей.

## Простейшие операции над массивами

1. Умножение массива на число:

$\{=A1:B3*10\}$

2. Сумма (разность) массивов:

$\{=A1:C3+E1:G3\}$

3. Поэлементное произведение (деление) массивов:

$\{=A1:D4*G1:J4\}$

4. Вычисление некоторой функции от каждого элемента массива (рис. 3.5):

$\{=\text{COS}(A1:D5)\}$

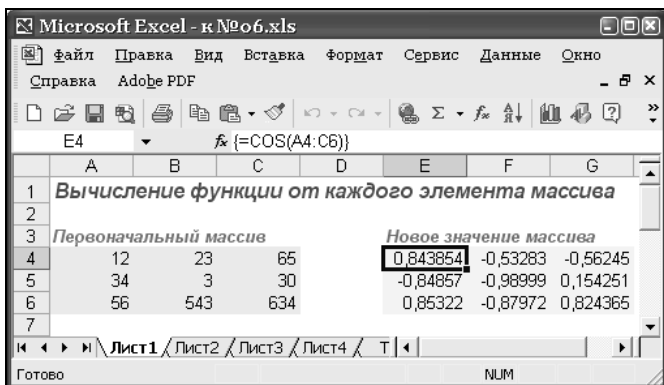


Рис. 3.5. Вычисление функции от каждого элемента массива



## Встроенные функции для работы с матрицами

В MS Excel имеется набор специальных функций для работы с матрицами. Это, например:

- МОБР ( ) — вычисление обратной матрицы;
- МОПРЕД ( ) — вычисление определителя матрицы;
- МУМНОЖ ( ) — возвращает матричное произведение двух матриц;
- ТРАНСП ( ) — вычисление транспонированной матрицы;
- СТОЛБЕЦ ( ) — возвращает номер столбца, на который указывает ссылка;
- СТРОКА ( ) — определяет номер строки, на который указывает ссылка;
- СУММКВРАЗН ( ) — сумма квадратов разностей соответствующих значений в двух массивах;
- СУММПРОИЗВ ( ) — сумма произведений элементов массивов;
- СУММРАЗНКВ ( ) — сумма разностей квадратов соответствующих значений в двух массивах и т. д.

Кроме того, при решении различных задач можно воспользоваться и другими встроенными функциями:

- СУММЕСЛИ ( ) — суммирование ячеек по заданному критерию;
- СУММКВ ( ) — сумма квадратов элементов;
- СЧЕТЕСЛИ ( ) — подсчет в заданном диапазоне непустых ячеек по нужному критерию;
- СРЗНАЧ ( ) — среднее арифметическое и т. д.

### ПРИМЕР

---

Подсчитать в заданном двумерном массиве количество отрицательных элементов.

### Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.6.

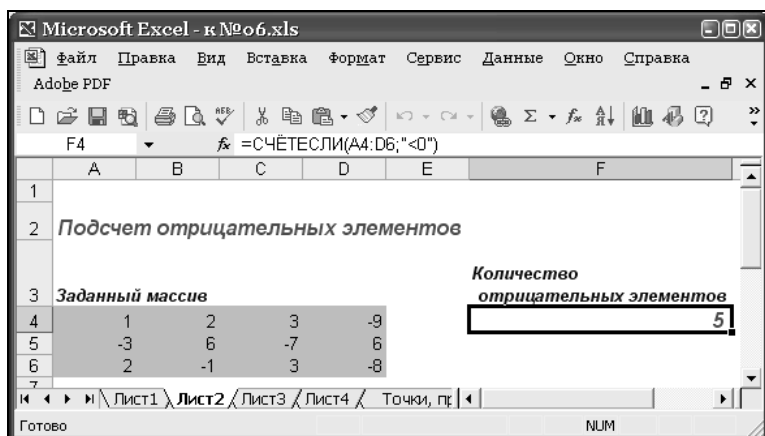


Рис. 3.6. Подсчет отрицательных элементов массива

Для выполнения задания:

1. Заполните ячейки **A4:D6** необходимыми значениями.
2. В ячейку **F4** введите формулу:

`=СЧЕТЕСЛИ(A4:D6;"<0")`

### Совет

Рекомендуется использовать функцию `СЧЕТЕСЛИ()`, воспользовавшись мастером функций (команда **Вставка** | **Функция** или соответствующая кнопка на панели инструментов).

## ПРИМЕР решения системы линейных уравнений [5, с. 90]

В общем случае решение линейной системы  $AX = B$ , где  $A$  — матрица коэффициентов,  $B$  — вектор-столбец свободных членов,  $X$  — вектор-столбец неизвестных, имеет вид  $X = A^{-1}B$ , где  $A^{-1}$  — матрица, обратная к матрице  $A$ . Это вытекает из того, что при решении матричных уравнений при  $X$  должна остаться единичная матрица  $E$ . Умножая слева обе части уравнения  $AX = B$  на  $A^{-1}$ , получаем решение линейной системы уравнений.

Рассмотрим решение системы линейных уравнений  $A^2X = B$ , где значения соответствующих матрицы и вектора-столбца имеют вид:

$$A = \begin{bmatrix} 23 & 7 \\ 11 & 4 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \end{bmatrix}.$$

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.7.

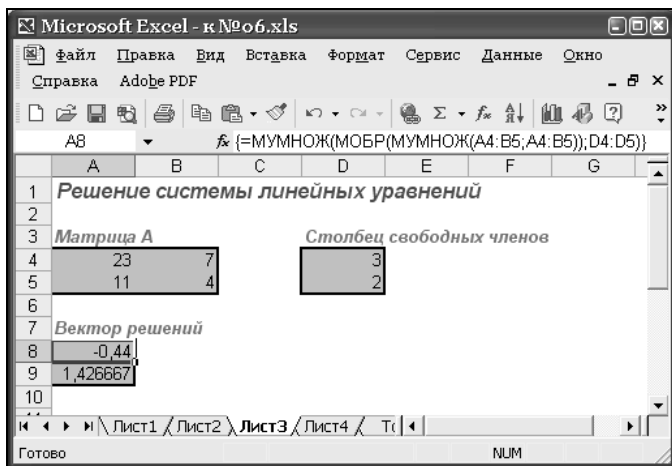


Рис. 3.7. Решение системы линейных уравнений

Для решения системы линейных уравнений:

1. Значения матрицы  $A$  поместите в ячейки **A4:B5**.
2. Значения столбца свободных членов поместите в ячейки **D4:D5**.
3. В ячейку **A8** введите формулу:

`=МУМНОЖ (МОБР (МУМНОЖ (A4 : B5 ; A4 : B5 ) ) ; D4 : D5 )`

При вводе формулы рекомендуется использовать мастер функций.

4. Для получения численных результатов решения системы линейных уравнений следует выделить диапазон **A8:A9**, затем установить указатель мыши в строку формул и нажать одновременно клавиши **<Ctrl>+<Shift>+<Enter>**.
5. При необходимости отформатируйте данные задачи.

## ПРИМЕР вычисления квадратичной формы [5, с. 91]

Вычислить значение квадратичной формы  $z = Y^T A^T A Y$  (верхний символ  $^T$  обозначает операцию транспонирования матрицы или вектор-столбца), если:

$$A = \begin{bmatrix} 8 & 2 \\ 3 & 9 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 5 \\ 2 \end{bmatrix}.$$

### Решение

Решение задачи представлено на рис. 3.8. Действия, приводящие к решению, аналогичны описанным в предыдущем примере.

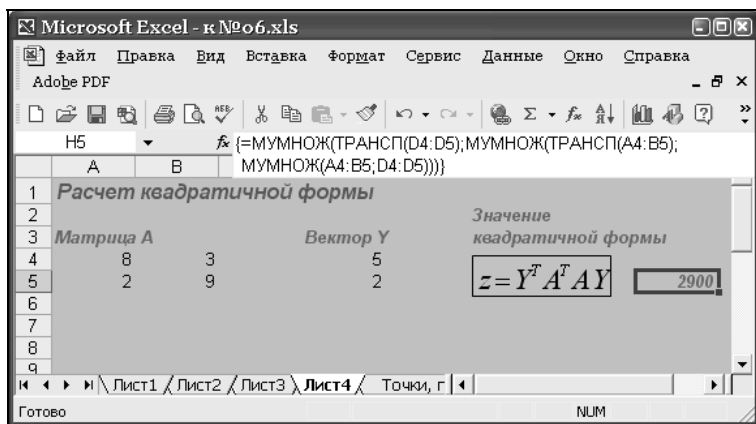


Рис. 3.8. Вычисление квадратичной формы

Формула для ячейки **H5**:

```
{=МУМНОЖ(ТРАНСП(D4:D5);МУМНОЖ(ТРАНСП(A4:B5);
МУМНОЖ(A4:B5;D4:D5)))}
```

Ввод формулы необходимо завершить нажатием клавиш **<Ctrl>+<Shift>+<Enter>**.

### Совет

При организации данных рекомендуется использовать внедренный объект редактора математических формул Microsoft Equation (например, Microsoft Equation 3.0), который добавляется на рабочий лист Microsoft Excel командой **Вставка | Объект | вкладка Но-**

**вый** | Тип объекта **Microsoft Equation 3.0**. С помощью редактора математических формул создается написание формулы для вычисления квадратичной формы, которое помещается для наглядности на рабочий лист.

## ПРИМЕР

Заданы четыре матрицы  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  одинаковой размерности, содержащие по 3 строки и по 4 столбца. Найти:  $5A - \cos(B) + C^2 - D$ .

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.9.

Для выполнения задания:

1. На рабочий лист поместите данные соответствующих матриц  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  (в данном случае, соответственно, в диапазоны **A2:D4**, **A7:D9**, **A12:D14**, **A17:D19**).

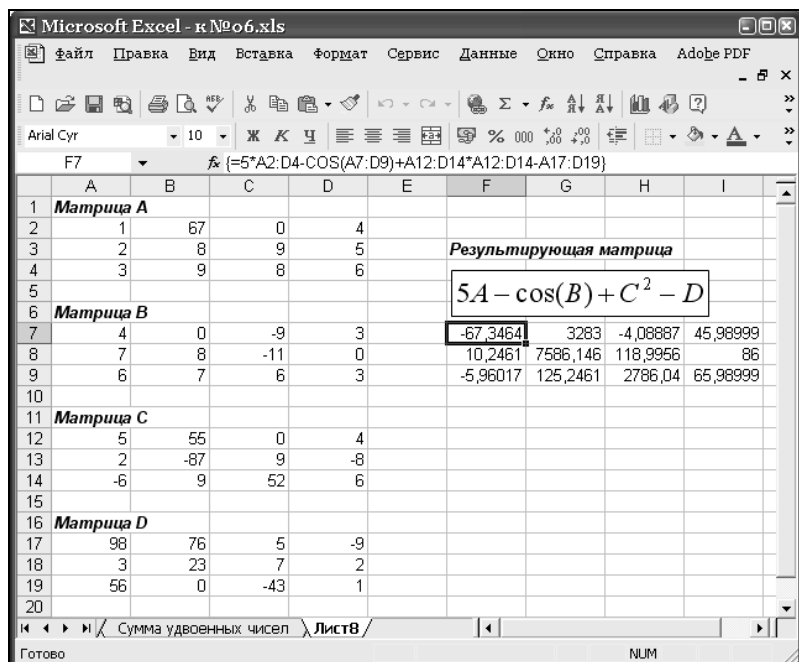


Рис. 3.9. Вычисление результирующей матрицы  $5A - \cos(B) + C^2 - D$

2. В ячейку **F3** введите подпись: Результирующая матрица.
3. Используя команду **Вставка | Объект | вкладка Новый | Тип объекта Microsoft Equation 3.0**, запустите редактор математических формул, с помощью которого формируется написание результирующей матрицы  $5A - \cos(B) + C^2 - D$ .
4. В ячейку **F7** введите формулу:  

$$=5*A2:D4-COS(A7:D9)+A12:D14*A12:D14-A17:D19$$
 и нажмите клавишу <Enter>.
5. Выделите диапазон **F7:I9**, установите указатель мыши в строку формул и нажмите клавиши <Ctrl>+<Shift>+<Enter>.
6. При необходимости отформатируйте начальные данные, результаты задачи и внедренный объект (Microsoft Equation) задачи.

## ПРИМЕР

Вычислить квадратную матрицу порядка 7, элементы которой определяются по следующему правилу:

$$a_{ij} = \begin{cases} (i+j)^3, & \text{если } i < j, \\ 0, & \text{если } i = j, \\ \frac{i-j}{(5i-2j)^2}, & \text{если } i > j. \end{cases}$$

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.10.

Для выполнения задания:

1. В ячейку **A1** введите формулу:

```
=ЕСЛИ(СТРОКА(A1)<СТОЛБЕЦ(A1);(СТРОКА(A1)+СТОЛБЕЦ(A1))^2;
ЕСЛИ(СТРОКА(A1)=СТОЛБЕЦ(A1);0;
(СТРОКА(A1)-СТОЛБЕЦ(A1))/(5*СТРОКА(A1)-2*СТОЛБЕЦ(A1))^2))
```

2. Скопируйте формулу на диапазон **A1:G7**.

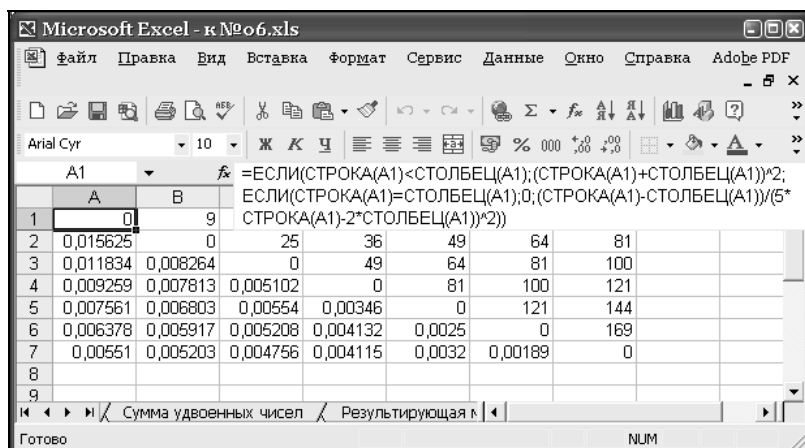


Рис. 3.10. Вычисление квадратной матрицы по заданному правилу

## Задания к разделу

### "Работа с массивами и матрицами"

#### Решение систем линейных уравнений и вычисление значений квадратичной формы ([5, с. 95–100])

1. Решить системы линейных уравнений  $A^2X = B$ ,  $A^3A^T A^2X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^2 A^T A^2 Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 7 & 4 \\ 4 & 1 & 6 & 2 \\ 8 & 3 & 6 & 7 \\ 6 & 3 & 5 & 7 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

2. Решить системы линейных уравнений  $A^2X = B$ ,  $A^T A^5 A^T X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^2 A^T A^4 Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 6 & 4 & 6 \\ 3 & 4 & 5 & 5 \\ 1 & 9 & 3 & 6 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 4 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}.$$

3. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $A^3 A^T A^2 A^T X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^3 A^T A^2 Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 5 & 2 \\ 5 & 2 & 2 & 6 \\ 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 3 & 1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

4. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $AA^T A^3 X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^T A^3 A^T Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 6 & 5 & 2 \\ 4 & 6 & 3 & 5 \\ 2 & 3 & 2 & 6 \\ 2 & 4 & 3 & 6 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ 4 \\ 3 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

5. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $A^5 A^T A X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^2 A^T A^3 Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 7 & 6 & 2 & 7 \\ 4 & 9 & 5 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 9 \\ 1 & 5 & 6 & 9 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 3 \\ 3 \end{bmatrix}.$$



6. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $AA^T A^2 AA^T X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^T A^3 AA^T Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 9 & 6 & 3 & 8 \\ 4 & 6 & 7 & 4 \\ 2 & 3 & 5 & 3 \\ 4 & 8 & 3 & 7 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 4 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 5 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix}.$$

7. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $A^4 A^3 A^2 AX = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^2 AA^T AA^2 Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 & 5 \\ 4 & 4 & 5 & 3 \\ 1 & 2 & 6 & 8 \\ 3 & 7 & 3 & 2 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 3 \\ 8 \\ 1 \\ 7 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 5 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

8. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $A^3 A^T A^2 X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^T A^3 A^T Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 5 & 2 \\ 5 & 2 & 7 & 5 \\ 4 & 2 & 1 & 7 \\ 7 & 5 & 4 & 1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix}.$$

9. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $A^3 A^T A^2 AX = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^5 A^T AY$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 9 & 6 & 3 & 8 \\ 4 & 6 & 7 & 4 \\ 2 & 3 & 5 & 3 \\ 4 & 8 & 3 & 7 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 4 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 5 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix}.$$

10. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $A^2 A^T A^3 A^T X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^3 A^T A^2 A^T Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 9 & 5 & 4 & 7 \\ 4 & 6 & 8 & 7 \\ 5 & 8 & 7 & 6 \\ 5 & 6 & 8 & 7 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 6 \\ 3 \\ 7 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 2 \\ 6 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}.$$

11. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $A^T A A^T A^2 A^T X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A^T A A^T A^2 A^T Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 8 & 2 & 4 & 7 \\ 3 & 8 & 8 & 5 \\ 9 & 1 & 7 & 3 \\ 2 & 6 & 8 & 4 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 4 \\ 3 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 7 \\ 3 \\ 9 \end{bmatrix}.$$

12. Решить системы линейных уравнений  $A^2 X = B$ ,  $A^5 A^T A^2 X = B$ , а также найти значение квадратичной формы  $z = Y^T A A^T A^5 A^T Y$ , если:

$$A = \begin{bmatrix} 11 & 1 & 4 & 7 \\ 6 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 3 & 7 & 3 \\ 2 & 10 & 6 & 4 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 8 \\ 4 \\ 7 \\ 5 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} 2 \\ 9 \\ 1 \\ 7 \end{bmatrix}.$$

## Решение задач на использование формул и функций массивов

1. Дан массив из  $N \leq 30$  натуральных чисел. Найти массив, состоящий из:
- квадратов этих чисел;
  - этих чисел в обратном порядке;

- сумм рядом стоящих чисел данного массива, а также последнего и первого;
  - всех четных чисел из данного массива;
  - повторяющихся элементов данного массива.
2. Определить, представляет ли собой заданный массив  $N \leq 30$  целых чисел:
- арифметическую прогрессию;
  - геометрическую прогрессию.
3. Дан массив из  $N \leq 30$  натуральных чисел. Вычислить:
- сумму элементов массива;
  - среднее квадратичное чисел массива;
  - сумму четных элементов массива;
  - количество нечетных элементов массива;
  - наибольший общий делитель чисел массива.
4. Дан массив из  $N \leq 30$  натуральных чисел. Найти:
- наименьший элемент массива;
  - элемент массива, наиболее удаленный от среднего арифметического чисел массива.
5. Дана некоторая действительная двумерная матрица произвольных размеров. Найти наибольший, наименьший элементы и количество нулевых элементов в данной матрице.
6. Найти среднее значение наибольших (наименьших) элементов нескольких двумерных действительных массивов произвольных размеров.
7. Даны две действительных матрицы  $A$  и  $B$  размеров  $n \times n$ . Получить следующие матрицы: а)  $A^3$ ; б)  $A^2B$ ; в)  $A^3B$ ; г)  $A^2B - B$ ; д)  $B^2 - A$ ; е)  $(A - B)^2$ ; ж)  $(AB)^3$ ; з)  $(A - AB)^2$ ; и)  $A(A - B)$ ; к)  $B(B^2 - A)$ ; л)  $BA + A$ ; м)  $(B + A)^2$ ; н)  $A^3B + B^2A$ ; о)  $(A + B)^3 - AB$ ; п)  $(A^2B^2 - BA)^2$ .
8. Получить матрицу  $A$ , элементы которой вычисляются по формулам:

$$\text{а) } a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i = j, \\ \frac{i+j}{(i-j)^2}, & \text{если } i \neq j, \end{cases}$$

$$\text{б) } a_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } i < j, \\ 1, & \text{если } i = j, \\ \frac{j}{e^i}, & \text{если } i > j, \end{cases}$$

$$\text{в) } a_{ij} = \begin{cases} \frac{5i}{(i-j)^2}, & \text{если } i < j, \\ (i+j)^3 - i^2, & \text{если } i \geq j, \end{cases}$$

$$\text{г) } a_{ij} = \begin{cases} e^{i-j}, & \text{если } i > j, \\ \sin\left(\frac{\pi ij}{2}\right), & \text{если } i \leq j, \end{cases}$$

$$\text{д) } a_{ij} = \begin{cases} \ln|(i+j)^3|, & \text{если } i < j, \\ \sqrt[5]{i+j}, & \text{если } i \geq j. \end{cases}$$

9. Вычислить  $z = \frac{n_1 n_2}{e^{N_1 + N_2}}$ , где  $n_1, n_2$  — количество положительных элементов матриц  $A(12 \times 14)$  и  $B(16 \times 15)$ ;  $N_1, N_2$  — соответственно максимальные элементы данных матриц  $A$  и  $B$ .
10. Вычислить функцию  $z = x^{S_1} x^{S_2} + x^a x^b$ , где  $S_1, S_2$  — средние арифметические положительных элементов  $A(25 \times 23)$  и  $B(15 \times 17)$ ;  $a, b$  — минимальные элементы данных матриц  $A$  и  $B$ .
11. Вычислить функцию  $z = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$ , где:

$$x_1 = \frac{\sum_{i=1}^{15} a_i^2}{15!}; \quad x_2 = \frac{\sum_{i=1}^{10} b_i^2}{10!}; \quad x_3 = \frac{\sum_{i=1}^{20} c_i^2}{20!}.$$

$a_i, b_i, c_i$  — элементы соответствующих одномерных массивов  $A(15), B(10), C(20)$ .

12. Вычислить среднее арифметическое каждой строки двумерного массива  $A(15 \times 20)$ , а также — всего массива.
13. Вычислить среднее геометрическое модулей отрицательных элементов каждого столбца двумерного массива  $A(20 \times 30)$ .
14. Подсчитать число точек, находящихся внутри круга с радиусом  $r$  и с центром в начале координат. Координаты точек заданы массивами  $X(20)$  и  $Y(20)$ .
15. Для данных двумерных массивов  $A(10 \times 15), B(15 \times 20), C(20 \times 25)$  вычислить количество определенных элементов.
16. Подсчитать число точек, попадающих в объединение фигуры, образованной двумя пересекающимися прямоугольниками с соответствующими координатами:  $(5; -1), (5; 1), (10; 1), (10; -1)$  и  $(6; -3), (6; 5), (8; 5), (8; -3)$ . Координаты точек заданы массивами  $X(15)$  и  $Y(15)$ .
17. Вычислить сумму квадратов элементов двумерного массива, расположенных на главной диагонали для матриц  $A(10 \times 10), B(15 \times 15)$ .
18. Дан массив целых чисел. Определить количество чисел, которые кратны 5 и 3 одновременно.
19. Дан массив целых чисел. Определить количество чисел, являющихся модулями нечетных чисел.
20. Дан массив целых чисел. Определить количество чисел, которые имеют нечетные порядковые номера и которые являются четными.
21. Дан массив целых чисел. Определить количество чисел, не кратных 3, а также их сумму и среднее.
22. Дан массив целых чисел  $A(a_j)$ . Получить массив  $B(b_i)$ , элементы которого определяются по следующему правилу:

$$B(b_i) = \begin{cases} a_j^3 + a_j^2, & \text{если } a_j \text{ кратно } 5, \\ \frac{a_j^2 + a_j}{15}, & \text{если } a_j \text{ при делении на } 7 \text{ дает остаток } 3, \\ a_j, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

23. Дан массив целых чисел. Вычислить среднее арифметическое всех модулей отрицательных элементов.
24. Дана квадратная матрица. Вычислить сумму всех наименьших элементов каждой строки.
25. Дана квадратная матрица. Заменить элементы нечетных столбцов единицами.
26. Дана квадратная матрица. Вычислить максимальный по модулю элемент матрицы, а также — его положение в матрице (номер строки и номер столбца).
27. Дана квадратная матрица. Вычислить произведение модулей максимального и минимального элементов матрицы.
28. Дана квадратная матрица. Вычислить номер строки матрицы, сумма элементов которого минимальна.
29. Дана квадратная матрица. Вычислить сумму элементов матрицы, лежащих в диапазоне от 5 до 315.
30. Дана квадратная матрица. Получить матрицу, элементы которой получены из элементов заданной матрицы умножением на ее минимальный по модулю элемент.
31. Дана квадратная матрица. Подсчитать количество нулевых и единичных элементов каждой строки данной матрицы.
32. Дана квадратная матрица. Подсчитать количество четных и нечетных элементов каждого столбца.
33. Дана квадратная матрица. Вычислить количество элементов матрицы, квадрат модуля которых превышает 25.
34. Дана квадратная матрица. Вычислить количество нулевых элементов, расположенных на главной диагонали.

35. Дана квадратная матрица. Вычислить количество четных элементов матрицы в нечетных столбцах и количество нечетных элементов матрицы в четных строках.
36. Дана квадратная матрица. Получить матрицу, элементы которой получены из элементов заданной матрицы заменой нулями всех тех ее элементов, квадрат модуля которых меньше 36.

## Работа с текстовыми функциями

### Функции даты и времени

Широкий набор встроенных функций пакета MS Excel позволяет обрабатывать текст и даты, находящиеся в ячейках таблицы, в соответствии с нужными требованиями. Возможность работы со строками текста и датами обеспечивают, соответственно, функции категорий **Текстовые** и **Дата и Время**. Так, с помощью данных функций можно: заменять отдельные символы, искать текст с учетом регистра, использованного при вводе символов, преобразовывать число в текст и наоборот, объединять несколько текстовых элементов в один, определять число рабочих дней на различных временных интервалах, вычислять возраст и стаж работы сотрудников и т. д.

Рассмотрим типичные примеры на использование встроенных функций категорий **Текстовые** и **Дата и Время**.

#### ПРИМЕР

По имеющейся информации:

|        |         |            |
|--------|---------|------------|
| Ф.И.О. | Телефон | Улица, Дом |
|--------|---------|------------|

создать конструкцию:

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| Ф.И.О., Телефон {формат: #00-00-00}, ул. Улица, Дом |
|-----------------------------------------------------|

#### Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.11.

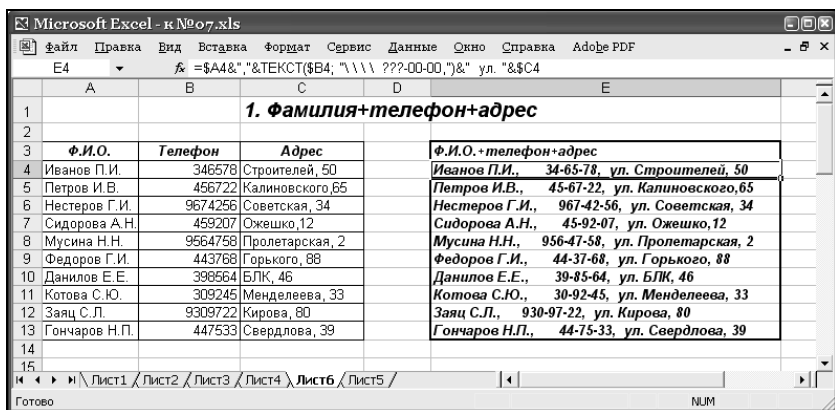


Рис. 3.11. Конструкции Фамилия+телефон+адрес

Для выполнения задания:

1. Введите в ячейки **A3:C13** данные в соответствии с заданной конструкцией (см. рис. 3.11).
2. В ячейку **E3** поместите текст заголовка конструкции:  
Ф.И.О. + телефон + адрес
3. В ячейку **E4** введите формулу:  
`=A4 & ", " & ТЕКСТ($B4; "\ \ \ \ ???-00-00, ") & " ул. " & $C4`
4. Скопируйте формулу конструкции на диапазон ячеек **E5:E13** (можно использовать маркер автозаполнения).
5. Отформатируйте данные.

## ПРИМЕР

Создать конструкцию, реализующую просмотр телефонных номеров, заданных таблицей:

|       |     |         |
|-------|-----|---------|
| Город | Код | Телефон |
|-------|-----|---------|

в формате

|                     |
|---------------------|
| Город (Код) Телефон |
|---------------------|



## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.12.

| Город         | Код  | Телефон | Город+Код+Телефон               |
|---------------|------|---------|---------------------------------|
| Москва        | 95   | 4576978 | Москва (095) 457-69-78          |
| Пермь         | 3422 | 438765  | Пермь (3 422) 43-87-65          |
| Минск         | 17   | 2567984 | Минск (017) 256-79-84           |
| Гродно        | 15   | 734987  | Гродно (015) 73-49-87           |
| С.-Петербурга | 812  | 2309675 | С.-Петербурга (0 812) 230-96-75 |
| Мурманск      | 8150 | 653498  | Мурманск (8 150) 65-34-98       |
| Орел          | 860  | 765089  | Орел (0 860) 76-50-89           |
| Гродно        | 15   | 475633  | Гродно (015) 47-56-33           |
| С.-Петербурга | 812  | 5409872 | С.-Петербурга (0 812) 540-98-72 |
| С.-Петербурга | 812  | 02      | С.-Петербурга (0 812) 02        |
| Мурманск      | 8150 | 549977  | Мурманск (8 150) 54-99-77       |
| Орел          | 860  | 498375  | Орел (0 860) 49-83-75           |
| Москва        | 95   | 6123098 | Москва (095) 612-30-98          |
| Пермь         | 3422 | 449874  | Пермь (3 422) 44-98-74          |
| Москва        | 95   | 07      | Москва (095) 07                 |

Рис. 3.12. Конструкции Город+код+телефон

Для выполнения задания:

1. В ячейки **A20:C35** введите необходимые данные в соответствии с рис. 3.12.
2. В ячейку **E20** поместите текст заголовка конструкции:

Город+Код+Телефон

3. В ячейку **E21** введите формулу:

```
= " "&$A21&ТЕКСТ($B21;ЕСЛИ(ДЛСТР($B21)<=4;
ЕСЛИ(ДЛСТР($B21)=2;"\ \ \ \ \ (000) \ ";"\ \ \ \ (0 000)
\ ");"\ \ \ (## 000) \ "))&ТЕКСТ($C21;ЕСЛИ(ДЛСТР($C21)<=3;
ЕСЛИ(ДЛСТР($C21)<=2;"\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ 00";"\ \ \ \ \
\ \ \ \ 0-00");"\ \ \ ???-00-00"))
```

4. Скопируйте формулу конструкции на диапазон ячеек **E22:E35** (можно использовать маркер автозаполнения).
5. Отформатируйте данные.

## ПРИМЕР

Сформировать список сотрудников с инициалами:

Фамилия И.О.

из следующего списка:

| Фамилия | Имя | Отчество |
|---------|-----|----------|
|---------|-----|----------|

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.13.

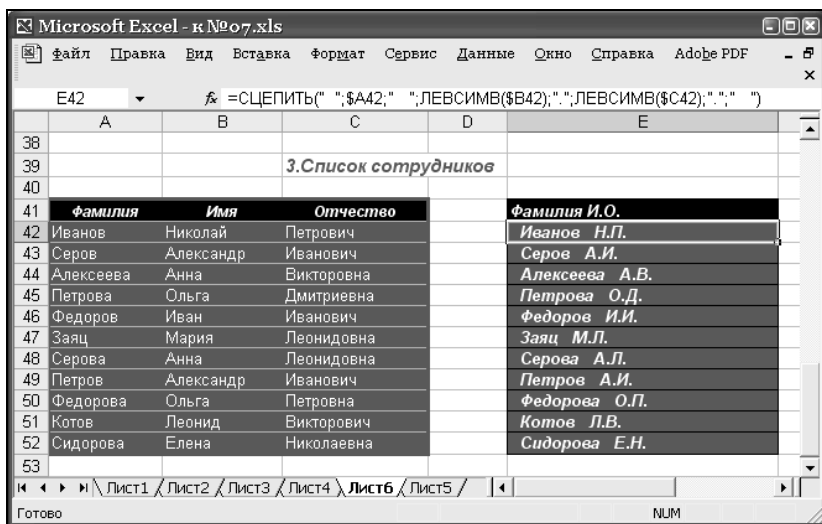


Рис. 3.13. Формирование списка сотрудников Фамилия+И.О.

Формула для ячейки E42:

=СЦЕПИТЬ(" ";\$A42;" ";ЛЕВСИМВ(\$B42);".";ЛЕВСИМВ(\$C42);"."; " )

## ПРИМЕР

Извлечь из ячейки, содержащей Ф.И.О.:

Фамилия Имя Отчество

фамилию, имя, отчество и расположить в соответствующих ячейках таким образом:

|         |     |          |
|---------|-----|----------|
| Фамилия | Имя | Отчество |
|---------|-----|----------|

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.14.

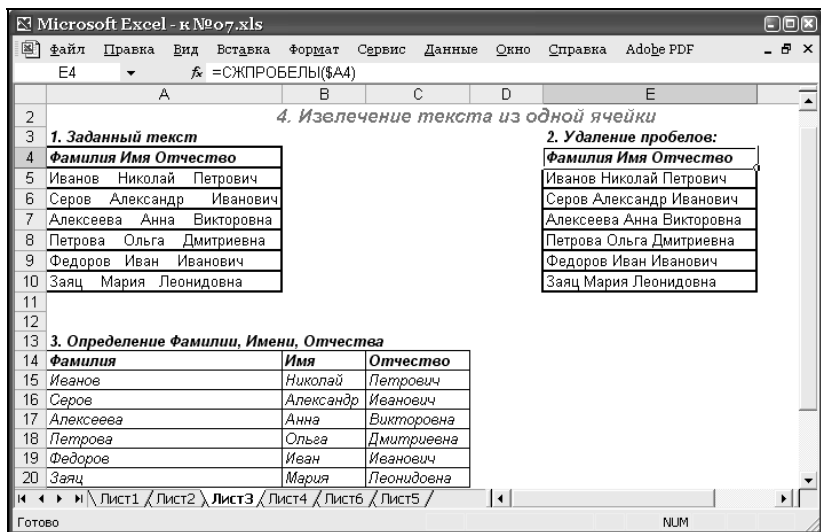


Рис. 3.14. Извлечение текста из одной ячейки

Формулы для расчета задачи по извлечению текста из ячейки содержатся в табл. 3.1.

**Таблица 3.1.** Формулы для расчета задачи по извлечению текста из ячейки

| Ячейка | Формула                           | Описание           | Копируется на диапазон |
|--------|-----------------------------------|--------------------|------------------------|
| E4     | =СЖПРОБЕЛЫ (\$A5)                 | Удаление пробелов  | E5:E10                 |
| A14    | =ПСТР (\$E5;1;НАЙТИ (" ";\$E5)-1) | Извлечение фамилии | A15:A20                |

Таблица 3.1 (окончание)

| Ячейка     | Формула                                                                           | Описание            | Копируется на диапазон |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| <b>B14</b> | =ПСТР(\$E5;НАЙТИ(" ";\$E5)+1;НАЙТИ(" ";\$E5;НАЙТИ(" ";\$E5)+1)-НАЙТИ(" ";\$E5)-1) | Извлечение имени    | <b>B15:B20</b>         |
| <b>C14</b> | =ПСТР(\$E5;НАЙТИ(" ";\$E5;НАЙТИ(" ";\$E5)+1)+1;20)                                | Извлечение отчества | <b>C15:C20</b>         |

## ПРИМЕР

Определить для работающих сотрудников стаж работы.

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.15.

| 5. Определение стажа работы |                |               |         |               |             |
|-----------------------------|----------------|---------------|---------|---------------|-------------|
|                             | А              | В             | С       | Д             | Е           |
|                             | Фамилия        | Дата рождения | Возраст | Начало работы | Стаж работы |
| 4                           | Комаров И.П.   | 31.03.1975    | 29      | 06.09.1994    | 10,00       |
| 5                           | Игнатов С.Н.   | 05.07.1970    | 34      | 12.07.1988    | 16,17       |
| 6                           | Сидорова О.Б.  | 12.09.1960    | 43      | 05.12.1980    | 23,83       |
| 7                           | Леонтьева А.Н. | 04.08.1965    | 39      | 09.11.1983    | 20,83       |

Рис. 3.15. Определение стажа работы

Для выполнения задания:

1. Введите необходимые данные для вычисления стажа работы по столбцам **Фамилия**, **Дата рождения** и **Начало работы**.
2. Формулы для расчета возьмите из табл. 3.2.
3. Скопируйте формулы в соответствующие ячейки диапазона таблицы.
4. Отформатируйте данные и результаты расчета.

**Таблица 3.2.** Формулы для расчета стажа работы

| Ячейка    | Формула                                                     | Формат вывода | Описание    |
|-----------|-------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| <b>С4</b> | =СЕГОДНЯ() - В4 + 1                                         | ГГ            | Возраст     |
| <b>Е4</b> | =ГОД(СЕГОДНЯ() - D4) - 1900 +<br>МЕСЯЦ(СЕГОДНЯ() - D4) / 12 | #0,00         | Стаж работы |

## ПРИМЕР

Разделить следующую информацию, находящуюся в одной ячейке:

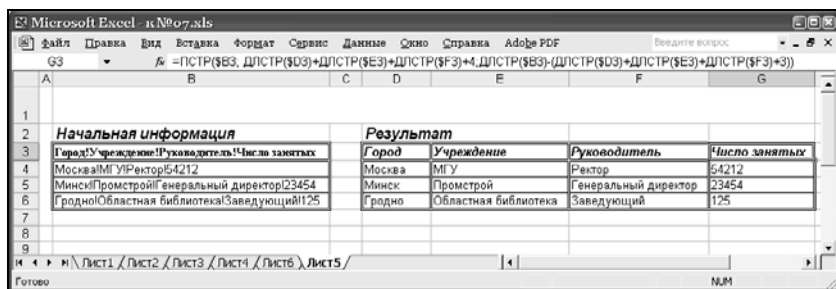
Город! Учреждение! Руководитель! Число занятых

Результат получить в виде:

| Город | Учреждение | Руководитель | Число занятых |
|-------|------------|--------------|---------------|
|-------|------------|--------------|---------------|

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.16.



**Рис. 3.16.** Разделение информации об учреждениях

Для выполнения задания:

1. В ячейки **В2** и **Д2** введите соответственно подписи: Начальная информация, Результат.
2. В ячейки **В3:В6** введите заголовок и необходимые данные начальной конструкции.
3. Формулы для расчетов возьмите из табл. 3.3.

**Таблица 3.3.** Формулы для расчета задачи по определению информации об учреждениях

| Ячейка    | Формула                                                                                                                                                        | Описание                  | Копируется на диапазон |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>D3</b> | =ПСТР (B3 ; 1 ; НАЙТИ (" ! " ; B3 ) - 1)                                                                                                                       | Определение города        | <b>D4:D6</b>           |
| <b>E3</b> | =ПСТР (\$B3 ; ДЛСТР (\$D3 ) + 2 ;<br>НАЙТИ (" ! " ; \$B3 ; ДЛСТР (\$D3 ) + 2 )<br>- ДЛСТР (\$D3 ) - 2 )                                                        | Определение учреждения    | <b>E4:E6</b>           |
| <b>F3</b> | =ПСТР (\$B3 ; ДЛСТР (\$D3 ) +<br>ДЛСТР (\$E3 ) + 3 ; НАЙТИ (" ! " ; \$B3 ;<br>ДЛСТР (\$D3 ) + ДЛСТР (\$E3 ) + 3 ) -<br>( ДЛСТР (\$D3 ) + ДЛСТР (\$E3 ) + 3 ) ) | Определение руководителя  | <b>F4:F6</b>           |
| <b>G3</b> | =ПСТР (\$B3 ; ДЛСТР (\$D3 ) +<br>ДЛСТР (\$E3 ) + ДЛСТР (\$F3 ) + 4 ;<br>ДЛСТР (\$B3 ) - ( ДЛСТР (\$D3 ) +<br>ДЛСТР (\$E3 ) + ДЛСТР (\$F3 ) + 3 ) )             | Определение числа занятых | <b>G4:G6</b>           |

4. Отформатируйте данные и результаты, представленные на рабочем листе.

## ПРИМЕР

Дана следующая информация:

|         |     |          |       |       |     |
|---------|-----|----------|-------|-------|-----|
| Фамилия | Имя | Отчество | Город | Улица | Дом |
|---------|-----|----------|-------|-------|-----|

Обработать эту информацию таким образом, чтобы получилась следующая конструкция:

|                                        |
|----------------------------------------|
| Фамилия И.О., г.Город, ул.Улица, д.Дом |
|----------------------------------------|

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.17.

Для выполнения задания:

- В ячейки **D8:I8** введите строку заголовка начальной конструкции.

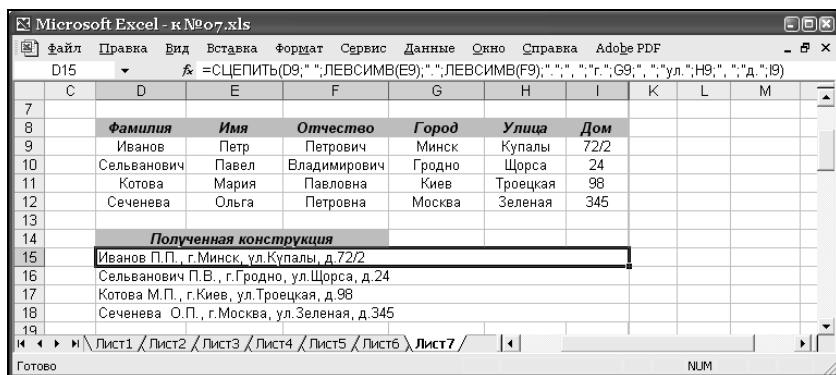


Рис. 3.17. Конструкция Фамилия И.О., г.Город, ул.Улица, д.Дом

2. Ячейки **D9:I12** заполните данными.
3. Формула для ячейки **D15** (копируется на диапазон **D16:D18**):  
`=СЦЕПИТЬ(D9;" ";ЛЕВСИМВ(E9);" ";ЛЕВСИМВ(F9);" ";Г9;" ";ул.";H9;" ";д.";I9)`
4. Отформатируйте данные рабочего листа.

## ПРИМЕР

Сформировать ведомость для учета проката видеокассет и CD со следующими графами: № пп, Наименование видеокассеты или CD, Фамилия, Дата выдачи, Дата возврата, Срок эксплуатации (в часах), Срок эксплуатации (в днях), Оплата. Произвести необходимые вычисления.

Оплату начислять исходя из следующих положений:

- ☐ если срок эксплуатации  $\leq 24$  ч, то ОПЛАТА = тарифная ставка (определить произвольно);
- ☐ если срок эксплуатации  $> 24$  ч и  $\leq 48$  ч, то ОПЛАТА = тарифная ставка +  $0,8 \cdot$ тарифная ставка;
- ☐ если срок эксплуатации  $> 48$  ч, то за каждый просроченный день взимается 3 тарифных ставки;
- ☐ если видеокассета или CD утеряны, то взимается штраф в размере 30 тарифных ставок.

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.18.

| № | Наименование | Фамилия       | Дата выдачи | Дата возврата | Срок эксплуатации (в часах) | Срок эксплуатации (в днях) | Оплата |
|---|--------------|---------------|-------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|--------|
| 1 | Эмели        | Сеченева Н.В. | 21.09.2003  | 22.09.2003    | 24                          | 1                          | 5      |
| 2 | Бэмби        | Ченов П.Д.    | 01.09.2003  | 03.09.2003    | 48                          | 2                          | 9      |
| 3 | Такси        | Киселева А.М. | 11.09.2003  | 15.09.2003    | 96                          | 4                          | 39     |
| 4 | 5 элемент    | Лютиков М.П.  | 02.09.2003  | 22.09.2003    | 480                         | 20                         | 279    |

Рис. 3.18. Ведомость по учету проката видеокассет и CD

Для выполнения задания:

1. Сформируйте строку заголовка ведомости и внесите необходимые данные в столбцы: **№** **пп**, **Наименование**, **Фамилия**, **Дата выдачи**, **Дата возврата**.

2. В ячейку **D34** введите величину тарифной ставки — 5.

3. В ячейку **G38** введите формулу для учета времени проката (в часах):

=ГОД (F38-E38) -1900+МЕСЯЦ (F38-E38) +ДЕНЬ (F38-E38) \*24-1

4. В ячейку **H38** введите формулу для учета времени проката (в днях):

=ГОД (F38-E38) -1900+МЕСЯЦ (F38-E38) +ДЕНЬ (F38-E38) -1

5. В ячейку **I38** введите формулу для расчета оплаты:

=(ЕСЛИ (G38<=24; \$D\$34; ЕСЛИ (И (G38>24; G38<=48) ; \$D\$34+\$D\$34\*0,8; ЕСЛИ (G38>48; \$D\$34+\$D\$34\*0,8+(G38-48) /24\*3\*\$D\$34) ) ) )

6. Скопируйте формулы в соответствующие однотипные диапазоны — **G39:G41**; **H39:H41** и **I39:I41**.



7. Отформатируйте все результаты, представленные на рабочем листе.

## ПРИМЕР

Сформировать ведомость музыкальных композиций со следующими графами: Название CD, Название композиции, Время звучания (берется с CD), Время звучания в секундах, Дата первого звучания композиции, Время существования композиции (в днях). Произвести необходимые вычисления.

## Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 3.19.

| № | Название CD | Название композиции | Время звучания | Время звучания (сек) | Дата первого звучания | Время существования композиции (дни) |
|---|-------------|---------------------|----------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 1 | Бег времени | Одиночество         | 0:04:35        | 275                  | 20.02.2003            | 561                                  |
| 2 | Бег времени | Рассвет             | 0:09:35        | 575                  | 20.07.2003            | 411                                  |
| 3 | День        | Осенний блюз        | 0:05:15        | 315                  | 22.08.2003            | 379                                  |
| 4 | День        | Жизнь артиста       | 0:03:05        | 185                  | 20.09.2003            | 346                                  |

Рис. 3.19. Ведомость музыкальных композиций

Оформление ведомости и ввод данных осуществляются аналогично предыдущей задаче.

Формула для ячейки: **G33**:

$$=\text{ЧАС}(\text{F33}) * 360 + \text{МИНУТЫ}(\text{F33}) * 60 + \text{СЕКУНДЫ}(\text{F33})$$

Формула для ячейки: **I33**:

$$=(\text{ГОД}(\text{СЕГОДНЯ}()) - \text{H33}) - 1900) * 365 + (\text{МЕСЯЦ}(\text{СЕГОДНЯ}()) - \text{H33}) - 1) * 30 + \text{ДЕНЬ}(\text{СЕГОДНЯ}()) - \text{H33})$$

## ПРИМЕР

Дана следующая информация:

| Фамилия | Имя | Отчество | Место работы | Должность | Оклад |
|---------|-----|----------|--------------|-----------|-------|
|---------|-----|----------|--------------|-----------|-------|

Обработать эту информацию таким образом, чтобы получилась следующая конструкция:

Фамилия И.О., м.р. - Место работы, д. - Должность, ок. -  
Оклад {в денежном формате}

## Решение

1. Сформируйте начальную ведомость в соответствии с образцом, приведенным на рис. 3.20. Добавьте названия полей в строке заголовка и другие необходимые данные.

Microsoft Excel - к №07.xls

файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Adobe PDF

G4 4500

|    | A            | B              | C          | D               | E                   | F                | G                                         |
|----|--------------|----------------|------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------------------------------|
| 1  |              |                |            |                 |                     |                  |                                           |
| 2  |              |                |            |                 |                     |                  |                                           |
| 3  | <b>№ пп.</b> | <b>Фамилия</b> | <b>Имя</b> | <b>Отчество</b> | <b>Место работы</b> | <b>Должность</b> | <b>Оклад</b>                              |
| 4  | 1            | Вольская       | Анна       | Дмитриевна      | ГрГУ                | лаборант         | 4500,00 р.                                |
| 5  | 2            | Ермаков        | Леонид     | Петрович        | МГУ                 | инженер          | 5000,00 р.                                |
| 6  | 3            | Заяц           | Виктор     | Денисович       | БГУ                 | мл. н. сотрудник | ОКЛАД БУДЬТЕ ВНИМАТЕЛЬНЫ ПРИ ВВОДЕ ОКЛАДА |
| 7  | 4            | Аванова        | Алла       | Павловна        | БГУИР               | лаборант         | 6500,00 р.                                |
| 8  | 5            | Игнатович      | Валерий    | Павлович        | ГрГУ                | ст. н. сотрудник | 7000,00 р.                                |
| 9  | 6            | Котов          | Александр  | Алексеевич      | БГУ-ФПМИ            | инженер          | 7500,00 р.                                |
| 10 | 7            | Михайлова      | Нина       | Павловна        | ИСЗ                 | инженер          | 7800,00 р.                                |
| 11 | 8            | Мороз          | Валерий    | Иванович        | БГУ                 | ст. н. сотрудник | 8100,00 р.                                |
| 12 | 9            | Никонова       | Елена      | Игоревна        | БГУИР               | мл. н. сотрудник | 6500,00 р.                                |
| 13 | 10           | Петрашевич     | Галина     | Степановна      | ГМУ                 | зав. лаборатории | 11200,00 р.                               |
| 14 | 11           | Петров         | Виктор     | Михайлович      | ГГСУ                | лаборант         | 4500,00 р.                                |
| 15 | 12           | Сергейчик      | Петр       | Петрович        | ГРГУ                | мл. н. сотрудник | 6500,00 р.                                |
| 16 | 13           | Степаненко     | Андрей     | Валерьевич      | МГУ                 | ст. н. сотрудник | 8100,00 р.                                |
| 17 | 14           | Уланович       | Алексей    | Степанович      | БГПУ                | лаборант         | 4500,00 р.                                |
| 18 | 15           | Уткин          | Петр       | Иванович        | БГПУ                | ст. н. сотрудник | 8100,00 р.                                |
| 19 |              |                |            |                 |                     |                  |                                           |

Готово NUM

Рис. 3.20. Список данных о сотрудниках

2. Для поля **Оклад** — предусмотрите вывод постоянного сообщения: **Оклад. Будьте внимательны при вводе оклада** (см. рис. 3.20). Для получения сообщения используйте команду **Данные | Проверка | вкладка Сообщение для ввода**.
  3. В ячейку **I3** введите формулу:  
`= " "&B3&" "&ЛЕВСИМВ(С3;1)&"."&ЛЕВСИМВ(Д3;1)&"", м.р. - "&Е3&", д. - "&F3&", ок. - "&ТЕКСТ(Г3;"0,00_р.")`
  4. Скопируйте формулу на диапазон **I4:I18**.
  5. Отформатируйте данные.
- Решение представлено на рис. 3.21.

|    | I                                                                     | J | K | L | M | N |
|----|-----------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1  |                                                                       |   |   |   |   |   |
| 2  |                                                                       |   |   |   |   |   |
| 3  | <b>Фамилия И.О., м.р. - Место работы, д. - Должность, ок. - Оклад</b> |   |   |   |   |   |
| 4  | Вольская А.Д., м.р. - ГрГУ, д. - лаборант, ок. - 4500,00 р.           |   |   |   |   |   |
| 5  | Ермаков Л.П., м.р. - МГУ, д. - инженер, ок. - 7800,00 р.              |   |   |   |   |   |
| 6  | Заяц В.Д., м.р. - БГУ, д. - мл. н. сотрудник, ок. - 6500,00 р.        |   |   |   |   |   |
| 7  | Аванова А.П., м.р. - БГУИР, д. - лаборант, ок. - 4500,00 р.           |   |   |   |   |   |
| 8  | Игнатович В.П., м.р. - ГрГУ, д. - ст. н. сотрудник, ок. - 8100,00 р.  |   |   |   |   |   |
| 9  | Котов А.А., м.р. - БГУ-ФПМИ, д. - инженер, ок. - 7800,00 р.           |   |   |   |   |   |
| 10 | Михайлова Н.П., м.р. - ИСЗ, д. - инженер, ок. - 7800,00 р.            |   |   |   |   |   |
| 11 | Мороз В.И., м.р. - БГУ, д. - ст. н. сотрудник, ок. - 8100,00 р.       |   |   |   |   |   |
| 12 | Никонова Е.И., м.р. - БГУИР, д. - мл. н. сотрудник, ок. - 6500,00 р.  |   |   |   |   |   |
| 13 | Петрашевич Г.С., м.р. - ГМУ, д. - зав. лаборатории, ок. - 11200,00 р. |   |   |   |   |   |
| 14 | Петров В.М., м.р. - ГГСУ, д. - лаборант, ок. - 4500,00 р.             |   |   |   |   |   |
| 15 | Сергейчик П.П., м.р. - ГРГУ, д. - мл. н. сотрудник, ок. - 6500,00 р.  |   |   |   |   |   |
| 16 | Степаненко А.В., м.р. - МГУ, д. - ст. н. сотрудник, ок. - 8100,00 р.  |   |   |   |   |   |
| 17 | Уланович А.С., м.р. - БГПУ, д. - лаборант, ок. - 4500,00 р.           |   |   |   |   |   |
| 18 | Уткин П.И., м.р. - БГПУ, д. - ст. н. сотрудник, ок. - 8100,00 р.      |   |   |   |   |   |
| 19 |                                                                       |   |   |   |   |   |

Рис. 3.21. Конструкция Данные о сотрудниках + Оклад

## ПРИМЕР

Определить возраст студентов математического факультета, для чего сформировать ведомость со следующими графами: Фами-

лия И.О., Курс, Группа, Дата рождения, Возраст, Возраст на данный момент времени. Определить также средний возраст студентов каждого курса.

## Решение

1. Введите названия полей ведомости в соответствии с образцом, представленным на рис. 3.22, а также данные для столбцов: № пп., Фамилия И.О., Курс, Группа, Дата рождения.

| № пп. | Фамилия И.О.  | Курс | Группа | Дата рождения | Возраст | Возраст на данный момент времени |
|-------|---------------|------|--------|---------------|---------|----------------------------------|
| 1     | Иванов П.И.   | 1    | 4      | 10.10.1985    | 18      | 18 лет 10 месяцев 26 дней        |
| 2     | Петров И.В.   | 1    | 4      | 05.10.1984    | 19      | 19 лет 11 месяцев 1 день         |
| 3     | Нестеров Г.И. | 5    | 4      | 12.09.1980    | 23      | 23 года 11 месяцев 24 дня        |
| 4     | Сидорова А.И. | 2    | 4      | 04.08.1984    | 20      | 20 лет 1 месяц 1 день            |
| 5     | Мусина Н.Н.   | 3    | 4      | 05.08.1983    | 21      | 21 год 31 день                   |
| 6     | Федоров Г.И.  | 2    | 5      | 06.08.1984    | 20      | 20 лет 30 дней                   |
| 7     | Данилов Е.Е.  | 3    | 5      | 07.08.1982    | 22      | 22 года 29 дней                  |
| 8     | Котова С.Ю.   | 4    | 5      | 08.08.1982    | 22      | 22 года 28 дней                  |
| 9     | Зяц С.Л.      | 2    | 5      | 09.08.1984    | 20      | 20 лет 27 дней                   |
| 10    | Гончаров Н.П. | 5    | 5      | 10.10.1980    | 23      | 23 года 10 месяцев 26 дней       |

Рис. 3.22. Определение возраста студентов на текущий момент времени

2. В ячейку F5 введите формулу (и скопируйте ее на соответствующий диапазон):

=СЕГОДНЯ() - E5

3. В ячейку G5 введите формулу:

=ТЕКСТ(ЕСЛИ(ГОД(F5) - 1900 = 0; ""; ЕСЛИ(ИЛИ(ОСТАТ(ГОД(F5) - 1900; 100) < 5; И(ОСТАТ(ГОД(F5) - 1900; 100) > 20; ОСТАТ(ГОД(F5) - 1900; 10) < 5)) ; ЕСЛИ(ОСТАТ(ГОД(F5) - 1900; 10) = 1; (ГОД(F5) - 1900) & " год "; (ГОД(F5) - 1900) & " года "); (ГОД(F5) - 1900) & " лет ")); "\ ") & ТЕКСТ(ЕСЛИ(МЕСЯЦ(F5) - 1 = 0; ""; ЕСЛИ(МЕСЯЦ(F5) - 1 < 5; ЕСЛИ(МЕСЯЦ(F5) - 1 = 1; (МЕСЯЦ(F5) - 1) & " месяц "; (МЕСЯЦ(F5) - 1) & " месяца "; (МЕСЯЦ(F5) - 1) & " месяцев "));

```
"\ " & ТЕКСТ(ЕСЛИ(ДЕНЬ(F5)=0;ЕСЛИ(МЕСЯЦ(F5) -
1=0;ЕСЛИ(ГОД(F5)-1900=0;"Этот человек прожил не более
дня";"");"");ЕСЛИ(ИЛИ(ДЕНЬ(F5)<5;И((ДЕНЬ(F5))>20;
И(ОСТАТ(ДЕНЬ(F5);10)<5;ОСТАТ(ДЕНЬ(F5);10)>0))));
ЕСЛИ(ОСТАТ(ДЕНЬ(F5);10)=1;(ДЕНЬ(F5)) & " день";
(ДЕНЬ(F5)) & " дня"; (ДЕНЬ(F5)) & " дней")); "\ "
```

### Примечание

Для получения формулы в ячейке **G5** использован алгоритм чередования окончаний для вывода соответствующих текстовых сообщений о возрасте на данный момент времени:

- если число лет находится в интервале 2—4, 22—24, 32—34 и т. д., то необходимо добавить слово **года**;
- если число лет находится в интервале 5—20, 25—30, 35—40 и т. д., то необходимо добавить слово **лет**;
- если число лет равно 1, 21, 31 и т. д., то необходимо добавить слово **год**.

4. Для определения среднего возраста студентов каждого курса сформируйте ведомость в соответствии с образцом, представленным на рис. 3.23.

|    | Н | И    | Ж       | К                               | Л | М | Н |
|----|---|------|---------|---------------------------------|---|---|---|
| 1  |   |      |         |                                 |   |   |   |
| 2  |   |      |         |                                 |   |   |   |
| 3  |   |      |         |                                 |   |   |   |
| 4  |   | Курс | Возраст | Средний возраст студентов курса |   |   |   |
| 5  |   | 1    | 19      | 19 лет 4 месяца 30 дней         |   |   |   |
| 6  |   | 2    | 20      | 20 лет 29 дней                  |   |   |   |
| 7  |   | 3    | 21      | 21 год 6 месяцев 31 день        |   |   |   |
| 8  |   | 4    | 22      | 22 года 28 дней                 |   |   |   |
| 9  |   | 5    | 23      | 23 года 11 месяцев 10 дней      |   |   |   |
| 10 |   |      |         |                                 |   |   |   |

Рис. 3.23. Определение среднего возраста студентов каждого курса



Обработать эту информацию таким образом, чтобы получилась следующая конструкция (в одной ячейке):

|                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наименование продукции, Дата выпуска {формат: Дата/Время},<br>ц. Цена за единицу {денежный формат}, Количество шт. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3. Разделить следующую информацию, находящуюся в одной ячейке:

|                                           |
|-------------------------------------------|
| Фамилия студента, Факультет, Курс, Группа |
|-------------------------------------------|

Результат получить в виде:

|                  |           |      |        |
|------------------|-----------|------|--------|
| Фамилия студента | Факультет | Курс | Группа |
|------------------|-----------|------|--------|

4. Разделить следующую информацию, находящуюся в одной ячейке:

|                                              |
|----------------------------------------------|
| Город; Дата; Вид осадков; Количество осадков |
|----------------------------------------------|

Результат получить в виде:

|       |      |             |                    |
|-------|------|-------------|--------------------|
| Город | Дата | Вид осадков | Количество осадков |
|-------|------|-------------|--------------------|

5. Разделить следующую информацию, находящуюся в одной ячейке:

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| Фамилия Имя Отчество!Вид спорта!Тренер!Результат |
|--------------------------------------------------|

Результат получить в виде:

|              |            |        |           |
|--------------|------------|--------|-----------|
| Фамилия И.О. | Вид спорта | Тренер | Результат |
|--------------|------------|--------|-----------|

6. Дана следующая информация:

|         |              |         |           |
|---------|--------------|---------|-----------|
| Фамилия | Год рождения | Отрасль | Должность |
|---------|--------------|---------|-----------|

Обработать эту информацию таким образом, чтобы получилась следующая конструкция:

|                                    |
|------------------------------------|
| Фамилия, Год рождения, Отр., Долж. |
|------------------------------------|

7. Дана следующая информация:

Фамилия, г.Город, ул.Улица, д.Дом, кв.Квартира

Обработать эту информацию таким образом, чтобы получилась следующая конструкция:

Фамилия, Город, Улица, Дом - Квартира

8. Дана следующая информация:

г. Город, Год г., Количество осадков мм

Обработать эту информацию таким образом, чтобы получилась следующая конструкция:

Город, Год, Количество осадков

9. Сформировать следующую ведомость, характеризующую износ деталей:

№ пп, Наименование детали, Дата ввода в эксплуатацию, Срок службы детали на настоящий момент, Характеристика износа детали (менее года — еще только начало, от 1 до 8 лет — норма, свыше 8 лет — пора менять).

10. Оформить ведомость для работников некоторого производственного отдела:

Фамилия И.О., Начало работы, Стаж работы, Коэффициент надбавки за стаж (менее года — 0, от 1 до 5 лет — 0,1, от 5 до 10 — 0,15, свыше 10 лет — 0,2).

11. Дать характеристику человеку по возрасту (имеющему высшее образование):

Фамилия И.О., Пол, Дата рождения, Возраст, Характеристика возраста (произвести разбивку по годам, например, школьник, студент; при определении учитывать пол: студент/студентка, а также, например, различный пенсионный возраст для женщин и мужчин).

12. Определить дневную нагрузку компьютерного класса:

№ класса, Начало занятий, Конец занятий, Отработанное время, Характеристика загруженности класса (менее 2 ча-



сов — практически пустой, от 2 до 6 часов — малая загрузка, от 6 до 16 — норма, свыше 16 часов — перегружен).

13. Для временно работающих сотрудников сформировать дневную ведомость почасовой оплаты труда:

Фамилия И.О., Начало работы, Конец работы, Отработанное время (в часах), Оплата труда (из расчета некоторого тарифа оплаты почасовых ставок).

14. Оформить отчет о продаже товаров:

Наименование товара, Дата поступления, Дата реализации, Срок реализации, Характеристика спроса на товар (реализация до 3-х дней — товар пользуется спросом, от 3 до 30 — нормальная реализация, от 30 до 60 дней — замедленная реализация товара, свыше 60 дней — товар залежался).

15. Подготовить больничную ведомость:

Фамилия больного, Дата поступления, Дата выписки (если еще не выписан — заметка: еще болен), Срок нахождения в больнице (в днях).

16. Оформить ведомость для людей, претендующих на прописку:

Фамилия И.О., Дата приезда, Срок проживания в республике на данный момент времени, Характеристика положения с пропиской (до года — временный учет, от 1 до 3 лет — возможен вид на жительство, от 3 до 7 лет — дать вид на жительство, свыше 7 лет — разрешить прописку).

17. Сформировать транспортную ведомость и произвести соответствующие вычисления:

Наименование транспортного средства, Регистрационный номер, Средняя скорость (км/ч), Расход топлива на 100 км пути, Дата отправки, Пункт отправки, Дата прибытия, Пункт прибытия, Время в пути, Длина маршрута, Средний расход топлива.

18. Сформировать ведомость учета медикаментов:

Наименование, Дата выпуска, Дата окончания годности, Срок годности, Признак.

Произвести необходимые вычисления:

- для столбца **Срок годности** — вычислить оставшийся срок в сутках;
- для столбца **Признак** — вывод признаков Годен, Осталось менее месяца, Срок годности истек.

## Функции просмотра и ссылок

Функции просмотра и ссылок позволяют просматривать и обрабатывать информацию, хранящуюся в списке или таблице. Так, функции `ВПР()` и `ГПР()` используются для поиска информации в прямоугольных таблицах. Данные функции имеют следующий синтаксис:

`=ВПР(искемое_знач; таблица; номер_столбца; тип_просмотра);`

`=ГПР(искемое_знач; таблица; номер_строки; тип_просмотра),`

где:

- `искемое_знач` — это значение, которое необходимо найти в первом столбце (строке) таблицы;
- `таблица` — массив или имя диапазона, который определяет таблицу с данными. Первый столбец (строка) должны быть упорядочены в алфавитном порядке текстовых значений или в порядке возрастания числовых данных, а также значений даты/времени;
- `номер_столбца (номер_строки)` — указывает, из какого столбца (строки) таблицы следует выбирать возвращаемое значение;
- `тип_просмотра` — определяет логическое значение для указания типа соответствия: точное или приближенное. Если аргумент опущен, то используется приближенное сравнение, что означает поиск наибольшего сравниваемого значения, которое меньше или равно искомому значению.

Поиск осуществляется по следующему правилу:

|| Искомое значение сравнивается с данными, расположенными в крайнем левом столбце для функции `ВПР()` (или в

верхней строке для функции ГПР() таблицы, и таким образом определяется первый индекс возвращаемого значения. Номер столбца (номер строки) задает второй индекс, определяющий строку или столбец таблицы, из которой возвращается значение.

## ПРИМЕР

Сформировать ведомость заработной платы, в которой надбавка за стаж определяется исходя из соответствующих надбавок за количество отработанных лет.

## Решение

1. Сформируйте ведомость и дополнительную таблицу, как показано на рис. 3.24.

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - к №07.xls". The active sheet is "Лист3". The main table (rows 1-8) has columns: A (Fамилия И.О.), B (Стаж (количество лет)), C (Оклад), D (Надбавка за стаж), and E (Всего). The data is as follows:

|   | A              | B                     | C       | D                | E     |
|---|----------------|-----------------------|---------|------------------|-------|
| 1 | Фамилия И.О.   | Стаж (количество лет) | Оклад   | Надбавка за стаж | Всего |
| 2 | Григорьев В.И. | 5                     | 4500,00 |                  |       |
| 3 | Алабьева Н.С.  | 20                    | 8700,00 |                  |       |
| 4 | Сидорцов А.А.  | 15                    | 6200,00 |                  |       |
| 5 | Скворцов П.Н.  | 25                    | 5000,00 |                  |       |
| 6 | Николаева В.Г. | 10                    | 5430,00 |                  |       |
| 7 | Степанов А.А.  | 5                     | 8300,00 |                  |       |
| 8 | Иванцова О.Н.  | 10                    | 4800,00 |                  |       |

Below this, a second table (rows 15-20) defines the bonus rates:

|    | Стаж (количество лет) | Надбавка за стаж (%) |
|----|-----------------------|----------------------|
| 15 | Стаж (количество лет) | Надбавка за стаж (%) |
| 16 | 5                     | 3%                   |
| 17 | 10                    | 5%                   |
| 18 | 15                    | 7%                   |
| 19 | 20                    | 10%                  |
| 20 | 25                    | 15%                  |

Рис. 3.24. Исходные данные для ведомости зарплаты

2. В ячейку D2 введите формулу:

=C2\*ВПР (B2; \$A\$16: \$B\$20; 2),

где:

- B2 — искомое значение (стаж сотрудника), которое необходимо найти в крайнем левом столбце таблицы, определяемой диапазоном \$A\$16:\$B\$20;
- индекс 2 определяет номер столбца таблицы, из которого будет возвращено значение (в данном случае, процент надбавки);
- C2 — оклад сотрудника.

3. В ячейку E2 введите формулу =C2+D2.

4. Скопируйте формулы в соответствующие диапазоны.

5. Отформатируйте таблицу.

Результат для этого примера представлен на рис. 3.25.

|    | A                     | B                     | C          | D                | E          |
|----|-----------------------|-----------------------|------------|------------------|------------|
| 1  | Фамилия И.О.          | Стаж (количество лет) | Оклад      | Надбавка за стаж | Всего      |
| 2  | Григорьев В.И.        | 5                     | 4 500,00р. | 135,00р.         | 4 635,00р. |
| 3  | Алабьева Н.С.         | 20                    | 8 700,00р. | 870,00р.         | 9 570,00р. |
| 4  | Сидорцов А.А.         | 15                    | 6 200,00р. | 434,00р.         | 6 634,00р. |
| 5  | Скворцов П.Н.         | 25                    | 5 000,00р. | 750,00р.         | 5 750,00р. |
| 6  | Николаева В.Г.        | 10                    | 5 430,00р. | 271,50р.         | 5 701,50р. |
| 7  | Степанов А.А.         | 5                     | 8 300,00р. | 249,00р.         | 8 549,00р. |
| 8  | Иванцова О.Н.         | 10                    | 4 800,00р. | 240,00р.         | 5 040,00р. |
| 9  |                       |                       |            |                  |            |
| 10 |                       |                       |            |                  |            |
| 11 |                       |                       |            |                  |            |
| 12 |                       |                       |            |                  |            |
| 13 |                       |                       |            |                  |            |
| 14 |                       |                       |            |                  |            |
| 15 | Стаж (количество лет) | Надбавка за стаж (%)  |            |                  |            |
| 16 | 5                     | 3%                    |            |                  |            |
| 17 | 10                    | 5%                    |            |                  |            |
| 18 | 15                    | 7%                    |            |                  |            |
| 19 | 20                    | 10%                   |            |                  |            |
| 20 | 25                    | 15%                   |            |                  |            |

Рис. 3.25. Ведомость заработной платы

## Задания к разделу

### "Функции просмотра и ссылок"

Сформировать основную и вспомогательную таблицы. Использовать для вычислений данные вспомогательной таблицы.

#### Задание 1

| № пп | Заказчик     | Дата заказа | Тип рекламы | Кол-во заказов | Стоимость одного заказа | Сумма |
|------|--------------|-------------|-------------|----------------|-------------------------|-------|
| 1.   | КА "Квадрат" | 15 дек.     | Буклет      | 5              |                         |       |
| 2.   | ИП "Альтаир" | 10 сент.    | Листовка    | 3              |                         |       |
| 3.   | ИП "Пионер"  | 12 авг.     | Буклет      | 150            |                         |       |
| 4.   | Интерсити    | 05 мая      | Буклет      | 78             |                         |       |
| 5.   | СП "Кедр"    | 07 дек.     | Плакат      | 29             |                         |       |

| Тип рекламы | Стоимость заказа |
|-------------|------------------|
| Буклет      | 75               |
| Листовка    | 25               |
| Плакат      | 45               |

#### Задание 2

При вычислении оклада использовать значение ставки первого разряда.

| № пп | ФИО           | Должность     | Оклад | Премия |       | Налог | К выплате |
|------|---------------|---------------|-------|--------|-------|-------|-----------|
|      |               |               |       | %      | сумма |       |           |
| 1.   | Сидор И.Г.    | Вед. инженер  |       | 15     |       |       |           |
| 2.   | Алексеев Л.Б. | Инженер I к.  |       | 10     |       |       |           |
| 3.   | Макаров Н.И.  | Инженер II к. |       | 25     |       |       |           |

(окончание)

| № пп | ФИО           | Должность     | Оклад | Премия |       | Налог | К вып-плате |
|------|---------------|---------------|-------|--------|-------|-------|-------------|
|      |               |               |       | %      | сумма |       |             |
| 4.   | Гриньков Н.Н. | Инженер II к. |       | 7      |       |       |             |
| 5.   | Самсонов С.Ю. | Инженер I к.  |       | 11     |       |       |             |
|      | Итого         |               |       |        |       |       |             |

| Должность     | Коэффициент |
|---------------|-------------|
| Вед. инженер  | 25          |
| Инженер I к.  | 23          |
| Инженер II к. | 19          |

### Задание 3

| № пп | Наименование товара | Кол-во | Дата реализации | Цена |      | Стоимость |      |
|------|---------------------|--------|-----------------|------|------|-----------|------|
|      |                     |        |                 | евро | руб. | евро      | руб. |
| 1.   | Утюг Bosch          | 3      | 5 янв.          | 45   |      |           |      |
| 2.   | Кофеварка Philips   | 5      | 12 янв.         | 65   |      |           |      |
| 3.   | Пылесос Brown       | 1      | 12 янв.         | 120  |      |           |      |
| 4.   | Эл. чайник Tefal    | 5      | 22 янв.         | 43   |      |           |      |
| 5.   | Пылесос Samsung     | 2      | 22 янв.         | 150  |      |           |      |

| Дата    | Курс    |
|---------|---------|
| 5 янв.  | € 2 050 |
| 12 янв. | € 2 100 |
| 22 янв. | € 2 120 |

## Задание 4

Использовать вспомогательную таблицу задания 3.

| №<br>пп | Наименование<br>товара | Фирма-<br>произв. | Дата             |                 | Цена<br>(евро) | Цена<br>поступл.<br>(руб.) | Цена<br>реализа-<br>ции (руб.) |
|---------|------------------------|-------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------------------|--------------------------------|
|         |                        |                   | посту-<br>пления | реали-<br>зации |                |                            |                                |
| 1.      | Холодильник            | Ariston           | 28 янв.          | 12 янв.         | 350            |                            |                                |
| 2.      | Холодильник            | Bosch             | 25 янв.          | 5 янв.          | 390            |                            |                                |
| 3.      | Стиральная<br>машина   | Ariston           | 25 февр.         | 22 янв.         | 290            |                            |                                |
| 4.      | Стиральная<br>машина   | Ariston           | 30 янв.          | 5 янв.          | 325            |                            |                                |
| 5.      | Стиральная<br>машина   | Bosch             | 15 янв.          | 22 янв.         | 350            |                            |                                |
| 6.      | Холодильник            | Bosch             | 1 февр.          | 22 янв.         | 340            |                            |                                |
| 7.      | Стиральная<br>машина   | Ariston           | 10 февр.         | 5 янв.          | 400            |                            |                                |

## Задание 5

| Тип площади  | Стоимость<br>1 кв. м | Требуемая<br>площадь | Итого<br>за месяц | Кол-во<br>месяцев | Итого |
|--------------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------|
| Офис         |                      | 12                   |                   | 60                |       |
| Производство |                      | 120                  |                   | 60                |       |
| Стоянка      |                      | 200                  |                   | 60                |       |
| Склад        |                      | 50                   |                   | 58                |       |

| Тип площади       | Офис  | Производство | Склад | Стоянка |
|-------------------|-------|--------------|-------|---------|
| Стоимость 1 кв. м | \$5,0 | \$2,5        | \$1,7 | \$2,0   |

## Задание 6

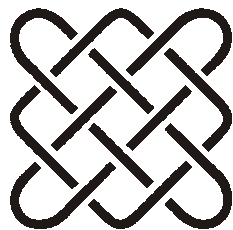
| Наименование товара | Фирма-производитель | Цена (евро) | Дата реализации | Цена (руб.) |
|---------------------|---------------------|-------------|-----------------|-------------|
| СВЧ                 | LG                  |             | 1 февр.         |             |
| СВЧ                 | Samsung             |             | 12 февр.        |             |
| Эл. миксер          | Bosch               |             | 25 янв.         |             |
| Эл. чайник          | Tefal               |             | 12 февр.        |             |
| Кофеварка           | Tefal               |             | 1 февр.         |             |

| Наименование | Bosch | LG | Samsung | Tefal |
|--------------|-------|----|---------|-------|
| Кофеварка    | € 50  | —  | € 45    | € 55  |
| СВЧ          | € 150 | —  | € 120   | —     |
| Эл. миксер   | € 35  | —  | —       | € 43  |
| Эл. чайник   | —     | —  | € 45    | € 45  |

| Дата     | Евро  |
|----------|-------|
| 25 янв.  | 2 120 |
| 1 февр.  | 2 180 |
| 12 февр. | 2 200 |



## ГЛАВА 4



# Экономические расчеты в MS Excel

Встроенные экономические функции MS Excel служат для проведения соответствующих расчетов (например, нахождение платы по процентам, расчет регулярных выплат по займу, оценка эффективности капиталовложений и т. д.). Задания этой главы рекомендуется использовать в разделах курсов, связанных с решениями задач финансового анализа.

Для осуществления экономических расчетов в MS Excel используются следующие средства:

- ☐ финансовые функции MS Excel;
- ☐ подбор параметра;
- ☐ диспетчер сценариев;
- ☐ таблица подстановки.

В версиях MS Excel 2000 и выше для вывода полного перечня финансовых функций рекомендуется установить флажок (если он снят) **Пакет анализа** (команда **Сервис** | **Надстройки** | список **Настройки**).

## Финансовые функции MS Excel

Финансовые функции MS Excel (табл. 4.1) предназначены для вычисления базовых величин, необходимых при проведении сложных расчетов.

**Таблица 4.1. Краткая характеристика финансовых функций MS Excel**

| Название функции                                                                            | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| АМОКУВ (стоимость; дата_приобр; первый_период; остаточная_стоимость; период; ставка; базис) | —                                  | Возвращает величину амортизации для каждого периода. Эта функция предназначена для французской системы бухгалтерского учета. Если актив приобретается в середине бухгалтерского периода, то учитывается пропорционально распределенная амортизация *                                                                                                                                                      |
| АМОКУМ (стоимость; дата_приобр; первый_период; остаточная_стоимость; период; ставка; базис) | —                                  | Возвращает величину амортизации для каждого периода. Эта функция предназначена для французской системы бухгалтерского учета. Если актив приобретается в середине бухгалтерского периода, то учитывается пропорционально распределенная амортизация. Эта функция подобна функции АМОКУВ, за тем исключением, что применяемый в вычислениях коэффициент амортизации зависит от периода амортизации актива * |
| АКУ (нач_стоимость; ост_стоимость; время_эксплуатации)                                      | АКУ ( )                            | Возвращает величину амортизации актива за один период, рассчитанную линейным методом                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| АСУ (нач_стоимость; ост_стоимость; время_эксплуатации; период)                              | АКУД ( )                           | Возвращает величину амортизации актива за данный период, рассчитанную методом "суммы (годовых) чисел"                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| БЗРАСПИС (первичное; план)                                                                  | БЗРАСПИС ( )                       | Возвращает будущую стоимость первоначальной основной суммы после применения ряда (плана) ставок сложных процентов. Функция БЗРАСПИС используется для вычисления будущей стоимости инвестиции с переменной процентной ставкой *                                                                                                                                                                            |

**Таблица 4.1 (продолжение)**

| Название функции                                                     | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ВС (ставка;кпер;плт;<br>пс;тип)                                      | ВЗ ( )                             | Возвращает будущую стоимость инвестиции на основе периодических постоянных (равных по величине сумм) платежей и постоянной процентной ставки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ВД (значения;<br>предположение)                                      | ВНДОХ ( )                          | Возвращает внутреннюю ставку доходности для ряда потоков денежных средств, представленных их численными значениями. Эти денежные потоки не обязательно должны быть равными по величине, как в случае аннуитета. Однако они должны иметь место через равные промежутки времени, например, ежемесячно или ежегодно. Внутренняя ставка доходности — это процентная ставка, принимаемая для инвестиции, состоящей из платежей (отрицательные величины) и доходов (положительные величины), которые осуществляются в последовательные и одинаковые по продолжительности периоды |
| ДАТАКУПОНДО (дата_согл;<br>дата_вступпл_в_силу;<br>частота;базис)    | ДАТАКУПОНДО ( )                    | Возвращает число, соответствующее предыдущей дате купона перед датой расчета *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ДАТАКУПОНПОСЛЕ (дата_согл;<br>дата_вступпл_в_силу;<br>частота;базис) | ДАТАКУПОНПОСЛЕ ( )                 | Возвращает число, представляющее следующую дату купона после даты расчета *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

**Таблица 4.1 (продолжение)**

| Название функции                                                               | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДДОБ (нач_стоимость; ост_стоимость; время_эксплуатации; период; коэффициент)   | ДДОБ ( )                           | Возвращает значение амортизации актива за данный период, используя метод двойного уменьшения остатка или иной явно указанный метод                                                                                                                          |
| ДЛИТ (дата_согл; дата_вступл_в_силу; купон; доход; частота; базис)             | ДЛИТ ( )                           | Возвращает продолжительность Макалея для предполагаемой номинальной стоимости 100 руб. Продолжительность определяется как взвешенное среднее приведенной стоимости денежных потоков и используется как мера реакции цен облигаций на изменение доходности * |
| ДНЕЙКУПОН (дата_согл; дата_вступл_в_силу; частота; базис)                      | ДНЕЙКУПОН ( )                      | Возвращает число дней в периоде купона, который содержит дату расчета *                                                                                                                                                                                     |
| ДНЕЙКУПОНДО (дата_согл; дата_вступл_в_силу; частота; базис)                    | ДНЕЙКУПОНДО ( )                    | Возвращает количество дней от начала действия купона до даты соглашения *                                                                                                                                                                                   |
| ДНЕЙКУПОНПОСЛЕ (дата_согл; дата_вступл_в_силу; частота; базис)                 | ДНЕЙКУПОНПОСЛЕ ( )                 | Возвращает число дней от даты расчета до срока следующего купона *                                                                                                                                                                                          |
| ДОХОД (дата_согл; дата_вступл_в_силу; ставка; цена; погашение; частота; базис) | ДОХОД ( )                          | Возвращает доходность ценных бумаг, по которым производятся периодические выплаты процентов. Функция ДОХОД используется для вычисления доходности облигаций *                                                                                               |

**Таблица 4.1 (продолжение)**

| Название функции                                                                                                           | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДОХОДКЧЕК (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу;цена)                                                                          | ДОХОДКЧЕК ()                       | Возвращает доходность по казначейскому векселю *                                                                |
| ДОХОДПЕРВНЕРГ (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу;<br>дата_выпуска;первый_купон;<br>ставка;цена;погашение;<br>частота;базис) | ДОХОДПЕРВНЕРГ ()                   | Возвращает доход по ценным бумагам с нерегулярным (коротким или длинным) первым периодом                        |
| ДОХОДПОГАШ (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу;дата_выпуска;ставка;цена;базис)                                               | ДОХОДПОГАШ ()                      | Возвращает годовую доходность ценных бумаг, по которым проценты выплачиваются при наступлении срока погашения * |
| ДОХОДПОСЛНЕРГ (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу;<br>последняя_выплата;ставка;<br>цена;погашение;частота;<br>базис)         | ДОХОДПОСЛНЕРГ ()                   | Возвращает доход по ценным бумагам с нерегулярным (коротким или длинным) последним периодом *                   |
| ДОХОДСКИДКА (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу;цена;<br>погашение;базис)                                                    | ДОХОДСКИДКА ()                     | Возвращает годовую доходность по ценным бумагам, на которые сделана скидка *                                    |
| ИНОРМА (дата_согл; дата_вступл_в_силу;инвестиция; погашение;базис)                                                         | ИНОРМА ()                          | Возвращает процентную ставку для полностью инвестированных ценных бумаг *                                       |

Таблица 4.1 (продолжение)

| Название функции                                                                    | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КТЕР (ставка; плт; пс; бс; тип)                                                     | КТЕР ( )                           | Возвращает общее количество периодов выплаты для инвестиции на основе периодических постоянных выплат и постоянной процентной ставки                                                                                           |
| МВСД (значение; ставка_финанс; ставка_реинвест)                                     | МВСД ( )                           | Возвращает модифицированную внутреннюю ставку доходности для ряда периодических денежных потоков. Функция МВСД учитывает как затраты на привлечение инвестиции, так и процент, получаемый от реинвестирования денежных средств |
| МДЛИТ (дата_согл; дата_вступл_в_силу; купон; доход; частота; базис)                 | МДЛИТ ( )                          | Возвращает модифицированную продолжительность Маклея для ценных бумаг с предполагаемой номинальной стоимостью 100 руб. *                                                                                                       |
| НАКОПЦОХОД (дата_выпуска; первый_доход; дата_согл; ставка; номинал; частота; базис) | НАКОПЦОХОД ( )                     | Возвращает накопленный процент по ценным бумагам с периодической выплатой процентов *                                                                                                                                          |
| НАКОПЦОХОДПОГЛ (дата_выпуска; дата_согл; ставка; номинал; базис)                    | НАКОПЦОХОДПОГЛ ( )                 | Возвращает накопленный процент по ценным бумагам, процент по которым выплачивается в срок погашения *                                                                                                                          |
| НОМИНАЛ (эффект_ставка; кол_пер)                                                    | НОМИНАЛ ( )                        | Возвращает номинальную годовую ставку, если заданы эффективная (фактическая) ставка и число периодов в году, за которые начисляются сложные проценты *                                                                         |

**Таблица 4.1 (продолжение)**

| Название функции                                                   | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОБЩХОД(ставка; кол_пер; нз; нач_период; кон_период; тип)           | ОБЩХОД( )                          | Возвращает кумулятивную (нарастающим итогом) сумму, выплачиваемую в погашение основной суммы займа в промежутке между двумя периодами *                            |
| ОБЩПЛАТ(ставка; кол_пер; нз; нач_период; кон_период; тип)          | ОБЩПЛАТ( )                         | Возвращает кумулятивную (нарастающим итогом) величину процентов, выплачиваемых по займу в промежутке между двумя периодами выплат *                                |
| ОСПИТ(ставка; период; кпер; пс; бс; тип)                           | ОСПИЛАТ( )                         | Возвращает величину платежа в погашение основной суммы по инвестиции за данный период на основе постоянного периодических платежей и постоянства процентной ставки |
| ПСП(ставка; кпер; пс; бс; тип)                                     | ПСПЛАТ( )                          | Возвращает сумму периодического платежа для аннуитета на основе постоянства сумм платежей и постоянства процентной ставки                                          |
| ПОЛУЧЕНО(дата_согл; дата_вступл_в_силу; инвестиция; скидка; базис) | ПОЛУЧЕНО( )                        | Возвращает сумму, полученную к сроку погашения полностью обеспеченных ценных бумаг *                                                                               |
| ПРОЦПЛАТ(ставка; период; кпер; пс)                                 | -                                  | Вычисляет проценты, выплачиваемые за определенный инвестиционный период. Эта функция обеспечивает совместимость с пакетом Lotus 1-2-3                              |

**Таблица 4.1 (продолжение)**

| Название функции                                                                                              | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПРПТ (ставка; период; кпер; пс; бс; тип)                                                                      | ПШПРОД ( )                         | Возвращает сумму платежей процентов по инвестиции за данный период на основе постоянства сумм периодических платежей и постоянства процентной ставки                                                                                                                                                      |
| ПС (ставка; кпер; плт; бс; тип)                                                                               | ПЗ ( )                             | Возвращает приведенную (к текущему моменту) стоимость инвестиции. Приведенная (нынешняя) стоимость представляет собой общую сумму, которая на настоящий момент равноценна ряду будущих выплат. Например, когда вы занимаете деньги, сумма займа является приведенной (нынешней) стоимостью для заимодавца |
| ПУО (нач_стоимость; ост_стоимость; время_эксплуатации; нач_период; кон_период; коэффициент; без_переклечения) | ПЩОБ ( )                           | Возвращает величину амортизации актива для любого выбранного периода, в том числе для частичных периодов, с использованием метода двойного уменьшения остатка или иного указанного метода                                                                                                                 |
| РАВНОКЧЕК (дата_согл; дата_вступл_в_силу; скидка)                                                             | РАВНОКЧЕК ( )                      | Возвращает эквивалентный облигации доход по казначейскому векселю *                                                                                                                                                                                                                                       |
| РУБЛЬ.ДЕС (дроб_руб; дроб)                                                                                    | -                                  | Преобразует цену в рублях, выраженную в виде дроби, в цену в рублях, выраженную десятичным числом. Функция РУБЛЬ.ДЕС используется для преобразования дробных значений денежных сумм, например стоимости ценных бумаг, в десятичное число *                                                                |



Таблица 4.1 (продолжение)

| Название функции                                                               | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РУБЛЬ;ДРОБЬ (дес_руб;дроб)                                                     | -                                  | Преобразует цену в рублях, выраженную десятичным числом, в цену в рублях, выраженную в виде дроби. Функция РУБЛЬ.ДРОБЬ используется для преобразования десятичных чисел, например стоимости ценных бумаг, в дробные цены *                                                                                           |
| СКИДКА (дата_согл; дата_вступл_в силу; цена; погашение; базис)                 | СКИДКА ()                          | Возвращает ставку дисконтирования для ценных бумаг *                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| СТАВКА (кпер; плт; пс; бс; тип; предположение)                                 | НОРМА ()                           | Возвращает процентную ставку по аннуитету за один период. Функция СТАВКА вычисляется путем итераций и может давать нулевое значение или несколько значений. Если последовательные результаты функции СТАВКА не сходятся с точностью 0,0000001 после 20-ти итераций, то СТАВКА возвращает сообщение об ошибке #ЧИСЛО! |
| ФУО (нач_стоимость; ост_стоимость; время_эксплуатации; период; месяцы)         | ДОБ ()                             | Возвращает величину амортизации актива для заданного периода, рассчитанную методом фиксированного уменьшения остатка                                                                                                                                                                                                 |
| ЦЕНА (дата_согл; дата_вступл_в силу; ставка; доход; погашение; частота; базис) | ЦЕНА ()                            | Возвращает цену за 100 рублей номинальной стоимости ценных бумаг, по которым выплачивается периодический процент *                                                                                                                                                                                                   |

**Таблица 4.1 (продолжение)**

| Название функции                                                                                                            | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЦЕНАКЧЕК (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу;скидка)                                                                          | ЦЕНАКЧЕК ( )                       | Возвращает цену на 100 руб. номинальной стоимости для казначейского векселя *                                                                            |
| ЦЕНАПЕРВНЕРЕТ (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу;<br>дата_выпуска;первый_купон;<br>ставка;доход;погашение;<br>частота;базис) | ЦЕНАПЕРВНЕРЕТ ( )                  | Возвращает цену за 100 рублей номинальной стоимости ценных бумаг для нерегулярного (короткого или длинного) первого периода *                            |
| ЦЕНАПОГАШ (дата_согл; дата_вступл_в_силу; дата_выпуска; ставка; доходность; базис)                                          | ЦЕНАПОГАШ ( )                      | Возвращает цену за 100 рублей номинальной стоимости ценных бумаг, по которым процент выплачивается в срок погашения *                                    |
| ЦЕНАПОСЛНЕРЕТ (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу;<br>последняя_выплата; ставка;<br>доход; погашение; частота;<br>базис)      | ЦЕНАПОСЛНЕРЕТ ( )                  | Возвращает цену за 100 рублей нарицательной стоимости ценных бумаг для нерегулярного (короткого или длинного) последнего периода купона *                |
| ЦЕНАСКИДКА (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу; скидка;<br>погашение; базис)                                                  | ЦЕНАСКИДКА ( )                     | Возвращает цену за 100 рублей номинальной стоимости ценных бумаг, на которые сделана скидка *                                                            |
| ЧИСЛУКУПОН (дата_согл;<br>дата_вступл_в_силу;<br>частота; базис)                                                            | ЧИСЛУКУПОН ( )                     | Возвращает количество купонов, которые могут быть оплачены между датой расчета и сроком погашения, округленное до ближайшего целого количества купонов * |

**Таблица 4.1 (окончание)**

| Название функции                        | Название в ранних версиях MS Excel | Краткое описание функции                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЧИСТВНДОХ (значения; даты; предп)       | ЧИСТВНДОХ ()                       | Возвращает внутреннюю ставку доходности для графика денежных потоков, которые не обязательно носят периодический характер. Чтобы рассчитать внутреннюю ставку доходности для ряда периодических денежных потоков, следует использовать функцию ВНДОХ * |
| ЧИСТНЗ (ставка; значения; даты)         | ЧИСТНЗ ()                          | Возвращает чистую приведенную стоимость для денежных потоков, которые не обязательно являются периодическими. Чтобы вычислить чистую приведенную стоимость для ряда периодических денежных потоков, следует использовать функцию ЧПС *                 |
| ЧПС (ставка; значение1; значение2; ...) | НПС ()                             | Возвращает величину чистой приведенной стоимости инвестиции, используя ставку дисконтирования, а также стоимости будущих выплат (отрицательные значения) и поступлений (положительные значения)                                                        |
| ЭФФЕКТ (номинальная_ставка; кол_пер)    | ЭФФЕКТ ()                          | Возвращает эффективную (фактическую) годовую процентную ставку, если заданы номинальная годовая процентная ставка и количество периодов в году, за которые начисляются сложные проценты *                                                              |

\* Если данная функция недоступна или возвращает ошибку #ИМЯ?, необходимо установить и загрузить надстройку **Пакет анализа**.

Работа с финансовыми функциями MS Excel предполагает использование следующей методики:

1. Подготовить на рабочем листе значения основных аргументов функции.
2. Перейти к ячейке, в которую вводится формула, использующая встроенную финансовую функцию.
3. Вызвать мастер функций командой **Вставка | Функция | категория Финансовые** (рис. 4.1) и в списке функций выбрать необходимую финансовую функцию.

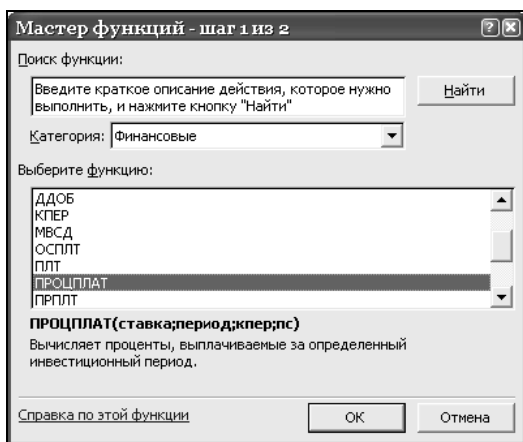


Рис. 4.1. Выбор финансовых функций в окне мастера функций

### Совет

В поле ввода диалогового окна можно вводить как ссылки на адреса ячеек, содержащих собственно значения аргументов, так и сами значения аргументов.

### Примечание

Описание аргументов по каждой функции приводится в окне **Аргументы функции** (рис. 4.2). Если необходима более подробная справка по использованию той или иной функции, следует воспользоваться ссылкой **Справка по этой функции**, которая открывает окно **Справка Microsoft Excel** (рис. 4.3).

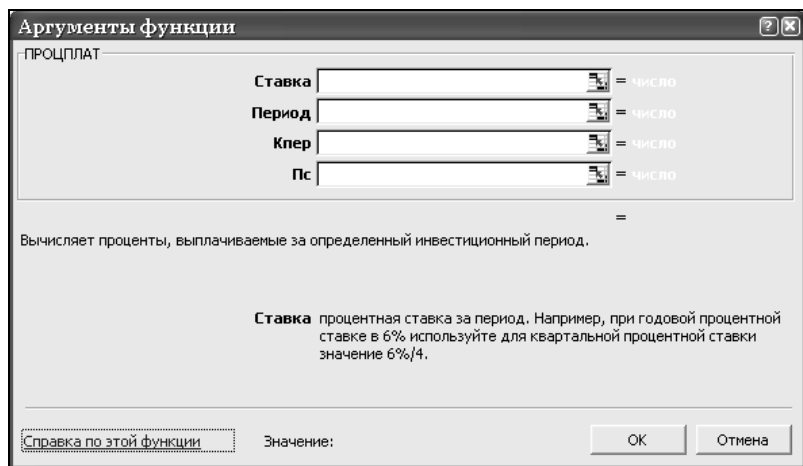


Рис. 4.2. Окно Аргументы функции

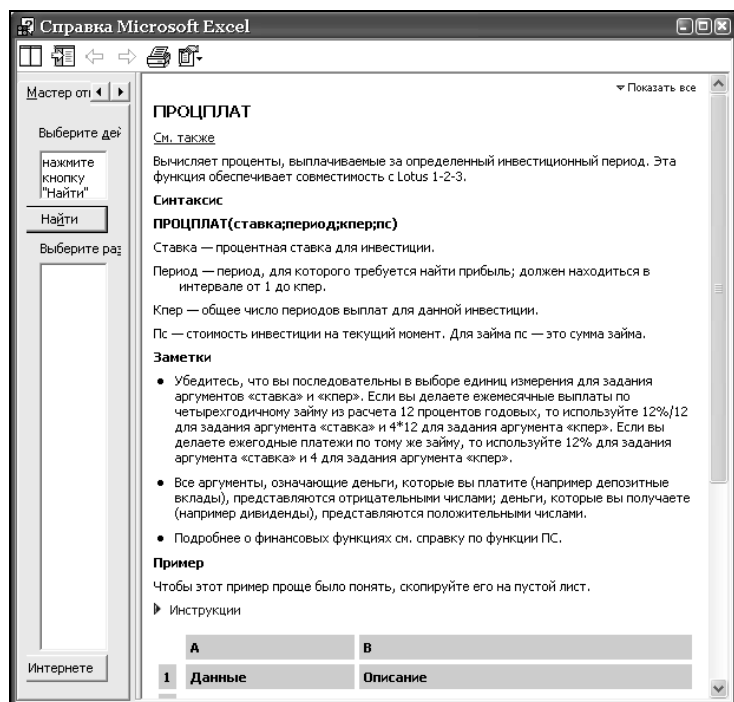


Рис. 4.3. Справка по работе с финансовой функцией

4. Если аргумент является результатом расчета другой вложенной функции, используйте повторный вызов мастера функций для данного аргумента.
5. После ввода всех аргументов нажмите кнопку **ОК**, и MS Excel произведет расчет по формуле.

### Внимание!

Возможен *непосредственный ввод формулы* без использования мастера функций.

При задании аргументов финансовых функций следует помнить следующее:

- ☐ все аргументы, означающие расходы денежных средств (например, ежегодные платежи), представляются *отрицательными* числами, а аргументы, означающие поступления (например, дивиденды) — *положительными* числами;
- ☐ все даты как аргументы функции имеют числовой формат;
- ☐ для логических аргументов используются константы *ИСТИНА* или *ЛОЖЬ*, либо функции категории **Логические**;
- ☐ каждый аргумент должен находиться на своем месте! Если аргументы пропускаются, то следует поставить соответствующее число разделительных знаков.

### ПРИМЕР

Определить величину основного платежа за четвертый год, если выдана ссуда размером 1 000 000 000 сроком на 5 лет под 12% годовых.

### Решение

Для основных платежей по займу, который погашается равными платежами в конце или начале каждого расчетного периода, в MS Excel XP используется функция:

ОСПЛТ (Ставка, Период, Кпер, Пс, Бс)

### Примечание

В более ранних версиях MS Excel эта функция называлась *ОСПЛАТ*.

В нашем случае функция **ОСПЛТ** имеет вид:

**ОСПЛТ** (12%, 4, 5, 1000000000)

Ввод данных и расчеты производятся в соответствии с рис. 4.4.

|    | A                                        | B                 | C |
|----|------------------------------------------|-------------------|---|
| 1  | <b>Расчет основных платежей по займу</b> |                   |   |
| 2  |                                          |                   |   |
| 3  | Размер выданной ссуды                    | 1000000000        |   |
| 4  | Срок ссуды (срок выплат)                 | 5                 |   |
| 5  | Годовая процентная ставка                | 12%               |   |
| 6  | Период выплаты                           | 4                 |   |
| 7  |                                          |                   |   |
| 8  | Размер выплаты по займу в период выплаты | -221 149 339,88р. |   |
| 9  |                                          |                   |   |
| 10 |                                          |                   |   |
| 11 |                                          |                   |   |

Рис. 4.4. Расчет основных платежей по займу

В ячейку **B8** вводится формула:

**=ОСПЛТ (B5;B6;B4;B3)**

## ПРИМЕР

Рассчитать 20-летнюю ипотечную ссуду со ставкой 10% годовых при начальном взносе 25% и ежемесячной (ежегодной) выплате.

## Решение

Для вычисления величины постоянной периодической выплаты ренты (например, регулярных платежей по займу) при постоянной процентной ставке используется функция **ПЛТ** (в ранних версиях — функция **ПЛПЛАТ**):

**ПЛТ** (Ставка; Кпер; Бс; Пс; Тип)

В нашем случае функция ПЛТ имеет вид:

❑ ПЛТ(10%/12; 20\*12; -(350000\*(1-25%))) — ежемесячные выплаты;

❑ ПЛТ(10%; 20; -(350000\*(1-25%))) — ежегодные выплаты.

Решение задачи приведено на рис. 4.5 и 4.6.

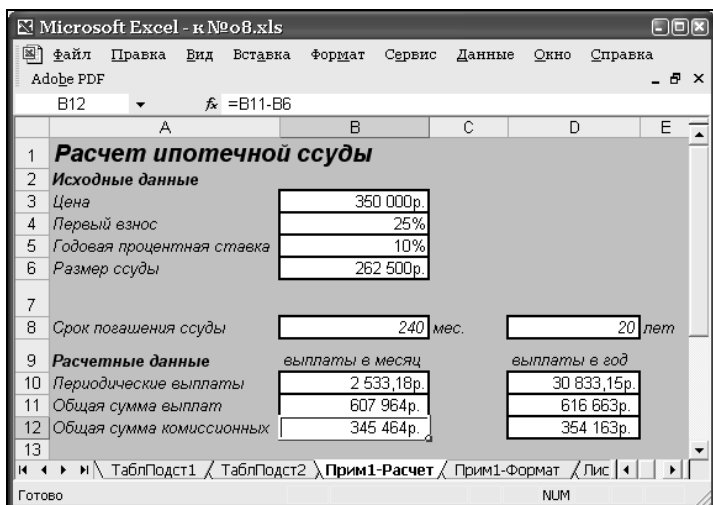


Рис. 4.5. Расчет ипотечной ссуды

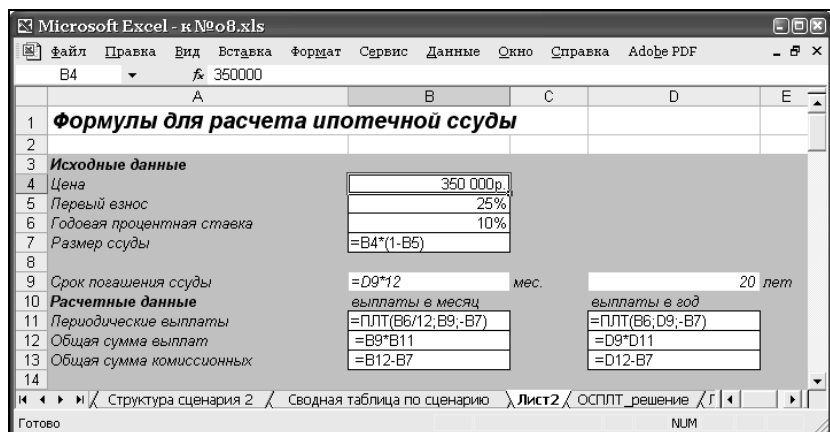


Рис. 4.6. Формулы для расчета ипотечной ссуды



## ПРИМЕР

Определить, какая сумма окажется на счете, если 52 000 руб. положены на 20 лет под 11% годовых. Проценты начисляются ежемесячно.

## Решение

Для расчета будущей стоимости единой суммы вклада используются сложные проценты, а расчетная формула основана на функции БС (в ранних версиях — функция ВЗ):

БС (Ставка; Кпер; Плт; Пс; Тип)

Для нашей задачи функция БС примет вид:

БС (11%/12; 20\*12; ; -52000)

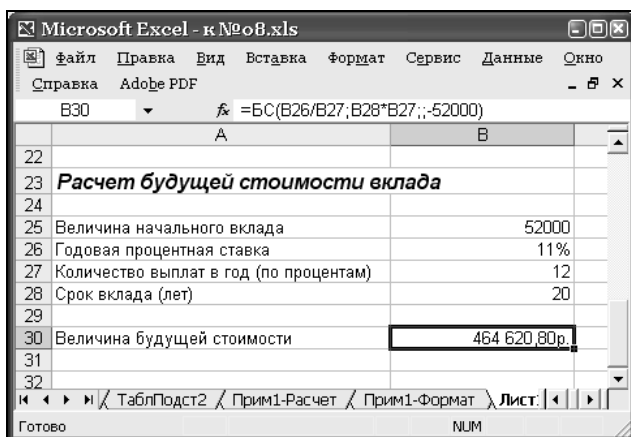


Рис. 4.7. Расчет будущей стоимости вклада

Решение задачи приведено на рис. 4.7, а формула для ячейки **B30**:

=БС(В26/В27;В28\*В27;;-52000)

Аналогичным образом можно использовать встроенные функции MS Excel и для других финансовых расчетов. Приведем еще несколько примеров.

## ПРИМЕР

Ожидается, что ежегодные доходы от реализации проекта составят 54 000 000 руб. Рассчитать срок окупаемости проекта, если инвестиции к началу поступления доходов составят 140 000 000 руб., а норма дисконтирования 7,67%.

## Решение

Для определения срока платежа используется функция

КПЕР (Ставка; Плт; Пс; Бс; Тип),

которая в нашей задаче выглядит следующим образом:

КПЕР (7,67%; 54000000; -140000000) = 3

## ПРИМЕР

Облигация номиналом 200 000 руб. выпущена на 7 лет. Предполагается следующий порядок начисления процентов: в первый год — 11%, последующие три года — по 16%, в оставшиеся три года — по 20%. Рассчитать будущую (наращенную) стоимость облигации по сложной процентной ставке.

## Решение

Для расчета наращенной стоимости облигации по сложной процентной ставке используется функция:

БЗРАСПИС (Первичное; План)

Для нашей задачи функция принимает вид:

БЗРАСПИС (200000; {11%; 16%; 16%; 16%; 20%; 20%; 20%})

Решение приведено на рис. 4.8, а формула для расчета в ячейке B67:

=БЗРАСПИС (B55;B59:B65)

## ПРИМЕР

Затраты по проекту составят 600 млн руб. Ожидаемые доходы в течение последующих 5 лет составят, соответственно, 50, 100, 300, 200, 300 млн руб. Оценить экономическую целесообразность проекта по скорости оборота инвестиции, если рыночная норма дохода 15%.

|    | A                                   | B            | C |
|----|-------------------------------------|--------------|---|
| 53 | <b>Расчет наращенной стоимости</b>  |              |   |
| 54 |                                     |              |   |
| 55 | Номинал облигации                   | 200 000,00p. |   |
| 56 | Срок                                | 7 лет        |   |
| 57 |                                     |              |   |
| 58 | <b>Порядок начисления процентов</b> |              |   |
| 59 | Первый год                          | 11%          |   |
| 60 | Второй год                          | 16%          |   |
| 61 | Третий год                          | 16%          |   |
| 62 | Четвертый год                       | 16%          |   |
| 63 | Пятый год                           | 20%          |   |
| 64 | Шестой год                          | 20%          |   |
| 65 | Седьмой год                         | 20%          |   |
| 66 |                                     |              |   |
| 67 | Наращенная стоимость                | 598 784,68p. |   |
| 68 |                                     |              |   |

Рис. 4.8. Расчет наращенной стоимости облигации по сложной процентной ставке

## Решение

Для вычисления внутренней скорости оборота инвестиции (внутренней нормы доходности) используется функция ВСД (в ранних версиях — ВНДОХ):

ВСД (Значения; Предположения)

В нашем случае функция для решения задачи использует только аргумент Значения, один из которых обязательно отрицателен. Если внутренняя скорость оборота инвестиций будет больше рыночной нормы доходности, то проект считается экономически целесообразным. В противном случае проект должен быть отвергнут.

Решение приведено на рис. 4.9. Формулы для расчета:

❑ в ячейке **B84**:

=ВСД (B75:B80)

❑ в ячейке **C84**:

=ЕСЛИ (B84>B82;"Проект экономически целесообразен";  
"Проект необходимо отвергнуть")

|    | A                                                    | B                 | C                            | D |
|----|------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|---|
| 71 |                                                      |                   |                              |   |
| 72 | <b>Расчет внутренней скорости оборота инвестиций</b> |                   |                              |   |
| 73 |                                                      |                   |                              |   |
| 74 | Ожидаемые доходы в течении                           |                   | 5 лет                        |   |
| 75 | Затраты по проекту                                   | -600 000 000,00р. |                              |   |
| 76 | Первый год                                           | 50 000 000,00р.   |                              |   |
| 77 | Второй год                                           | 100 000 000,00р.  |                              |   |
| 78 | Третий год                                           | 300 000 000,00р.  |                              |   |
| 79 | Четвертый год                                        | 200 000 000,00р.  |                              |   |
| 80 | Пятый год                                            | 300 000 000,00р.  |                              |   |
| 81 |                                                      |                   |                              |   |
| 82 | Рыночная норма дохода                                | 15%               |                              |   |
| 83 |                                                      |                   |                              |   |
| 84 | Внутренняя скорость оборота инвестиций               | 14%               | Проект необходимо отвергнуть |   |
| 85 |                                                      |                   |                              |   |
| 86 |                                                      |                   |                              |   |
| 87 |                                                      |                   |                              |   |

Рис. 4.9. Расчет внутренней скорости оборота инвестиций

## Задания к разделу "Финансовые функции MS Excel"

1. Вычислить 7-годичную ипотечную ссуду для покупки дома за 10 000 000 рублей с годовой ставкой 7% и начальным взносом 10%. Расчеты произвести для ежемесячных и ежегодных выплат. Воспользоваться функцией ПЛТ (либо ППЛАТ).
2. Вычислить 3-годичную ипотечную ссуду для покупки мебели за 700 000 рублей с годовой ставкой 6% и начальным взносом 14%. Расчеты произвести для ежемесячных и ежегодных выплат. Воспользоваться функцией ПЛТ (либо ППЛАТ).
3. Определить, какая сумма окажется на счете, если вклад размером 1 000 000 руб. положен под 8% годовых на 10 лет, а проценты начисляются ежеквартально. Воспользоваться функцией ВС (либо ВЗ).
4. Какая сумма должна быть выплачена, если четыре года назад была выдана ссуда 200 000 руб. под 20% годовых с ежемесячным начислением процентов. Воспользоваться функцией ВС (либо ВЗ).

5. Сколько лет потребуется, чтобы платежи размером 1 000 000 руб. в конце каждого года достигли значения 10,897 млн руб., если ставка процента 14,5%? Воспользоваться функцией КПЕР.
6. Через сколько лет вклад размером 500 000 руб. достигнет 1 000 000 руб. при ежемесячном начислении процентов и ставке 35,18% годовых? Воспользоваться функцией КПЕР.
7. Рассчитать будущую стоимость облигации номиналом 200 000 руб., выпущенной на 8 лет, если в первые три года проценты начисляются по ставке 18%, а в остальные четыре года — по ставке 21%. Воспользоваться функцией ВЗРАСПИС.
8. Через 12 лет предприятию потребуется сумма в 5 млн руб. В настоящее время предприятие готово положить деньги на депозит под проценты единым вкладом с той целью, чтобы через 12 лет он достиг 5 млн руб. Определить необходимую сумму текущего вклада, если годовая процентная ставка по нему составляет 12%. Воспользоваться функцией ПС (либо ПЗ).
9. Какую сумму необходимо положить на депозит под 20% годовых, чтобы через 3 года получить 90 млн руб. при ежеквартальном начислении процентов? Воспользоваться функцией ПС (либо ПЗ).
10. Капитальные затраты по проекту составляют 570 млн руб., и ожидается, что его реализация принесет следующие доходы за три года: 270, 330, 290 млн руб. соответственно. Издержки привлечения капитала равны 17%. Определить чистую текущую стоимость проекта. Воспользоваться функцией ЧПС (либо НПЗ).
11. Для покупки компании была взята ссуда 197 млн руб. под 15% годовых. Доходы от приобретения составили 75, 28, 35, 110 млн руб. за 4 года и были реинвестированы под 18%. Найти модифицированную внутреннюю скорость оборота инвестиций. Воспользоваться функцией МВСД.
12. Определить внутреннюю скорость оборота инвестиции размером 100 млн руб., если ожидаемые годовые доходы составят соответственно 21, 33, 40, 50 млн руб. Воспользоваться функцией ВСД (либо ВНДОХ).

13. Предполагается, что затраты по проекту составят 1000 млн руб. Ожидается, что будут получены следующие доходы: 350 млн руб. в первый год, 250 млн руб. во второй и третий годы, 300 млн руб. в четвертый и пятый годы. Оценить экономическую целесообразность проекта по скорости оборота инвестиции, если рыночная норма дохода 12%. Воспользоваться функцией ВСД (либо ВНДОХ).
14. Облигация номиналом 25 000 руб. выпущена на 5 лет при номинальной ставке 10%. Рассчитать эффективную ставку процента при ежеквартальном начислении процентов. Воспользоваться функцией БС (либо БЗ).
15. Определить основные платежи за третий год по займу в 12 000 000 руб., выданному на три года под 22% годовых. Воспользоваться функцией ОСПЛТ (либо ОСНПЛАТ).
16. Определить сумму основных платежей за третий год по займу в 20 млн руб., выданному на 5 лет под 10% годовых, если проценты начисляются ежемесячно. Воспользоваться функцией ОСПЛТ (либо ОСНПЛАТ).

## Подбор параметра

Средство MS Excel **Подбор параметра** позволяет определить значение одной входной ячейки, которое требуется для получения желаемого результата в зависимой ячейке (ячейке результата).

### ПРИМЕР

Предполагается, что доходы по проекту в течение 5 лет составят: 120 000 000 руб., 200 000 000 руб., 300 000 000 руб., 250 000 000 руб., 320 000 000 руб. Определить первоначальные затраты на проект, чтобы обеспечить скорость оборота 12%.

### Решение

Расчет внутренней скорости оборота инвестиций производится с помощью функции ВСД (в ранних версиях — ВНДОХ):

ВСД (Значения; Предположения)

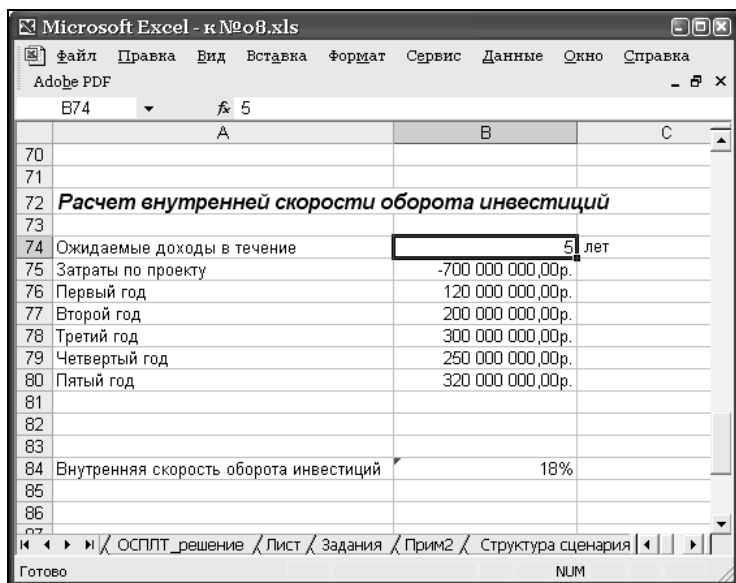


Рис. 4.10. Рабочий лист для определения первоначальных затрат по проекту

Ввод исходных данных производится в соответствии с рис. 4.10.

Первоначально для расчета величина затрат на проект выбирается произвольно (ячейку для этой суммы можно оставить даже пустой) и производятся вычисления.

В ячейку **B84** вводится формула  $\text{=ВСД}(B75:B80)$ .

Далее, используя команду **Сервис | Подбор параметра** (рис. 4.11), находим величину первоначальных затрат на проект, обеспечивающих скорость оборота инвестиций в 12%. Результат для этого примера представлен на рис. 4.12.

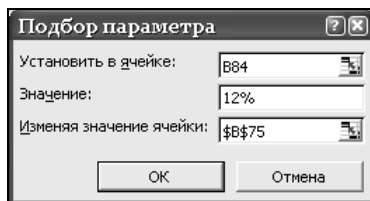


Рис. 4.11. Окно Подбор параметра

|    | A                                                    | B                 | C |
|----|------------------------------------------------------|-------------------|---|
| 70 |                                                      |                   |   |
| 71 |                                                      |                   |   |
| 72 | <b>Расчет внутренней скорости оборота инвестиций</b> |                   |   |
| 73 |                                                      |                   |   |
| 74 | Ожидаемые доходы в течение                           | 5 лет             |   |
| 75 | Затраты по проекту                                   | -820 389 165,92р. |   |
| 76 | Первый год                                           | 120 000 000,00р.  |   |
| 77 | Второй год                                           | 200 000 000,00р.  |   |
| 78 | Третий год                                           | 300 000 000,00р.  |   |
| 79 | Четвертый год                                        | 250 000 000,00р.  |   |
| 80 | Пятый год                                            | 320 000 000,00р.  |   |
| 81 |                                                      |                   |   |
| 82 |                                                      |                   |   |
| 83 |                                                      |                   |   |
| 84 | Внутренняя скорость оборота инвестиций               | 12%               |   |
| 85 |                                                      |                   |   |
| 86 |                                                      |                   |   |

Рис. 4.12. Рассчитанная величина первоначальных затрат по проекту

## П Р И М Е Р расчета эффективности неравномерных капиталовложений [5, с. 103—107]

Вас просят дать в долг 15 000 руб. и обещают вернуть через год 3000 руб., через два — 5000 руб., через три — 9000 руб. При какой процентной ставке эта сделка выгодна?

### Решение

При решении этой задачи следует использовать функцию ЧПС и средство **Подбор параметра**:

ЧПС(Ставка; значение 1; значение 2; ...)

Ввод исходных данных производится в соответствии с рис. 4.13.

Первоначально для расчета выбирается произвольный процент годовой учетной ставки (ячейку с этой величиной можно оставить даже пустой) и производятся вычисления. В ячейку **B9** вводится формула:

=ЧПС (B6; B2 : B4)



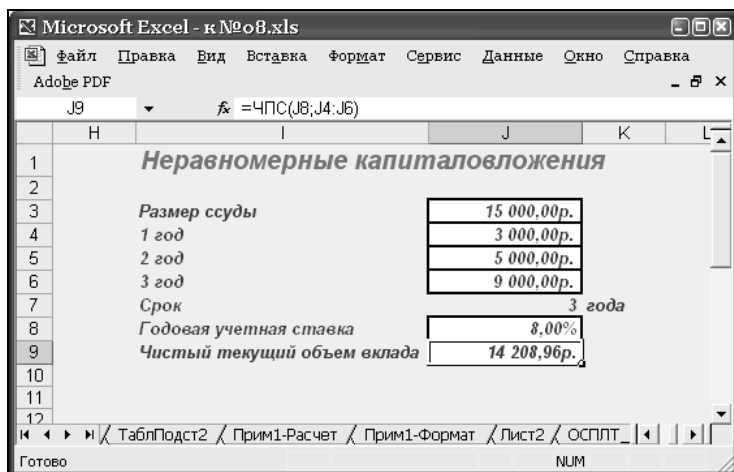


Рис. 4.13. Рабочий лист для решения задачи с неравномерными капиталовложениями

В ячейку **K7** можно ввести следующую формулу:

=ЕСЛИ ( J7=1; "год"; ЕСЛИ (И ( J7>=2; J7<=4 ) ; "года"; "лет" ) )

Далее, выполнив команду **Сервис | Подбор параметра**, в открывшемся диалоговом окне **Подбор параметра** (рис. 4.14) задайте исходные данные для нахождения оптимальной процентной ставки:

- ☐ в поле **Установить в ячейке** введите J9, т. е. адрес ячейки, в которой необходимо получить искомое значение суммы сделки (15000);
- ☐ в поле **Значение** введите 15000, т. е. само искомое значение суммы сделки;

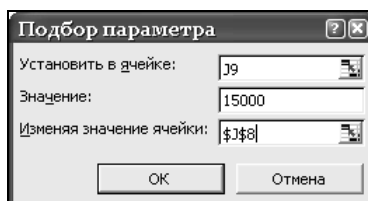


Рис. 4.14. Окно **Подбор параметра** для задачи о неравномерных капиталовложениях

- ☐ в поле **Изменяя значение ячейки** введите адрес ячейки — J8, в которой с помощью средства **Подбор параметра** будет получена необходимая процентная ставка для рассматриваемой задачи (в случае, если такая существует).

Окончательное решение задачи приведено на рис. 4.15.

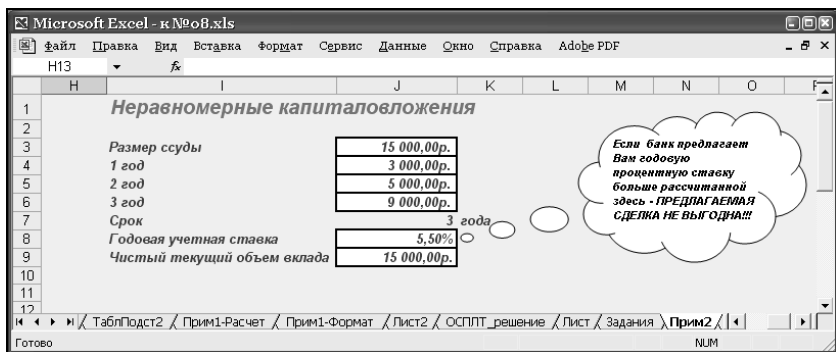


Рис. 4.15. Оптимальная процентная ставка

## Задания к разделу "Подбор параметра"

1. Вас просят дать в долг 250 000 руб. и обещают вернуть 80 000 руб. через год, 90 000 руб. через два года и 100 000 руб. через 3 года. При какой годовой процентной ставке эта сделка имеет смысл? Для решения задачи воспользоваться функцией ЧСП (либо НПЗ).
2. Вас просят дать в долг 320 000 руб. и обещают вернуть 80 000 руб. через год, 100 000 руб. следующие три года и 110 000 руб. через 5 лет. При какой годовой процентной ставке эта сделка имеет смысл? Для решения задачи воспользоваться функцией ЧСП (либо НПЗ).
3. По облигации, выпущенной на 6 лет, предусмотрен следующий порядок начисления процентов: в первый год — 10%, в два последующих — по 15%, в оставшиеся три года — по 17%. Рассчитать номинал облигации, если известно, что ее будущая стоимость составила 1546,88 тыс. руб. Для решения задачи воспользоваться функцией ВЗРАСПИС.

4. Ожидается, что будущая стоимость инвестиции размером 1500 тыс. руб. к концу 4 года составит 3000 тыс. руб. При этом за первый год доходность составит 15%, за второй — 17%, за четвертый — 23%. Рассчитать доходность инвестиций за третий год. Для решения задачи воспользоваться функцией ВЗРАСПИС.
5. Ожидается, что доходы по проекту в течение последующих 4 лет составят 50 000 руб., 100 000 руб., 300 000 руб., 200 000 руб. Определить, какие должны быть первоначальные затраты, чтобы обеспечить скорость оборота 10%. Для решения задачи воспользоваться функцией ВСД (либо ВНДОХ).
6. Определить, какими должны быть первоначальные затраты по проекту, чтобы обеспечить следующие доходы: 2, 5, 6, 8 и 10 млн руб. при норме дохода по проекту 9%. Для решения задачи воспользоваться функцией ВСД (либо ВНДОХ).
7. Определить размер купонной ставки, если годовая ставка помещения составляет 15%, облигации приобретены 10.09.2003 по курсу 90, купоны выплачиваются с периодичностью один раз в полугодие. Предполагаемая дата погашения облигации — 16.09.2008 по курсу (погашение) 100. Для решения задачи воспользоваться функцией ДОХОД.
8. Определить необходимый уровень ставки купонных выплат, производящихся один раз в полугодие, если курс покупки облигации — 87,91, облигации приобретены 1.03.2004 и будут погашены 5.03.2007, ожидаемая годовая ставка помещения (доход) — 14,45, номинал облигации (погашение) — 100, базис расчета — 1. Для решения задачи воспользоваться функцией ЦЕНА.
9. Определить купонную ставку, выплачиваемую в конце срока действия облигации вместе с номиналом, если известно, что заданное значение курса покупки ценных бумаг составляет 95,5, годовая ставка помещения (доход) — 15%, дата выпуска облигации — 3.05.2003 с погашением (дата вступления в силу) — 15.09.2006 по номиналу, облигации приобретены 12.06.2004 (дата соглашения). Временной базис расчета — 1. Для решения задачи воспользоваться функцией ЦЕНАПОГАШ.

10. Определить ставку купонных выплат по ценным бумагам, производимых в момент погашения, если известно, что накопленный доход по ценным бумагам в момент выкупа составляет 27%, облигации номиналом 1000 руб. выпущены (дата выпуска) 1.08.2004 с погашением (дата вступления в силу) 5.12.2004. Временной базис расчета — 1. Для решения задачи воспользоваться функцией `НАКОПДОХОДПОГАШ`.
11. Определить сумму бескупонных облигаций (инвестиция), приобретенных (дата соглашения) 1.03.2004 с погашением (дата вступления в силу) 31.12.2004 по цене (погашение) 1 400 000. Годовая ставка дополнительного дохода равна 19,95%. Временной базис расчета — 1. Для решения задачи воспользоваться функцией `ИНОРМА`.
12. Определить учетную ставку векселя (скидка), если известно, что вексель на сумму (инвестиция) 1 360 000 руб. выдан (дата соглашения) 1.03.2003, сумма по векселю — 1 398 690,7 руб. оплачена (дата вступления в силу) 31.12.2003. Временной базис расчета — 1. Для решения задачи воспользоваться функцией `ПОЛУЧЕНО`.
13. Ставка годового дохода по ценным бумагам равняется 36,6%. Определить курс (погашение) облигации, если известно следующее: цена облигации на дату приобретения (дата соглашения) 1.08.2003 равна 64,456 руб., дата погашения 1.02.2004. Временной базис расчета — 1. Для решения задачи воспользоваться функцией `ДОХОДСКИДКА`.
14. Учетная ставка (норма скидки) для ценных бумаг, приобретенных 1.08.2003 (дата приобретения) с погашением (дата вступления в силу) 1.02.2004 по курсу (погашение) 100 руб., равна 23,63%. Определить курс приобретения (цену) этих ценных бумаг. Временной базис расчета — 1. Для решения задачи воспользоваться функцией `СКИДКА`.

## Таблица подстановки

*Таблица подстановки* позволяет проводить анализ изменения результата при произвольном диапазоне исходных данных.

На одном рабочем листе можно расположить несколько таблиц подстановок. Это дает возможность одновременно анализировать различные формулы и статистические данные.

Таблицу подстановки можно использовать для:

- ☐ изменения одного исходного значения, просматривая при этом результаты одной или нескольких формул;
- ☐ изменения двух исходных значений, просматривая результаты только одной формулы.

## Использование таблицы подстановки с одной изменяющейся переменной и несколькими формулами

Рассмотрим эту методику на примере расчета ежемесячных выплат по займу (расчет происходит с помощью функции ПЛТ) и платежей по процентам (функция ПРОЦПЛАТ):

Решение такой задачи предполагает следующие шаги:

1. Создать или перейти на рабочий лист, где будет решаться анализируемая задача.
2. Организовать интерфейс таким образом, чтобы все вводимые данные были понятны пользователю:

- в соответствующие ячейки рабочего листа вводятся необходимые подписи и данные (рис. 4.16).

- в ячейку **B5** — формула:

=ПЛТ (\$B\$4/12;\$B\$3\*12;\$B\$2)

- в ячейку **D6** — формула:

=ПРОЦПЛАТ (\$D\$4;\$D\$5;\$D\$3;\$D\$2)

### Совет

При решении задач, связанных с использованием таблицы подстановки, рекомендуется применять в формулах абсолютную адресацию ячеек. Это способствует правильному выполнению вычислений в ячейках рабочего листа.

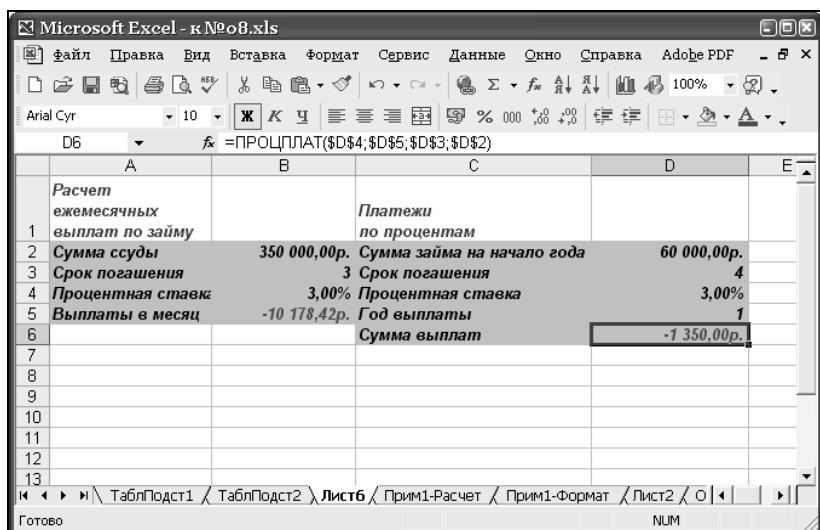


Рис. 4.16. Подготовка исходных данных задачи

3. После подготовки исходных данных перейти к тому месту рабочего листа, где будут располагаться рассчитываемые значения в зависимости от изменения одной переменной и от различных рассчитываемых формул (рис. 4.17).

В верхней строке будущей таблицы над местом расположения результатов указать адрес каждой формулы, для которой нужно получить список результатов. Вместо адреса можно поместить в ячейку саму формулу (ячейки **B10** и **C10** содержат формулы).

Слева расположить различные значения исходных данных, которые необходимо протестировать.

### Совет

Подготовку исходного диапазона данных — различных величин процентной ставки в рассматриваемом примере можно осуществить с помощью маркера автозаполнения.

4. Выделить ячейки, которые будут содержать таблицу. При этом самым левым столбцом этой таблицы должен быть столбец исходных значений, а самой верхней строкой должна быть

| файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF |                      |                   |                            |             |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|-------------|
| F8    fx                                                            |                      |                   |                            |             |
|                                                                     | A                    | B                 | C                          | D           |
| 1                                                                   | Расчет               |                   | Платежи                    |             |
| 2                                                                   | ежемесячных          |                   | по процентам               |             |
| 3                                                                   | выплат по займу      |                   | Сумма займа на начало года | 60 000,00р. |
| 4                                                                   | Сумма ссуды          | 350 000,00р.      | Срок погашения             | 4           |
| 5                                                                   | Срок погашения       |                   | Процентная ставка          | 3,00%       |
| 6                                                                   | Процентная ставка    | 3,00%             | Год выплаты                | 1           |
| 7                                                                   | Выплаты в месяц      | -10 178,42р.      | Сумма выплат               | -1 350,00р. |
| 8                                                                   |                      |                   |                            |             |
| 9                                                                   | Расчет ежемесячных   | Платежи           |                            |             |
| 10                                                                  | выплат по займу      | по процентам      |                            |             |
| 11                                                                  | в зависимости от     | в зависимости от  |                            |             |
| 12                                                                  | различных процентных | величины          |                            |             |
| 13                                                                  | ставок               | процентной ставки |                            |             |
| 14                                                                  |                      |                   |                            |             |
| 15                                                                  |                      |                   |                            |             |
| 16                                                                  |                      |                   |                            |             |
| 17                                                                  |                      |                   |                            |             |
| 18                                                                  |                      |                   |                            |             |
| 19                                                                  |                      |                   |                            |             |
| 20                                                                  |                      |                   |                            |             |
| 21                                                                  |                      |                   |                            |             |

Рис. 4.17. Подготовка изменяемого диапазона и расчетных формул для использования одномерной таблицы подстановки

| файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF |   |                      |                   |   |
|---------------------------------------------------------------------|---|----------------------|-------------------|---|
| A8    fx                                                            |   |                      |                   |   |
|                                                                     | A | B                    | C                 | D |
| 7                                                                   |   |                      |                   |   |
| 8                                                                   |   | Расчет ежемесячных   | Платежи           |   |
| 9                                                                   |   | выплат по займу      | по процентам      |   |
| 10                                                                  |   | в зависимости от     | в зависимости от  |   |
| 11                                                                  |   | различных процентных | величины          |   |
| 12                                                                  |   | ставок               | процентной ставки |   |
| 13                                                                  |   |                      |                   |   |
| 14                                                                  |   |                      |                   |   |
| 15                                                                  |   |                      |                   |   |
| 16                                                                  |   |                      |                   |   |
| 17                                                                  |   |                      |                   |   |
| 18                                                                  |   |                      |                   |   |
| 19                                                                  |   |                      |                   |   |
| 20                                                                  |   |                      |                   |   |
| 21                                                                  |   |                      |                   |   |
| 22                                                                  |   |                      |                   |   |
| 23                                                                  |   |                      |                   |   |

Рис. 4.18. Выделение диапазона

строка анализируемых формул. Результат будет помещен в пустые ячейки (рис. 4.18).

5. Воспользоваться командой **Данные | Таблица подстановки** и в диалоговом окне **Таблица подстановки** (рис. 4.19) указать, куда и какие значения необходимо подставлять.

В нашем примере — подстановка значений процентной ставки (столбец исходных значений **A10:A19**) происходит в ячей-

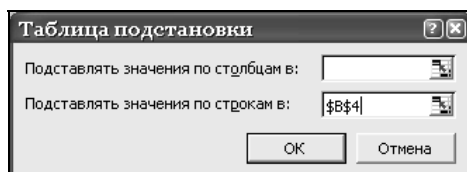


Рис. 4.19. Использование таблицы подстановки

| Microsoft Excel - к №08.xls                                         |                                          |                                                                                             |                                                                              |             |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF |                                          |                                                                                             |                                                                              |             |
| B4                                                                  |                                          | 3%                                                                                          |                                                                              |             |
|                                                                     | A                                        | B                                                                                           | C                                                                            | D           |
| 1                                                                   | Расчет<br>ежемесячных<br>выплат по займу |                                                                                             | Платежи<br>по процентам                                                      |             |
| 2                                                                   | Сумма ссуды                              | 350 000,00р.                                                                                | Сумма займа на начало года                                                   | 60 000,00р. |
| 3                                                                   | Срок погашения                           | 3                                                                                           | Срок погашения                                                               | 4           |
| 4                                                                   | Процентная ставка                        | 3,00%                                                                                       | Процентная ставка                                                            | 3,00%       |
| 5                                                                   | Выплаты в месяц                          | -10 178,42р.                                                                                | Год выплаты                                                                  | 1           |
| 6                                                                   |                                          |                                                                                             | Сумма выплат                                                                 | -1 350,00р. |
| 7                                                                   |                                          |                                                                                             |                                                                              |             |
| 8                                                                   |                                          | Расчет ежемесячных<br>выплат по займу<br>в зависимости от<br>различных процентных<br>ставок | Платежи<br>по процентам<br>в зависимости от<br>величины<br>процентной ставки |             |
| 9                                                                   |                                          | -10 178,42р.                                                                                | -1 350,00р.                                                                  |             |
| 10                                                                  | 3,00%                                    | -10178,42337                                                                                | -1350                                                                        |             |
| 11                                                                  | 6,00%                                    | -10647,67811                                                                                | -2700                                                                        |             |
| 12                                                                  | 9,00%                                    | -11129,90643                                                                                | -4050                                                                        |             |
| 13                                                                  | 12,00%                                   | -11625,00843                                                                                | -5400                                                                        |             |
| 14                                                                  | 15,00%                                   | -12132,86498                                                                                | -6750                                                                        |             |
| 15                                                                  | 18,00%                                   | -12653,33844                                                                                | -8100                                                                        |             |
| 16                                                                  | 21,00%                                   | -13186,27357                                                                                | -9450                                                                        |             |
| 17                                                                  | 24,00%                                   | -13731,49841                                                                                | -10800                                                                       |             |
| 18                                                                  | 27,00%                                   | -14288,82529                                                                                | -12150                                                                       |             |
| 19                                                                  | 30,00%                                   | -14858,05186                                                                                | -13500                                                                       |             |
| 20                                                                  |                                          |                                                                                             |                                                                              |             |
| 21                                                                  |                                          |                                                                                             |                                                                              |             |
| Готово                                                              |                                          |                                                                                             |                                                                              |             |

Рис. 4.20. Рассчитанные значения для одномерной таблицы подстановки



ку **B4**, т. к. в этой ячейке изначально указывается величина процентной ставки, входящей в рассчитываемые формулы. Результаты вычислений будут помещены в незаполненные ячейки выделенного диапазона (рис. 4.20).

## Использование таблицы подстановки с двумя изменяющимися переменными и одной формулой

Рассмотрим эту методику на примере расчета ежемесячных выплат по займу в зависимости от различных сроков погашения и различных процентных ставок. Решение задачи предполагает следующие шаги:

1. Организовать на рабочем листе соответствующий интерфейс пользователя для некоторого набора входных данных (рис. 4.21):

- конкретная процентная ставка — 3% (ячейка **B4**);
- конкретный срок погашения — 3 года (ячейка **B3**);
- формула для ячейки **B5**:

=ПЛТ (\$B\$4/12; \$B\$3\*12; \$B\$2)

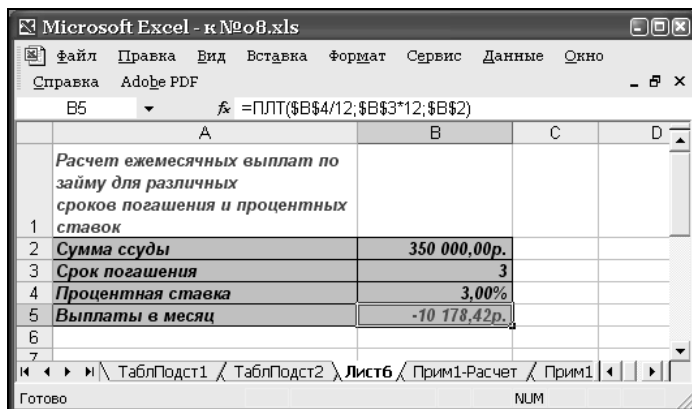


Рис. 4.21. Подготовка данных задачи

|    | A                                                                                     | B            | C               | D | E  | F  | G |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|---|----|----|---|
| 1  | Расчет ежемесячных выплат по займу для различных сроков погашения и процентных ставок |              |                 |   |    |    |   |
| 2  | Сумма ссуды                                                                           | 350 000,00р. |                 |   |    |    |   |
| 3  | Срок погашения                                                                        | 3            |                 |   |    |    |   |
| 4  | Процентная ставка                                                                     | 3,00%        |                 |   |    |    |   |
| 5  | Выплаты в месяц                                                                       | -10 178,42р. |                 |   |    |    |   |
| 6  |                                                                                       |              |                 |   |    |    |   |
| 7  |                                                                                       |              |                 |   |    |    |   |
| 8  |                                                                                       |              |                 |   |    |    |   |
| 9  |                                                                                       |              | Сроки погашения |   |    |    |   |
| 10 |                                                                                       | -10 178,42р. | 3               | 5 | 10 | 15 |   |
| 11 |                                                                                       | 3,00%        |                 |   |    |    |   |
| 12 |                                                                                       | 4,00%        |                 |   |    |    |   |
| 13 |                                                                                       | 5,00%        |                 |   |    |    |   |
| 14 |                                                                                       | 6,00%        |                 |   |    |    |   |
| 15 |                                                                                       | 7,00%        |                 |   |    |    |   |
| 16 |                                                                                       |              |                 |   |    |    |   |

**Рис. 4.22.** Подготовка диапазона для использования двумерной таблицы подстановки

2. Подготовить следующую таблицу (рис. 4.22):

- изменяемые данные поместить в левый столбец и верхнюю строку — в нашем случае значения процентной ставки (ячейка **B4**) располагаются в диапазоне **B10:B14**, а значения срока погашения (ячейка **B3**) — в диапазоне **C9:F9**;
- на пересечении строки и столбца в верхнем левом углу расположить необходимую формулу или ссылку на нее (ячейка **B9** содержит формулу ячейки **B5**, в которой обязательна абсолютная адресация ячеек).

3. Выделить диапазон ячеек, представляющий собой прямоугольную область и содержащий формулу для расчета, изменяемые данные для двух переменных и ячейки для результатов вычислений.

4. Выполнить команду **Данные | Таблица подстановки** и в появившемся окне (рис. 4.23) указать, куда и какие значения необходимо подставлять.

В рассматриваемом примере подстановка значений процентной ставки (столбец исходных значений **B10:B14**) происходит в ячейку **B4**, т. к. в этой ячейке изначально указывается величина процентной ставки, входящей в рассчитываемую формулу, а подстановка значений сроков погашения (строка значений **C9:F9**) — в ячейку **B3**. Результаты вычислений будут помещены в незаполненные ячейки выделенного диапазона (рис. 4.24).

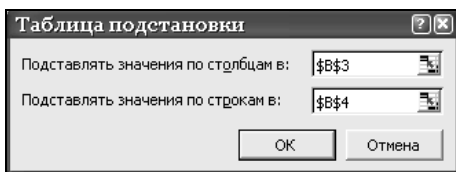


Рис. 4.23. Использование таблицы подстановки при расчетах по двум параметрам

| Microsoft Excel - к №08.xls                 |                                                                                       |              |                 |          |          |          |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|----------|----------|----------|
| B9      fx =ПЛТ(\$B\$4/12;\$B\$3*12;\$B\$2) |                                                                                       |              |                 |          |          |          |
|                                             | A                                                                                     | B            | C               | D        | E        | F        |
| 1                                           | Расчет ежемесячных выплат по займу для различных сроков погашения и процентных ставок |              |                 |          |          |          |
| 2                                           | Сумма ссуды                                                                           | 350 000,00р. |                 |          |          |          |
| 3                                           | Срок погашения                                                                        | 3            |                 |          |          |          |
| 4                                           | Процентная ставка                                                                     | 3,00%        |                 |          |          |          |
| 5                                           | Выплаты в месяц                                                                       | -10 178,42р. |                 |          |          |          |
| 6                                           |                                                                                       |              |                 |          |          |          |
| 7                                           |                                                                                       |              |                 |          |          |          |
| 8                                           |                                                                                       |              | Сроки погашения |          |          |          |
| 9                                           |                                                                                       | -10 178,42р. | 3               | 5        | 10       | 15       |
| 10                                          |                                                                                       | 3,00%        | -10178,42       | -6289,04 | -3379,63 | -2417,04 |
| 11                                          |                                                                                       | 4,00%        | -10333,39       | -6445,78 | -3543,58 | -2588,91 |
| 12                                          |                                                                                       | 5,00%        | -10489,81       | -6604,93 | -3712,29 | -2767,78 |
| 13                                          |                                                                                       | 6,00%        | -10647,68       | -6766,48 | -3885,72 | -2953,50 |
| 14                                          |                                                                                       | 7,00%        | -10806,98       | -6930,42 | -4063,80 | -3145,90 |
| 15                                          |                                                                                       |              |                 |          |          |          |
| 16                                          |                                                                                       |              |                 |          |          |          |
| 17                                          |                                                                                       |              |                 |          |          |          |

Рис. 4.24. Рассчитанные данные с использованием двумерной таблицы подстановки

### Замечание

После построения таблицы подстановки нельзя редактировать отдельно взятую формулу внутри таблицы. Значения данных

внутри таблицы можно изменить, меняя значения исходных данных в левом столбце и верхней строке.

## Мастер подстановок

*Мастер подстановок* представляет собой средство для создания формул, основанных на функциях `ИНДЕКС()` и `ПОИСКПОЗ()`. Подключение мастера производится с помощью команды **Сервис | Надстройки**, установить флажок **Мастер подстановок**. Для запуска мастера подстановок следует воспользоваться командой **Сервис | Мастер | Поиск**.

Перед использованием мастера подстановок следует:

- ☐ расположить на рабочем листе исходные данные;
- ☐ определить расположение возвращаемых функцией данных и данных для поиска (их нахождение в соответствующих колонках);
- ☐ задать строку для начала поиска;
- ☐ указать место на рабочем листе для помещения результата.

## Задания к разделу "Таблица подстановки"

1. Найти ежемесячные выплаты по займу размером 400 млн руб. для различных сроков погашения и процентных ставок, используя таблицу подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией `ПЛТ` (либо `ПЛПЛАТ`).
2. Предполагается, что в конце года капиталовложения по проекту составят около 1500 млн руб. Ожидается, что за последующие 4 года проект принесет следующие доходы: 450, 480, 560, 600 млн руб. Рассчитать чистую текущую стоимость проекта для различных норм дисконтирования и объемов капиталовложения с использованием таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией `ЧПС` (либо `НПС`).
3. Облигации приобретены (дата соглашения) 9.09.2001 по курсу (цена) 89 и имеют купонный доход (ставка) в размере 10%, который выплачивается с периодичностью (частота) — один раз в полугодие. Предполагаемая дата погашения облигации (дата

- вступления в силу) — 15.09.2005 по курсу (погашение) 100. Проанализировать влияние цены и купона облигации на годовую ставку помещения с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией ДОХОД. Временной базис расчета — 1.
4. Облигации номиналом 1000 руб. с купонной ставкой 8%, периодичностью выплат 4 раза в год выпущена (дата выпуска) 1.09.2003, приобретена (дата соглашения) 5.10.2003. Дата первой оплаты купонов 12.12.2003, базис расчетов — 1. Проанализировать влияние на величину накопленного дохода частоты и купонной ставки с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией НАКОПДОХОД.
5. Облигации имеют купонный доход (ставка) 11% с выплатой процентов (частота) — один раз в полугодие. Облигации приобретены (дата соглашения) 1.05.2004 по курсу (цена) — 98,8 с погашением (дата вступления в силу) 1.03.2005 по курсу (погашение) 100. Дата последнего купона (последний доход) — 1.04.2004, базис расчета — 1. Проанализировать влияние на величину дохода (ставки помещения) частоты и купонной ставки с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией ДОХОДПОСЛНЕРЕГ.
6. Облигации выпущены (дата выпуска) 1.12.2003 и приобретены (дата соглашения) 1.05.2004. Предполагаемая дата погашения (дата вступления в силу) 1.03.2005 по курсу 100. Купонный доход (ставка) — 10% с выплатой один раз в полугодие, ставка помещения (погашение) — 22%. Дата выплаты первого купона 1.08.2004. Временной базис расчета — 1. Проанализировать изменение цены (курса) покупки в зависимости от даты купонной выплаты и даты приобретения ценной бумаги с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией ЦЕНАПЕРВНЕРЕГ.
7. Облигации приобретены (дата соглашения) 1.05.2004. Предполагаемая дата погашения (дата вступления в силу) 1.03.2005 по курсу — 100. Купонный доход (ставка) — 8% с выплатой 4 раза в год, ставка помещения (доход) — 9%. Дата выплаты первого купона (последний доход) — 1.03.2004. Временной

- базис расчета — 1. Проанализировать изменение цены (курса) покупки облигации в зависимости от ставки и дохода ценной бумаги с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией `ЦЕНАПОСЛНЕРЕГ`.
8. Облигации приобретены (дата соглашения) 1.05.2004. Предполагаемая дата погашения (дата вступления в силу) 1.03.2005 по курсу — 100. Купонный доход (ставка) — 9,2% с выплатой один раз в полугодие, ставка помещения (доход) — 10%. Временной базис расчета — 1. Проанализировать изменение курса покупки облигации при своевременном погашении купонных выплат в зависимости от ставки и частоты купонных выплат с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией `ЦЕНА`.
9. Бескупонные облигации на сумму (инвестиция) — 200 000 приобретены (дата соглашения) 06.09.2002 с погашением (дата вступления в силу) 12.09.2005 по цене (погашение) — 250 000. Временной базис расчета — 1. Проанализировать изменение годовой ставки дополнительного дохода (наращения) в зависимости от величины инвестиции и цены (погашения) с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией `ИНОРМА`.
10. Вексель выдан (дата соглашения) — 6.09.2002 на сумму (инвестиция) — 250 000, оплачен (дата вступления в силу) 12.09.2004 с учетной ставкой (скидка) — 8%. Временной базис расчета — 1. Проанализировать изменение суммы к получению по векселю (номинал) в зависимости от изменения величины инвестиции и скидки с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией `ПОЛУЧЕНО`.
11. Облигации приобретены (дата соглашения) — 11.08.2001, дата погашения (дата вступления в силу) — 25.11.2003, купонный доход (купон) — 10% с выплатой процентов один раз в полугодие, годовая ставка дохода (доход) — 12%. Временной базис расчета — 1. Проанализировать длительность ценной бумаги в зависимости от изменения величины дохода и купона с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией `ДЛИТ`.

12. Облигации приобретены (дата соглашения) — 14.08.2001, дата погашения (дата вступления в силу) — 25.12.2003. Частота купонных выплат — один раз в полугодие, купонная ставка (купон) — 9%. Ставка помещения (доход) — 11%. Временной базис расчета — 1. Проанализировать модифицированную длительность ценной бумаги в зависимости от изменения величины дохода и купона с помощью таблицы подстановки. Для решения задачи воспользоваться функцией `МДЛИТ`.

## Диспетчер сценариев

Во многих экономических задачах результат расчета зависит от нескольких параметров, которыми можно управлять. Часто бывает удобно проанализировать ситуацию для нескольких возможных параметров.

*Диспетчер сценариев* MS Excel позволяет автоматически выполнить анализ "что-если" для различных моделей. Можно создать несколько входных наборов данных (изменяемых ячеек) для любого количества переменных и присвоить имя каждому набору. По имени выбранного набора данных MS Excel сформирует на рабочем листе результаты анализа. Кроме этого, диспетчер сценариев позволяет создать итоговый отчет по сценариям, в котором отображаются результаты подстановки различных комбинаций входных параметров.

Диспетчер сценариев открывается командой **Сервис | Сценарии** (рис. 4.25).

В окне диспетчера сценариев с помощью соответствующих кнопок можно добавить новый сценарий, изменить, удалить или вывести существующий, а также — объединить несколько различных сценариев и получить итоговый отчет для существующих сценариев.

### П Р И М Е Р расчета внутренней скорости оборота инвестиций

Исходные данные: затраты по проекту составят 700 млн руб. Ожидаемые доходы в течение последующих 5 лет составят, соот-

ветственно, 70, 90, 300, 250, 300 млн руб. Оценить экономическую целесообразность проекта по скорости оборота инвестиции, если рыночная норма дохода 12%. Рассмотреть также следующие варианты (затраты на проект представлены числом со знаком минус):

- ❑ –600; 50; 100; 200; 200; 300;
- ❑ –650; 90; 120; 200; 250; 250;
- ❑ –500, 100, 100, 200, 250, 250.

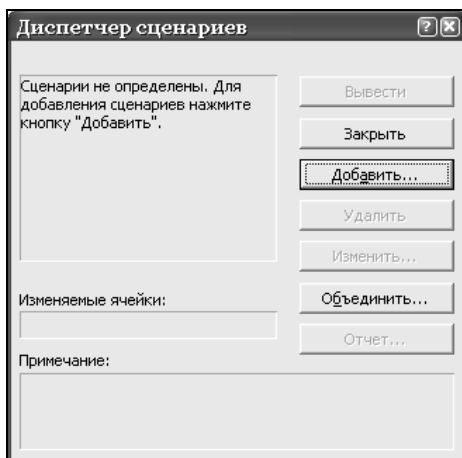


Рис. 4.25. Окно Диспетчер сценариев

## Решение

Для вычисления внутренней скорости оборота инвестиции (внутренней нормы доходности) используется функция ВСД (в ранних версиях — ВНДОХ):

ВСД (Значения; Предположения)

В нашем случае функция для решения задачи использует только аргумент *Значения*, один из которых обязательно отрицателен (затраты по проекту). Если внутренняя скорость оборота инвестиций окажется больше рыночной нормы доходности, то проект считается экономически целесообразным. В противном случае проект должен быть отвергнут.



## 1. Решение приведено на рис. 4.26. Формулы для расчета:

- в ячейке **B84**:

=ВСД (B75:B80)

- в ячейке **C84**:

=ЕСЛИ (B84>B82;"Проект экономически целесообразен";  
"Проект необходимо отвергнуть")

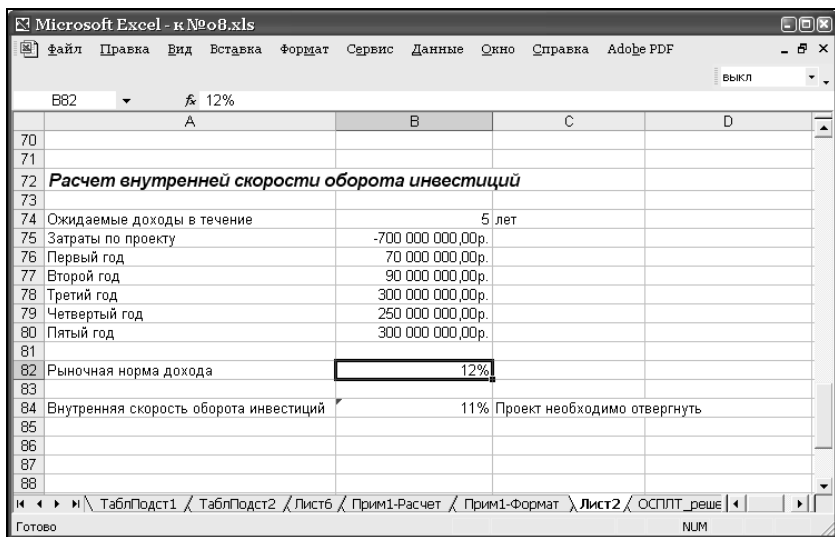


Рис. 4.26. Расчет внутренней скорости оборота инвестиций

2. Рассмотрим этот пример для всех комбинаций исходных данных. Для создания сценария следует использовать команду **Сервис | Сценарии | кнопка Добавить** (рис. 4.27).

После нажатия на кнопку **ОК** появляется возможность внесения новых значений для изменяемых ячеек (рис. 4.28).

Для сохранения результатов по первому сценарию нет необходимости редактировать значения ячеек — достаточно нажать кнопку **ОК** для подтверждения значений, появившихся по умолчанию, и выхода в окно **Диспетчер сценариев** (рис. 4.29).

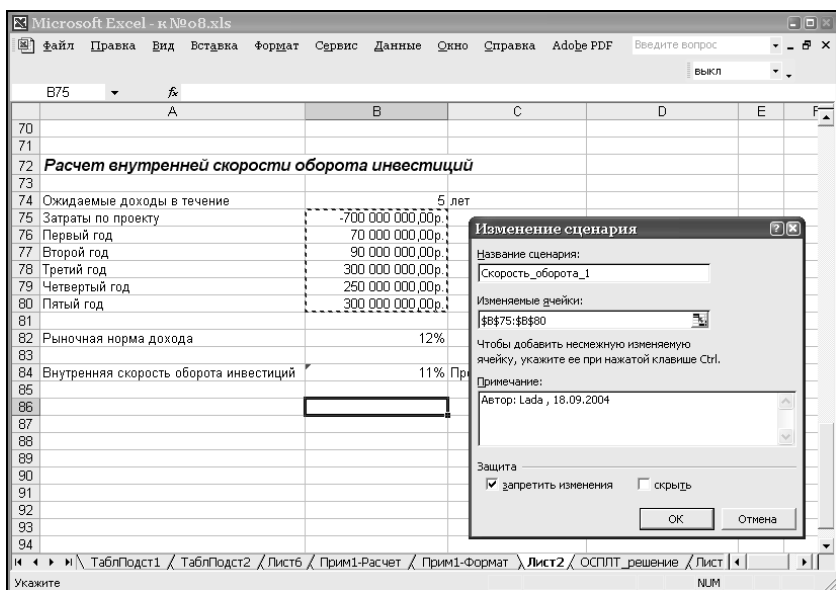


Рис. 4.27. Добавление сценария для первой комбинации исходных данных



Рис. 4.28. Окно для изменения значений ячеек сценария

3. Для добавления к рассматриваемой задаче новых сценариев достаточно нажать кнопку **Добавить** в окне **Диспетчер сценариев** и повторить вышеописанные действия, изменив значения в ячейках исходных данных (рис. 4.30).

На рис. 4.30 сценарий *Скорость\_оборота\_1* соответствует данным (–700; 70; 90; 300; 250; 300), сценарий *Скорость\_оборота\_2* — данным (–600; 50; 100; 200; 200; 300), сценарий *Скорость\_оборота\_3* — данным (–650; 90; 120; 200; 250; 250),

сценарий Скорость\_оборота\_4 — данным (–500, 100, 100, 200, 250, 250).

Нажав кнопку **Вывести**, можно просмотреть на рабочем листе результаты расчета для соответствующей комбинации исходных значений.

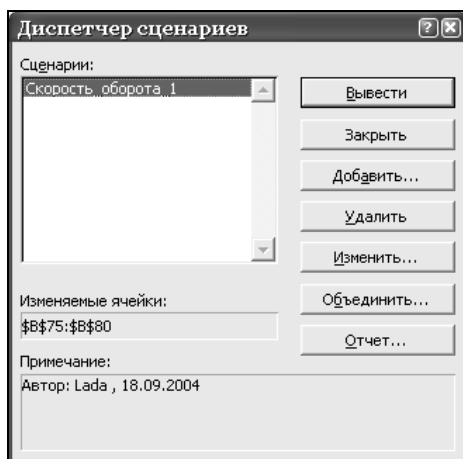


Рис. 4.29. Окно **Диспетчер сценариев** с первым сохраненным сценарием

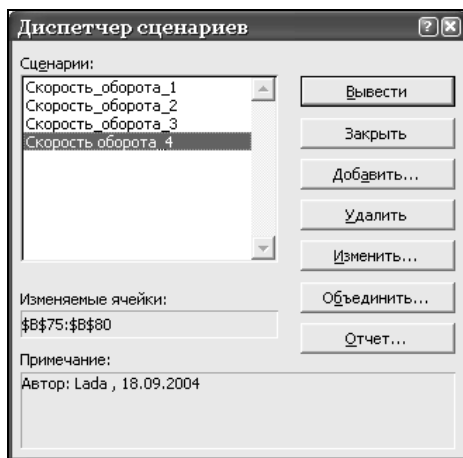


Рис. 4.30. Окно **Диспетчер сценариев** с добавленными сценариями по расчету скорости оборота инвестиций

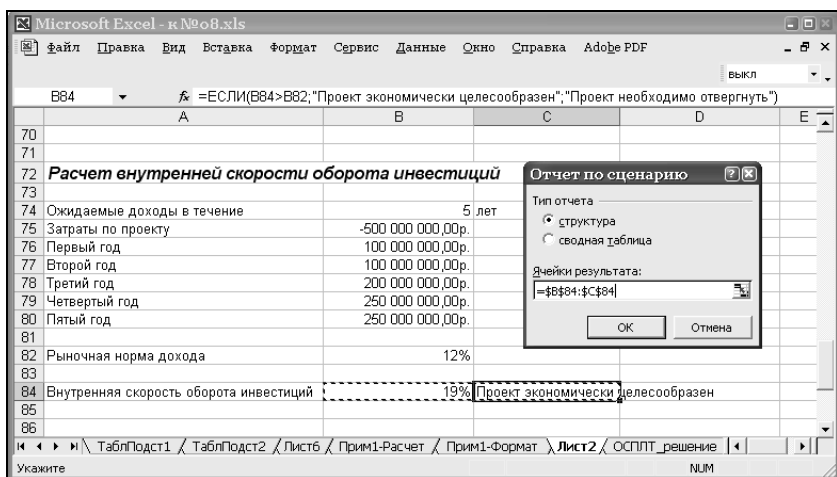


Рис. 4.31. Добавление ячеек результата в окно Отчет по сценарию

4. Для получения итогового отчета по всем добавленным сценариям следует нажать кнопку **Отчет** в окне диспетчера сценариев. В появившемся окне **Отчет по сценарию** (рис. 4.31) выбрать необходимый тип отчета и дать ссылки на ячейки, в которых вычисляются результирующие функции. При нажатии на кнопку **ОК** на соответствующий лист рабочей книги выводится отчет по сценариям (рис. 4.32 и 4.33).



Рис. 4.32. Отчет типа Структура по сценариям расчета скорости оборота инвестиций

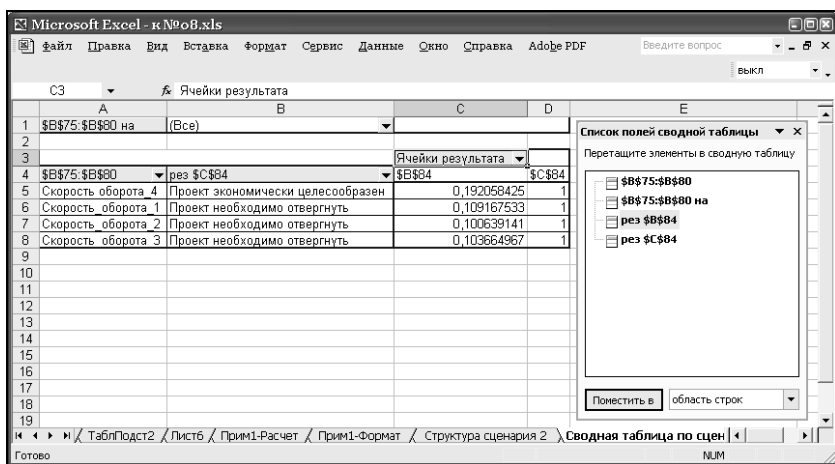


Рис. 4.33. Отчет типа Сводная таблица по сценариям расчета скорости оборота инвестиций

## Задания к разделу "Диспетчер сценариев"

- Облигация куплена (дата соглашения) — 10.09.2004 и будет погашена (дата вступления в силу) 17.09.2006, оплата купонов — один раз в полугодие. Рассчитать число дней до очередного купонного платежа с помощью функции ДНЕЙКУПОНПОСЛЕ. Определить: очередную дату купонных выплат с помощью функции ДАТАКУПОНПОСЛЕ; количество дней накопления купонного дохода — с помощью функции ДНЕЙКУПОНДО; последнюю дату оплаты купона, предшествующую покупке, — с помощью функции ДАТАКУПОНДО; количество купонных выплат, которые получит владелец, — с помощью функции ЧИСЛУКУПОН; число дней в периоде купона — с помощью функции ДНЕЙКУПОН. С помощью диспетчера сценариев изменить частоту выплат, дату соглашения и дату вступления в силу и провести расчеты показателей длительности для ценных бумаг. Оформить результаты в виде сценариев отчетов.
- Облигации приобретены (дата соглашения) — 3.09.2003 и будут погашены (дата вступления в силу) 11.09.2005. Размер купонной ставки (ставка) — 8% с выплатой один раз в полуго-

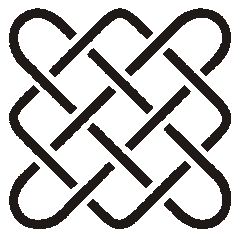
- дие. Ожидаемая годовая ставка помещения (доход) — 14%, номинал облигации (погашение) — 100. Временной базис расчета — 1. Определить курс (цену) покупки облигации с использованием функции `ЦЕНА`. Построить сценарии для функции `ЦЕНА`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: ставка, погашение, частота выплат. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.
3. Облигации выпущены 1.12.2003 и имеют купонный доход 10% (ставка) с выплатой процентов (частота) — один раз в полугодие. Облигации приобретены (дата соглашения) 1.05.2004 по курсу (цена) 89 с погашением (дата вступления в силу) 1.03.2005 по курсу (погашение) 100. Дата первого купона 1.08.2004, временной базис расчета — 1. Рассчитать доход по ценным бумагам с нерегулярным первым периодом выплаты купона с помощью функции `ДОХОДПЕРВНЕРЕГ`. Построить сценарии для функции `ДОХОДПЕРВНЕРЕГ`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: дата соглашения, ставка, цена, частота. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.
4. Облигации выпущены (дата выпуска) 1.12.2003 и приобретены (дата соглашения) 1.05.2004. Предполагаемая дата погашения (дата вступления в силу) 1.03.2005 по курсу (погашение) 100. Купонный доход (ставка) — 11% с выплатой один раз в полугодие, ставка помещения (погашение) — 14%. Дата выплаты первого купона 1.08.2004, временной базис — 1. Рассчитать цену (курс) покупки облигации с помощью функции `ЦЕНАПЕРВНЕРЕГ`. Построить сценарии для функции `ЦЕНАПЕРВНЕРЕГ`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: дата соглашения, ставка, первый купон, частота. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.
5. 11.09.2003 (дата соглашения) приобретены облигации, выпущенные (дата выпуска) — 8.07.2003 с погашением (дата вступления в силу) — 12.12.2005, по курсу (цена) 100,15. Купонная ставка — 8%, временной базис расчета — 1. Рассчитать годовую ставку помещения для этого вида ценной бумаги (с выплатой процентов и номинала в момент вступления в силу) с помощью функции `ДОХОДПОГАШ`. Построить сценарии для функции `ДОХОДПОГАШ`, выбрав в качестве изменяемых ячеек зна-

- чения: дата соглашения, цена, ставка. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.
6. 24.09.2003 (дата соглашения) приобретены облигации, выпущенные (дата выпуска) — 11.07.2003 с погашением (дата вступления в силу) — 26.12.2005 по номиналу. Купонная ставка — 11%, выплачиваемая в конце срока действия облигации вместе с номиналом, годовая ставка помещения (доход) — 16%, временной базис расчета — 1. Рассчитать курс покупки ценной бумаги с помощью функции `ЦЕНАПОГАШ`. Построить сценарии для функции `ЦЕНАПОГАШ`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: дата соглашения, ставка, доход. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.
7. Облигации номиналом 2500 выпущены (дата выпуска) 1.06.2004 с погашением (дата вступления в силу) 12.12.2004. Купонная ставка — 7%. Рассчитать сумму накопленного купонного дохода по ценным бумагам за весь период их действия с помощью функции `НАКОПДОХОДПОГАШ`. Построить сценарии для функции `НАКОПДОХОДПОГАШ`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: дата соглашения, дата вступления в силу, ставка, номинал. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.
8. Казначейские облигации (ценные бумаги краткосрочного действия) приобретены (дата соглашения) 1.01.2004 по курсу (цена) — 95,8. Погашение (дата вступления в силу) — 10.12.2004. Рассчитать ставку годового дохода по этим казначейским чекам с помощью функции `ДОХОДКЧЕК`. Построить сценарии для функции `ДОХОДКЧЕК`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: дата соглашения, дата вступления в силу, цена. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.
9. Казначейские облигации (ценные бумаги краткосрочного действия) приобретены (дата соглашения) 1.04.2004 со скидкой 17,2%. Погашение (дата вступления в силу) — 23.12.2004. Рассчитать ставку годового дохода по этим казначейским чекам с помощью функции `РАВНОКЧЕК`. Построить сценарии для функции `РАВНОКЧЕК`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: дата соглашения, дата вступления в силу, скидка. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.

10. Казначейские облигации (ценные бумаги краткосрочного действия) приобретены (дата соглашения) 4.03.2004 со скидкой 16,23%. Погашение (дата вступления в силу) — 23.11.2004. Рассчитать курс (цену) приобретения этих казначейских чеков с помощью функции `ЦЕНАКЧЕК`. Построить сценарии для функции `ЦЕНАКЧЕК`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: дата соглашения, дата вступления в силу, скидка. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.
11. Облигации приобретены (дата соглашения) — 11.08.2002, дата погашения (дата вступления в силу) — 25.11.2004, купонный доход (купон) — 10% с выплатой процентов один раз в полугодие, годовая ставка дохода (доход) — 22%. Временной базис расчета — 1. Рассчитать продолжительность действия этих ценных бумаг с помощью функции `ДЛИТ`. Построить сценарии для функции `ДЛИТ`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: дата соглашения, купон, доход, частота. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.
12. Облигации приобретены (дата соглашения) — 14.08.2003, дата погашения (дата вступления в силу) — 25.12.2005. Частота купонных выплат — один раз в полугодие, купонная ставка (купон) — 8%. Ставка помещения (доход) — 19%. Временной базис расчета — 1. Рассчитать модифицированную продолжительность действия этих ценных бумаг (длительность Макалея) с помощью функции `МДЛИТ`. Построить сценарии для функции `МДЛИТ`, выбрав в качестве изменяемых ячеек значения: дата соглашения, купон, доход, частота. Оформить результаты в виде отчета по сценариям.



## ГЛАВА 5



# Графические возможности Microsoft Excel. Диаграммы и карты

## Диаграммы

Диаграммы MS Excel (рис. 5.1) дают возможность графического представления различных числовых данных. Для построения диаграмм следует предварительно подготовить диапазон необходимых данных, а затем воспользоваться командой **Вставка** | **Диаграмма** или соответствующей кнопкой *мастера диаграмм*  на панели инструментов **Стандартная**.

В MS Excel можно строить два типа диаграмм: *внедренные* и диаграммы *на отдельных листах*. Внедренные диаграммы создаются на рабочем листе рядом с таблицами, данными и текстом и используются при создании отчетов. Диаграммы на отдельном листе удобны для подготовки слайдов или для вывода на печать.

MS Excel предлагает различные типы диаграмм и предусматривает широкий спектр возможностей для их изменения (типа диаграммы, надписей, легенды и т. д.) и для форматирования всех объектов диаграммы. Последнее достигается использованием соответствующих команд панели инструментов **Диаграммы** или с помощью контекстного меню соответствующего объекта диаграммы (достаточно щелкнуть правой кнопкой мыши на нужном объекте и из контекстного меню выбрать команду **Формат**).

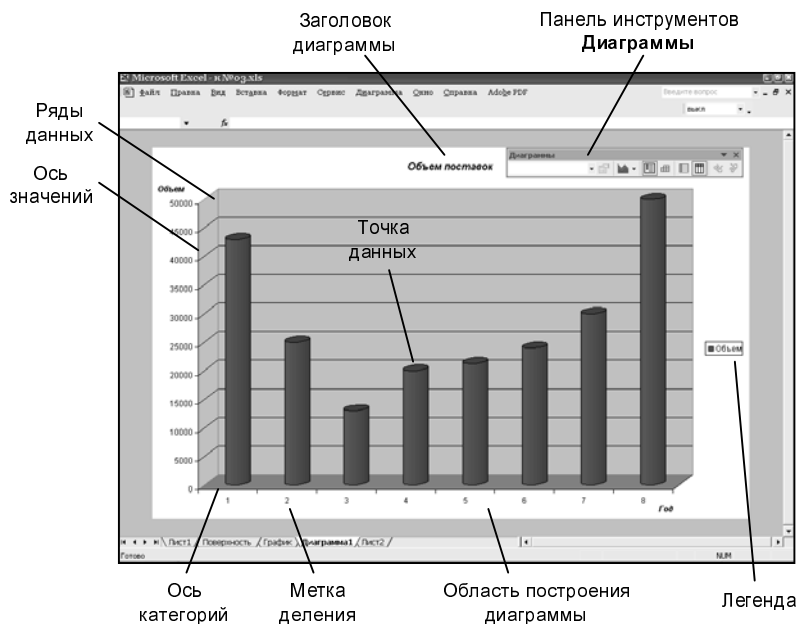


Рис. 5.1. Элементы диаграммы MS Excel

Для создания диаграмм в MS Excel прежде всего следует подготовить данные для построения диаграммы и определить ее тип.

При этом необходимо учитывать следующее:

- ❑ MS Excel предполагает, что количество рядов данных ( $Y$ ) должно быть меньше, чем категорий ( $X$ ). Исходя из этого, определяется расположение рядов (в строках или столбцах), а также — снабжены ли ряды и категории именами.
  - Если диаграмма строится для диапазона ячеек, имеющего больше столбцов, чем строк, или равное их число, то рядами данных считаются строки.
  - Если диапазон ячеек имеет больше строк, то рядами данных считаются столбцы.
- ❑ MS Excel предполагает, что названия, связанные с рядами данных, считаются их именами и составляют *легенду* диаграммы. Данные, интерпретируемые как категории, считаются названиями категорий и выводятся вдоль оси  $X$ .

- ❑ Если в ячейках, которые MS Excel будет использовать как названия категорий, содержатся числа (не текст и не даты), то MS Excel предполагает, что в этих ячейках содержится ряд данных, и строит диаграмму без меток на оси категорий ( $X$ ), вместо этого нумеруя категории.
- ❑ Если в ячейках, которые MS Excel намерен использовать как названия рядов, содержатся числа (не текст и не даты), то MS Excel предполагает, что в этих ячейках содержатся первые точки рядов данных, а в каждом ряду данных присваивается имя Ряд 1, Ряд 2 и т. д.

## Типы диаграмм

Основные типы диаграмм MS Excel приведены в табл. 5.1.

**Таблица 5.1.** Типы диаграмм MS Excel

| Название                         | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Стандартные типы диаграмм</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Гистограммы                      | Используются для сравнения отдельных величин или их изменений в течение некоторого периода времени. Удобны для отображения дискретных данных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Линейчатые диаграммы             | Похожи на гистограммы (отличие — повернуты на 90° по часовой стрелке). Используются для сопоставления отдельных значений в определенный момент времени, не дают представления об изменении объектов во времени. Горизонтальное расположение полос позволяет подчеркнуть положительные или отрицательные отклонения от некоторой величины. Линейчатые диаграммы можно использовать для отображения отклонений по разным статьям бюджета в определенный момент времени. Можно перетаскивать точки в любое положение |
| Графики                          | Отображают зависимость данных (ось $Y$ ) от величины, которая меняется с постоянным шагом (ось $X$ ). Метки оси категорий должны располагаться по возрастанию или убыванию. Графики чаще используют для коммерческих или финансовых данных, равномерно распределенных во времени (отображение непрерывных данных), или таких категорий, как продажи, цены и т. п.                                                                                                                                                 |

Таблица 5.1 (продолжение)

| Название              | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Круговые диаграммы    | Отображают соотношение частей и целого и строятся только по одному ряду данных, первому в выделенном диапазоне. Эти диаграммы можно использовать, когда компоненты в сумме составляют 100%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Точечные диаграммы    | Хорошо демонстрируют тенденции изменения данных при неравных интервалах времени или других интервалах измерения, отложенных по оси категорий. Можно использовать для представления дискретных измерений по осям $X$ и $Y$ . В точечной диаграмме деления на оси категорий наносятся равномерно между самым низким и самым высоким значением $X$                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Диаграммы с областями | Позволяют отслеживать непрерывное изменение суммы значений всех рядов данных и вклад каждого ряда в эту сумму. Этот тип применяется для отображения процесса производства или продажи изделий (с равно отстоящими интервалами)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Кольцевые диаграммы   | Сравнивают вклад частей в целое. В отличие от круговой, на кольцевой диаграмме могут быть представлены два и более ряда данных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Лепестковые диаграммы | Используют обычно, чтобы показать соотношения отдельных рядов данных, а также — одного определенного ряда данных и всех остальных рядов. Каждая категория лепестковой диаграммы имеет собственную ось координат (луч). Точки данных располагаются вдоль луча. Линии, соединяющие точки данных одного ряда, охватывают площадь, характеризующую совокупность значений в этом ряду. На лепестковой диаграмме можно отобразить, например, динамику затрат времени на проект, включающий несколько задач. В этом случае каждой категории (лучу) соответствует определенная задача проекта, а точке на луче — затраты времени на нее к какому-то сроку |
| Поверхность           | Показывает низкие и высокие точки поверхности. Эти диаграммы используются для набора данных, который зависит от двух переменных. Диаграмму можно поворачивать и рассматривать с разных точек зрения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Таблица 5.1 (окончание)

| Название                                                                                                                                                | Описание                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пузырьковые диаграммы                                                                                                                                   | Позволяют отображать на плоскости наборы из трех значений. Первые два значения откладываются по осям $X$ и $Y$ . Третье значение представляется размером пузырька |
| Биржевая                                                                                                                                                | Используется для отображения изменения информации о ценах на бирже. Отображает наборы данных из трех значений                                                     |
| Цилиндрические и др.                                                                                                                                    | Являются объемными вариантами гистограмм и линейчатых диаграмм                                                                                                    |
| <b>Нестандартные типы диаграмм</b>                                                                                                                      |                                                                                                                                                                   |
| Нестандартные типы основаны на стандартных, но имеют некоторые улучшения в форматировании и отображении                                                 |                                                                                                                                                                   |
| <b>Пользовательские форматы диаграмм</b>                                                                                                                |                                                                                                                                                                   |
| Добавляются в список дополнительных типов диаграмм. Пользовательские форматы создаются на основе базовых с применением различных средств форматирования |                                                                                                                                                                   |

## Операции, которые можно производить с диаграммами

С диаграммами можно производить следующие операции:

1. Добавлять и удалять ряды данных — с помощью мастера диаграмм либо из контекстного меню диаграммы командой **Исходные данные**. Возможно также использование клавиши <Delete>, перетаскивание мышью данных на построенную диаграмму и др.
2. Изменять (редактировать) данные в диаграмме и на рабочем листе — с помощью средства **Подбор параметра** (если данные, на которых построена диаграмма, выражены через формулу).
3. Переставлять ряды данных на диаграмме — это касается, в основном, диаграмм гистограммного типа.

4. Вставлять текст в любом месте диаграммы — выделить диаграмму (т. е. щелкнуть на ней мышью), а затем в строке формул ввести необходимый текст, который можно буксировать по всей диаграмме и форматировать как надпись.
5. Редактировать, форматировать и добавлять различные элементы диаграмм — с помощью контекстного меню для необходимого объекта диаграммы.
6. Изменять пространственную ориентацию трехмерных диаграмм — выделить диаграмму и воспользоваться командой меню **Диаграмма | Объемный вид**, можно также щелкнуть мышью на конце любой оси координат — появятся черные крестики, а затем, удерживая мышь на любом из них, изменять расположение трехмерной диаграммы в пространстве.
7. Добавлять различные графические объекты (например, стрелки, выноски и т. д.) — с помощью кнопок панели инструментов **Рисование** либо посредством команд меню **Вставка | Рисунок**.
8. Настраивать оси и выбирать шкалу — с помощью контекстного меню для данной оси.
9. Строить составные диаграммы (различные типы графиков в одной системе координат) — используя нестандартные типы диаграмм.
10. Изменять типы диаграмм — выбрав команду **Тип диаграммы** из ее контекстного меню.
11. Создавать рисованные диаграммы (вместо цветовой заливки — рисунки). В данном случае необходимо выбрать некоторый ряд данных и использовать для него команду контекстного меню **Формат рядов данных**.
12. Связывать текст на диаграмме с ячейками рабочего листа.
13. Создавать диаграммы на основе структурированных данных.
14. Применять диаграммы для анализа данных, т. е. строить различные линии тренда и делать прогнозы.

## Рекомендации по построению диаграмм

Работа по построению диаграмм предполагает использование следующей методики:

1. Подготовить диапазон изменения и диапазон значений для диаграммы.
2. Выделить подготовленный диапазон и воспользоваться мастером построения диаграмм (вызывается командой **Вставка | Диаграмма** либо кнопкой мастера диаграмм  панели инструментов **Стандартная**).
3. Отформатировать полученную диаграмму.

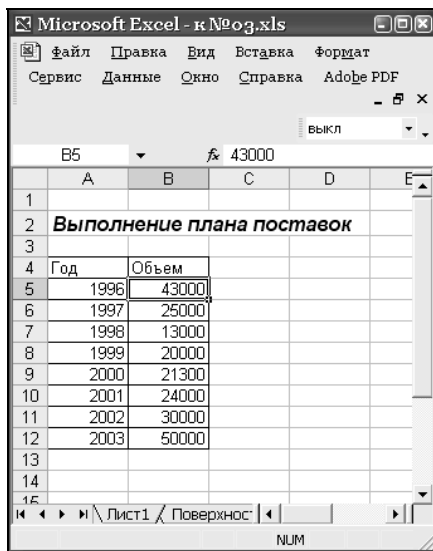
### ПРИМЕР

Построить диаграмму по результатам годовых поставок товара в период с 1996 года по 2003 год.

### Решение

Для выполнения задания:

1. Введите данные на рабочий лист в соответствии с рис. 5.2.



|    | A    | B                                | C | D | E |
|----|------|----------------------------------|---|---|---|
| 1  |      |                                  |   |   |   |
| 2  |      | <b>Выполнение плана поставок</b> |   |   |   |
| 3  |      |                                  |   |   |   |
| 4  | Год  | Объем                            |   |   |   |
| 5  | 1996 | 43000                            |   |   |   |
| 6  | 1997 | 25000                            |   |   |   |
| 7  | 1998 | 13000                            |   |   |   |
| 8  | 1999 | 20000                            |   |   |   |
| 9  | 2000 | 21300                            |   |   |   |
| 10 | 2001 | 24000                            |   |   |   |
| 11 | 2002 | 30000                            |   |   |   |
| 12 | 2003 | 50000                            |   |   |   |
| 13 |      |                                  |   |   |   |
| 14 |      |                                  |   |   |   |
| 15 |      |                                  |   |   |   |

Рис. 5.2. Подготовка данных для построения диаграммы

2. Выделите мышью диапазон **A5:B12** и выполните команду **Вставка | Диаграмма** либо нажмите кнопку мастера диаграмм  панели инструментов **Стандартная**.
3. Далее работа с мастером диаграмм осуществляется в пошаговом режиме:
  - Выбор вида диаграммы — с учетом того, что в примере предложены дискретные статистические данные, подходящий вид диаграммы — гистограммного типа (рис. 5.3).

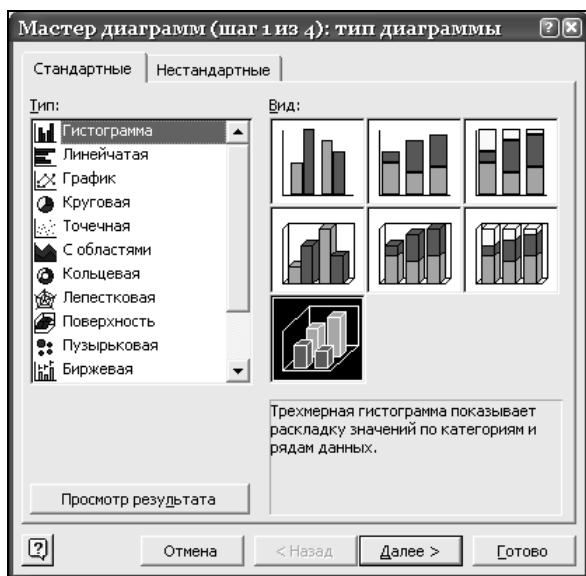


Рис. 5.3. Работа с мастером диаграмм. Выбор типа диаграммы

- Нажав кнопку **Далее**, переходим к шагу 2 (рис. 5.4). На вкладке **Ряд** укажите:
  - какой ряд выбран в качестве значения данных (заполните поля **Ряд** и **Значения**). В нашем случае в поле **Ряд** вносим **Объем** и в поле **Значения** — диапазон **\$B\$5:\$B\$12**;
  - какой ряд будет служить подписями по оси *X* — в поле **Подписи по оси X** вносим **Год** и указываем диапазон **\$A\$5:\$A\$12**.





### Примечание

Таким образом, на вкладке **Ряд** можно удалить либо добавить необходимые ряды данных, выбрать подпись ряда данных и, соответственно, диаграммы (поле **Имя**), и выбрать подписи по осям.

- Перейдя к следующему шагу мастера диаграмм (кнопкой **Далее**), установим необходимые параметры диаграммы (рис. 5.5).
  - На последнем этапе выберем расположение будущей диаграммы (рис. 5.6).
4. Отформатируйте полученную диаграмму, используя контекстное меню каждого ее элемента (рис. 5.7).

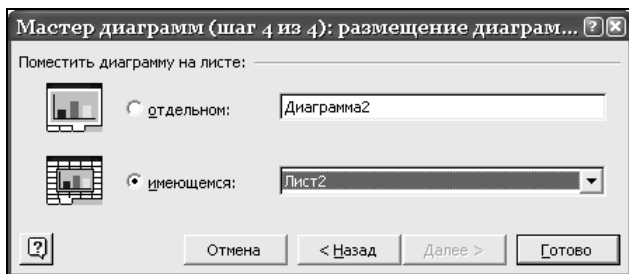


Рис. 5.6. Выбор местоположения диаграммы

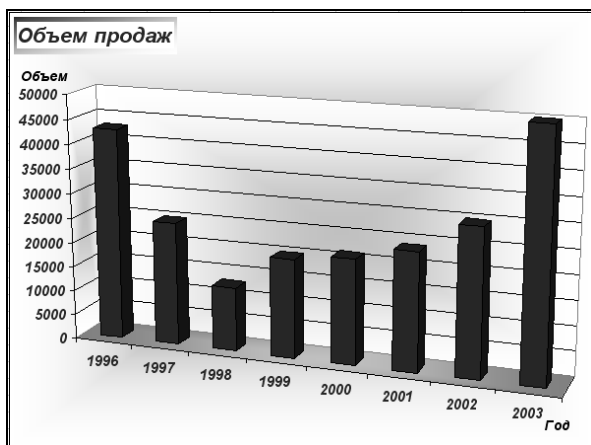


Рис. 5.7. Построенная диаграмма Объем продаж

## Рекомендации по построению графиков функций

Работа по построению графиков функций предполагает использование следующей методики:

1. Подготовить диапазон области определения функции (или функций) с помощью маркера автозаполнения.
2. Рассчитать значение функции (функций) на данном диапазоне, используя формулы и функции рабочего листа MS Excel и маркер автозаполнения.
3. Выделить диапазон области определения и области значения функции (функций) и воспользоваться мастером построения диаграмм. Для построения графиков лучше использовать типы диаграмм **График** и **Точечная**.
4. Отформатировать полученный график (графики).

### ПРИМЕР

---

Построить график функции:

$$y = \cos^3(\pi x).$$

### Решение

Результат для этого примера представлен на рис. 5.8.

Для выполнения задания:

1. Задайте область определения  $X$  вводом начальных данных: 0 и 0,1, а затем маркером автозаполнения подготовьте весь диапазон **A7:A27**.
2. В ячейку **B7** введите формулу:  
$$=(\text{COS}(\text{ПИ}()) * \text{A7}))^3$$
  
и скопируйте ее на диапазон **B7:B27**.
3. Постройте график функции с помощью мастера диаграмм.
4. Отформатируйте полученный график.

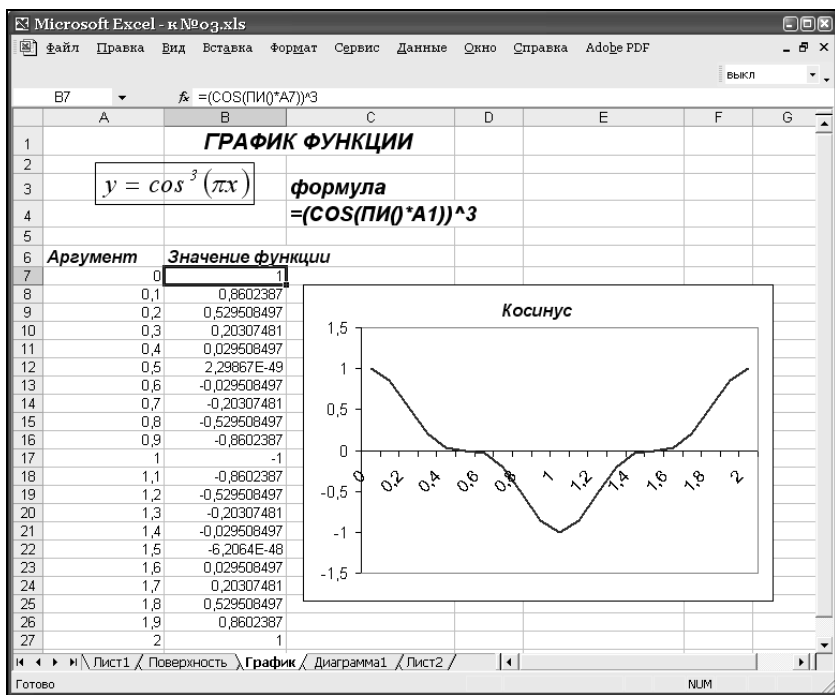


Рис. 5.8. Пример построения графика функции

## Рекомендации по построению некоторых алгебраических и трансцендентных линий на плоскости

Часто различные линии на плоскости задаются в полярных координатах, общее уравнение которых можно записать в виде:

$$f(\rho, \varphi) = 0,$$

где  $\rho, \varphi$  — полярные координаты.

Если линия задана уравнением  $\rho = \rho(\varphi)$  в полярных координатах, то ее уравнение в декартовых координатах можно записать в виде:

$$x = \rho(\varphi) \cos \varphi,$$

$$y = \rho(\varphi) \sin \varphi.$$

Итак, зная уравнение линии в полярных координатах, легко построить график в декартовой системе координат. Для этого следует:

1. Подготовить диапазон изменения координаты  $\varphi$ .
2. Рассчитать значение функции на данном диапазоне в полярных координатах  $\rho = \rho(\varphi)$ .
3. Рассчитать значения  $x$  и  $y$  в декартовой системе координат по формулам:

$$x = \rho \cos \varphi,$$

$$y = \rho \sin \varphi.$$

4. Выделить диапазон области определения и области значения функции, т. е. все значения  $x$  и  $y$  на рабочем листе, и воспользоваться мастером построения диаграмм. Для построения графиков лучше использовать типы диаграмм **График** и **Точечная**.

5. Отформатировать полученный график.

Учитывая приведенные рекомендации, легко построить также и линии на плоскости, заданные параметрически.

### П Р И М Е Р построения трехлепестковой розы

Построить функцию, заданную уравнением в полярных координатах:

$$\rho = a \sin(3\varphi).$$

### Решение

1. Формулы для расчета приведены в табл. 5.2.

**Таблица 5.2.** Расчетные формулы для построения трехлепестковой розы

| Координата | Ячейка | Значение                  |
|------------|--------|---------------------------|
| $\varphi$  | A2     | Значения                  |
| $\rho$     | B2     | $=6 * \text{SIN}(3 * A2)$ |

Таблица 5.2 (окончание)

| Координата | Ячейка    | Значение       |
|------------|-----------|----------------|
| $x$        | <b>D2</b> | =B2 * COS (A2) |
| $y$        | <b>E2</b> | =B2 * SIN (A2) |

2. Рассчитанные значения приведены на рис. 5.9.
3. Построенный график функции показан на рис. 5.10.

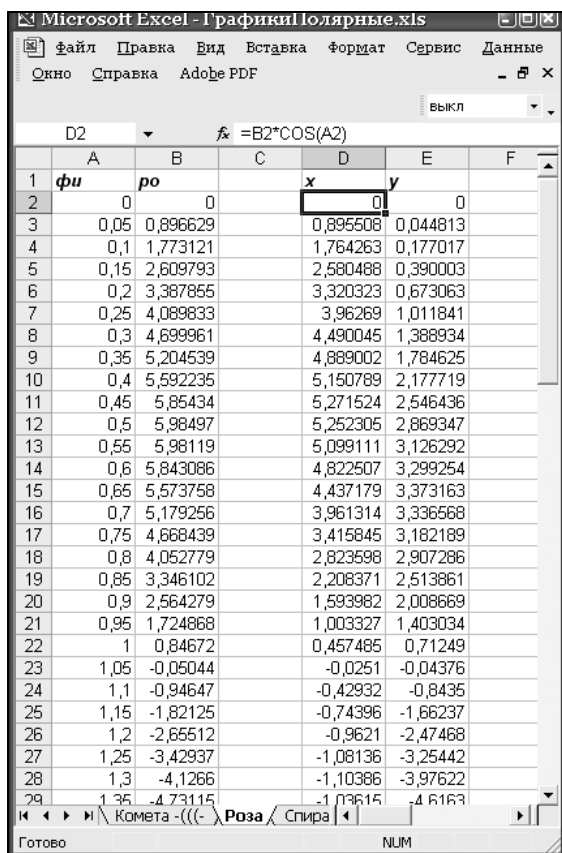


Рис. 5.9. Рассчитанные значения для построения трехлепестковой розы

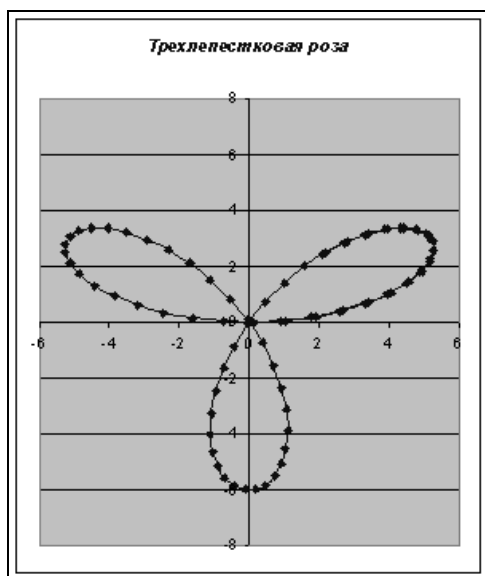


Рис. 5.10. График трехлепестковой розы

## Рекомендации по построению поверхности

Работа по построению поверхности предполагает использование следующей методики:

1. Подготовить диапазон изменения функции по двум координатам, расположив изменения одной координаты вдоль некоторого столбца вниз, а другой — вдоль прилегающей строки вправо.
2. Ввести на пересечении координат необходимую формулу для построения поверхности и воспользоваться маркером автозаполнения для ее копирования на всю область построения поверхности.
3. Выделить подготовленные данные и воспользоваться мастером построения диаграмм (тип диаграммы — **Поверхность**).
4. Отформатировать полученную поверхность.

## ПРИМЕР построения поверхности

Построить поверхность:

$$z = \frac{x^3}{2} - (y + 2)^2.$$

### Решение

1. Подготовленный диапазон представлен на рис. 5.11.

2. Формула для расчета (ячейка C3):

$$=(\$B3^3)/2-(C\$2+2)^2$$

3. Построенная поверхность показана на рис. 5.12.

|    | B     | C        | D        | E        | F        | G        | H        | I        | J        | K        |
|----|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  |       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 2  | x\y   | -1       | -0,75    | -0,5     | -0,25    | 0        | 0,25     | 0,5      | 0,75     | 1        |
| 3  | -1    | -1,5     | -2,0625  | -2,75    | -3,5625  | -4,5     | -5,5625  | -6,75    | -8,0625  | -9,5     |
| 4  | -0,75 | -1,21094 | -1,77344 | -2,46094 | -3,27344 | -4,21094 | -5,27344 | -6,46094 | -7,77344 | -9,21094 |
| 5  | -0,5  | -1,0625  | -1,625   | -2,3125  | -3,125   | -4,0625  | -5,125   | -6,3125  | -7,625   | -9,0625  |
| 6  | -0,25 | -1,00781 | -1,57031 | -2,25781 | -3,07031 | -4,00781 | -5,07031 | -6,25781 | -7,57031 | -9,00781 |
| 7  | 0     | -1       | -1,5625  | -2,25    | -3,0625  | -4       | -5,0625  | -6,25    | -7,5625  | -9       |
| 8  | 0,25  | -0,99219 | -1,55469 | -2,24219 | -3,05469 | -3,99219 | -5,05469 | -6,24219 | -7,55469 | -8,99219 |
| 9  | 0,5   | -0,9375  | -1,5     | -2,1875  | -3       | -3,9375  | -5       | -6,1875  | -7,5     | -8,9375  |
| 10 | 0,75  | -0,78906 | -1,35156 | -2,03906 | -2,85156 | -3,78906 | -4,85156 | -6,03906 | -7,35156 | -8,78906 |
| 11 | 1     | -0,5     | -1,0625  | -1,75    | -2,5625  | -3,5     | -4,5625  | -5,75    | -7,0625  | -8,5     |
| 12 |       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 13 |       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

Рис. 5.11. Подготовленный диапазон данных для построения поверхности

## Построение поверхностей второго порядка (случай, когда третья координата входит в уравнение поверхности в квадрате)

Работа по построению поверхности второго порядка предполагает использование следующей методики:

1. Подготовить диапазон изменения функции по двум координатам, расположив изменения одной координаты вдоль некоторого столбца вниз, а другой — вдоль прилегающей строки вправо.



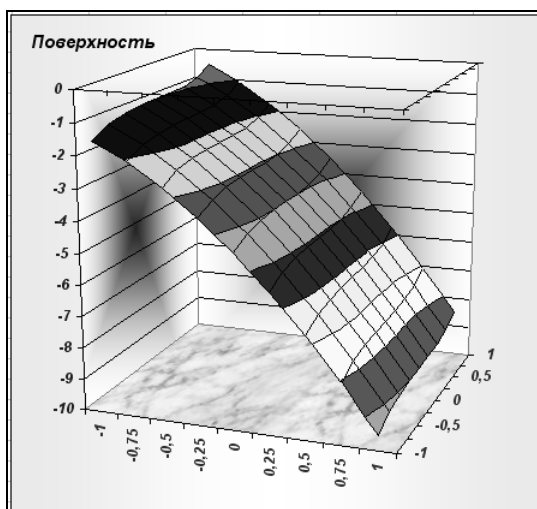


Рис. 5.12. Поверхность

**Внимание!**

Здесь требуется учесть следующую особенность — в диапазоне изменения функции необходимо дублировать значения координат.

2. Ввести на пересечении координат необходимую формулу для построения поверхности и воспользоваться маркером автозаполнения для ее копирования на всю область построения поверхности.

В формуле следует учесть поправку на положительные и отрицательные значения квадратного корня на данной области определения.

3. Выделить подготовленные данные и воспользоваться мастером построения диаграмм (тип диаграммы — **Поверхность**).
4. Отформатировать полученную поверхность.

**ПРИМЕР построения сферы**

Построить сферу:

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1.$$



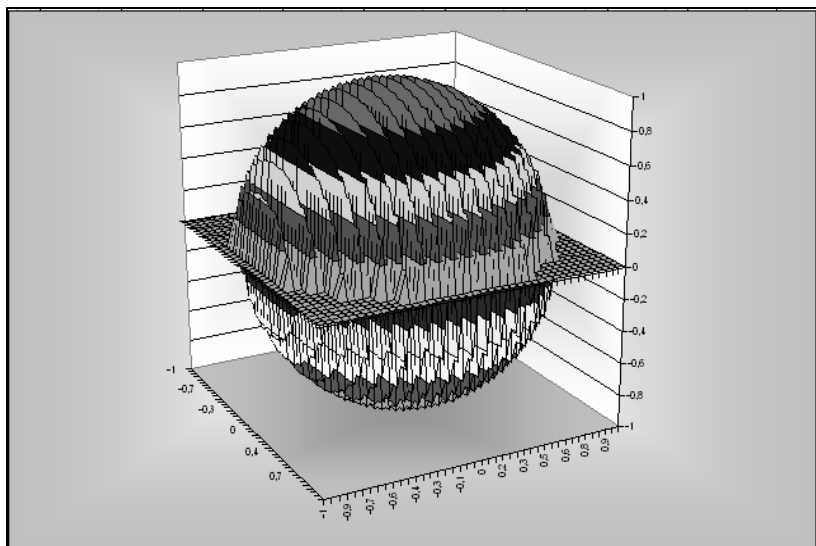


Рис. 5.14. Сфера

## Задания по построению графиков и диаграмм

### Построить графики функций

$$1. \quad y = \cos(x-1)e^{6x}, \quad z = \begin{cases} \frac{1+x^2}{\sqrt{1+x^4}}, & x \leq 0, \\ 2x + \frac{\sin^2(x)}{2+x}, & x > 0. \end{cases}$$

$$2. \quad y = 5 \sin(x) \cos(3x+1), \quad z = \begin{cases} \frac{1+|x|}{\sqrt[3]{1+x+x^2}}, & x \leq -1, \\ 2 \ln(1+x^2) + \frac{1+\cos^4(x)}{2+x}, & x \in (-1, 0), \\ (1+x)^{3/5}, & x \geq 0. \end{cases}$$

$$3. \quad y = \frac{2 + \sin^3(x)}{1 + x^2}, \quad z = \begin{cases} \frac{5x^2}{1 + x^2}, & x \leq 0, \\ \sqrt{1 + \frac{2x}{1 + x^2}}, & x > 0. \end{cases}$$

$$4. \quad y = 7 \sin(\pi x) - \cos(3\pi x) \sin(\pi x), \quad z = \begin{cases} \frac{\sqrt{1 + |x|}}{2 + |x|}, & x \leq 0, \\ \frac{1 + x}{2 + \cos^3(x)}, & x > 0. \end{cases}$$

$$5. \quad y = \frac{1 + xe^{-x}}{2 + x^2} \sin^2(x), \quad z = \begin{cases} \frac{1 + 5x}{3 + x^2}, & x < 0, \\ \sin^2(x) \sqrt{5 + x}, & x \in [0, 1), \\ \sin^3(x + 1) e^{0.6x}, & x \geq 1. \end{cases}$$

$$6. \quad y = \cos(5\pi x) \sin^2(3\pi x) + 3 \sin(\pi x) \cos^3(3\pi x),$$

$$z = \begin{cases} \sqrt{1 + x^2}, & x \leq 0, \\ \frac{1 + x^3}{1 + \sqrt[5]{1 + e^{-0.5x}}}, & x > 0. \end{cases}$$

$$7. \quad y = \frac{1 + (x + 5)^{1/3}}{1 + \sqrt{2 + x + x^2}}, \quad z = \begin{cases} \frac{1 + x + x^2}{1 + x^2}, & x < 0, \\ \sqrt{1 + \frac{5x}{1 + x^3}}, & x \in [0, 1), \\ 5|0.7 \cos(x) + \sin(x)|, & x \geq 1. \end{cases}$$

$$8. \quad y = 3 \cos^2(2x) \sin(5x), \quad z = \begin{cases} 3x + \sqrt{1+x^2}, & x < 0, \\ 2 \cos(x) e^{-2x}, & x \in [0, 1], \\ 2 \sin(3x), & x > 1. \end{cases}$$

$$9. \quad y = \frac{1+x}{5 + \sqrt{|x|} e^{-x} + |\cos(\pi x)|}, \quad z = \begin{cases} \sqrt[3]{6+x^2}, & x \leq 0, \\ \sin^3(\pi x) + \frac{2+x}{1+\cos^2(x)}. \end{cases}$$

$$10. \quad y = 6 \sin(3\pi x) \cos(\pi x) + \cos(2\pi x) \sin^2(\pi x) - \cos(4\pi x),$$

$$z = \begin{cases} \frac{|x|}{1+x^2} e^{-5x}, & x < 0, \\ \sqrt{1+x^4}, & x \in [0, 1), \\ \frac{1+\cos(\pi x)}{6+x} + 3x, & x \geq 1. \end{cases}$$

$$11. \quad y = \frac{4+x^2 e^{-3x}}{4+\sqrt{x^4+\sin^2(x)}}, \quad z = \begin{cases} \sqrt{1+5x^2-\sin^2(x)}, & x \leq 0, \\ \frac{(7+x)^2}{\sqrt[3]{4+e^{-0,7x}}}, & x > 0. \end{cases}$$

$$12. \quad y = \frac{1+\cos(x)}{1+e^{4x}} \sqrt[4]{1+e^{6x}}, \quad z = \begin{cases} \sqrt{1+\frac{x^2}{1+x^4}}, & x < 0, \\ 2 \sin^3(x), & x \in [0, 1], \\ \sqrt{1+|2\cos(6x)|^{1/3}}, & x > 1. \end{cases}$$

## Построить поверхности

$$1. \quad z = x^2 \sin(x) - 2y^3;$$

$$2. \quad z = (3x-1)\sqrt{x} + 2\sin^2(y);$$

$$3. \quad z = 10x^3 \sin^2(y) - 2x^2 y^3;$$

$$4. \quad z = 5y \cos^2(x-5) - 5y^3 e^{(y+1)};$$

$$5. \quad z = 10y \operatorname{tg}(x^3 + 1) + \sin(x^2 - 10y);$$

$$6. \quad z = 10x^2 \cos^5(x) - 2y^3;$$

$$7. \quad z = 7e^{0,5x-1} x^3 - 4y^4;$$

$$8. \quad z = x^6 - 3e^{0,7y} y^3;$$

$$9. \quad z = \sin^2(x+1) \cos(y) - 10y^{0,5x} e^x;$$

$$10. \quad z = \begin{cases} 2x^3 - e^y, & |x+y| < 0,5 \\ x e^{2x} - y, & 0,5 \leq |x+y| < 1; \\ 25e^x - y e^y, & 1 \leq |x+y| \end{cases}$$

$$11. \quad z = \begin{cases} x - e^{2y}, & |x| + |y| < 0,5 \\ 2x^2 - e^y, & 0,5 \leq |x| + |y|; \\ e^{5x-3} - y, & 1 \leq |x| + |y| \end{cases}$$

$$12. \quad z = \begin{cases} x^5 - 3y^3, & x^2 + y^2 \leq 1 \\ 3x^2 - y^3, & x^2 + y^2 > 1 \end{cases}.$$

## Построить алгебраические и трансцендентные линии

$$1. \quad \text{Декартов лист: } \rho = \frac{3a \cos \varphi \sin \varphi}{\cos^3 \varphi + \sin^3 \varphi}.$$

$$2. \quad \text{Циссоида: } \rho = 2a \frac{\sin^2 \varphi}{\cos \varphi}.$$

3. Строфоида:  $\rho = a \frac{(1 \pm \sin \varphi)}{\cos \varphi}$ .

4. Версьера:  $x = t, \quad y = \frac{a^3}{(t^2 + a^2)}$ .

5. Лемниската Бернулли:  $\rho^2 = 2a^2 \cos 2\varphi$  или  $\rho^2 = 2a^2 \sin 2\varphi$ .

6. Овал Кассини:  $\rho = a \sqrt{\cos(2\varphi) \pm \sqrt{\cos^2(2\varphi) \left( \left( \frac{b^2}{a^2} \right) - 1 \right)}}$ .

7. Конхоида:  $\rho = \left( \frac{a}{\sin \varphi} \right) \pm l$ .

8. Улитка Паскаля:  $\rho = 2r \cos \varphi \pm l$ .

9. Кардиоида:  $\rho = 2r(1 - \cos \varphi)$ .

10. Каппа:  $\rho = a \operatorname{ctg} \varphi$ .

11. Астроида:  $x = a \cos^3 t, \quad y = a \sin^3 t$ .

12. Спираль Галилея:  $\rho = a\varphi^2$ .

## Построить поверхности второго порядка

1. Эллипсоид:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$ .

2. Однополостный гиперболоид:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$ .

3. Двухполостный гиперболоид:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = -1$ .

4. Конус:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$ .

5. Эллиптический параболоид:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 2z$ .

6. Гиперболический параболоид:  $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 2z$ .

7. Эллиптический цилиндр:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ .

8. Гиперболический цилиндр:  $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ .

9. Параболический цилиндр:  $x^2 = 2py$ .

### Примечание

Здесь  $a, b, c, l, r$  — некоторые постоянные. При необходимости можно воспользоваться любым справочником по высшей математике.

## По данным таблиц построить диаграммы

1. Численность населения мира, млн чел.

|          | 1900 | 1913 | 1929  | 1938  | 1950  | 1960  | 1970  | 1980  | 1990  | 2000 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| США      | 76,4 | 97,6 | 122,2 | 130,5 | 153   | 176   | 200,5 | 227   | 247   | 277  |
| Германия | 45,7 | 54,7 | 58,7  | 62,3  | 67    | 72    | 77    | 78,5  | 79    | 82   |
| Франция  | 40,8 | 41,8 | 42    | 42    | 42    | 46    | 50,5  | 54    | 56,5  | 59   |
| Япония   | 44   | 51,6 | 63,2  | 71,8  | 83    | 93    | 104   | 116,8 | 123,5 | 127  |
| СССР     | 123  | 158  | 171,5 | 186,5 | 205,5 | 226,5 | 247   | 258,5 | 290   | 290  |

2. Численность занятых в мировой экономике, млн чел.

|                | 1900 | 1913 | 1929 | 1938 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Германия       | 18,5 | 23,5 | 25   | 26,5 | 29   | 31   | 34   | 35   | 37   | 38,5 |
| Франция        | 20   | 20   | 20   | 19,5 | 19   | 21   | 23   | 25   | 26,5 | 27,5 |
| Великобритания | 16,5 | 18,5 | 20   | 20,5 | 22,5 | 24   | 25   | 25,5 | 26   | 26,5 |
| Италия         | 15   | 16,5 | 17   | 18   | 18,5 | 20   | 22   | 24   | 24,5 | 25   |



3. Промышленное производство: добавленная стоимость, в ценах и по ППС нац. валют 2000 г., млрд долл.

|                | 1900 | 1913 | 1929 | 1938 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Германия       | 29   | 51   | 59   | 478  | 93   | 244  | 420  | 510  | 575  | 625  |
| Франция        | 28   | 46   | 57   | 52   | 63   | 93   | 190  | 275  | 310  | 355  |
| Великобритания | 53   | 73   | 84   | 105  | 130  | 180  | 245  | 265  | 300  | 335  |
| Советский Союз | 40   | 70   | 80   | 105  | 205  | 480  | 725  | 935  | 1000 | 545  |

4. Мировое сельскохозяйственное производство: добавленная стоимость в ценах и по ППС 2000 г., млрд долл.

|                | 1900 | 1913 | 1929 | 1938 | 1950 | 1960 | 1970  | 1980 | 1990  | 2000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|
| США            | 43   | 56   | 69   | 76,5 | 93,5 | 105  | 128,5 | 146  | 157,5 | 175  |
| Германия       | 16   | 19   | 20   | 21,5 | 23   | 29   | 37    | 40,5 | 46,5  | 52,5 |
| Франция        | 21,5 | 22   | 22,5 | 23   | 23,5 | 29,5 | 47    | 53   | 65    | 76,5 |
| Италия         | 13,5 | 14,5 | 16   | 17   | 18,5 | 30,5 | 42    | 44,5 | 49    | 56   |
| Советский Союз | 37   | 50,5 | 58,8 | 63   | 75   | 81,5 | 87,5  | 98   | 120   | 100  |

5. Мировой товарный экспорт, в ценах и по ППС 2000 г., млрд долл.

|                | 1900 | 1913 | 1929 | 1938 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Германия       | 21,5 | 54   | 58   | 64,1 | 36,5 | 87,5 | 185  | 385  | 600  | 710  |
| Франция        | 22   | 28,5 | 40,5 | 40   | 31,5 | 62,5 | 140  | 235  | 330  | 420  |
| Великобритания | 38,5 | 54,5 | 73   | 76   | 66   | 105  | 160  | 235  | 320  | 400  |
| Бельгия        | 12,2 | 15,5 | 18,4 | 16,8 | 12,3 | 27,5 | 63   | 112  | 176  | 214  |

6. Динамика добычи нефти крупнейшими российскими компаниями, млн тонн.

| Компания       | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Сургутнефтегаз | 33   | 33,9 | 35,2 | 37,6 | 41   | 44   | 48   | 52   |
| ЛУКОЙЛ         | 53   | 57,1 | 64,2 | 73,5 | 75   | 78,3 | 81,4 | 84,7 |
| Татнефть       | 25   | 25,5 | 25,8 | 26,3 | 23,1 | 24,6 | 24,7 | 26   |
| Сибнефть       | 19   | 18,2 | 17,3 | 16,3 | 17,2 | 20,7 | 26,8 | 31,5 |

## Анализ тенденций. Построение уравнения регрессии

Довольно часто на практике приходится сталкиваться с некоторым набором экспериментальных величин, требующих аналитической обработки. Как правило, для этих данных нужно подобрать некоторую модель, которая позволяет описывать наблюдаемые явления и, с некоторой долей вероятности, строить соответствующие прогнозы.

В таких случаях математическая формулировка задачи ставится следующим образом.

Имеются две наблюдаемые величины  $x$  и  $y$ , причем  $y$  зависит от  $x$  некоторым образом. Необходимо построить математическую модель  $\tilde{y} = f(x)$ , где  $f(x)$  — некоторая функция от  $x$ , не всегда линейная, наилучшим образом описывающую наблюдаемые значения  $y$ .

Обычно  $\tilde{y} = f(x)$  следует выбирать так, чтобы минимизировать сумму квадратов разностей между наблюдаемыми и теоретическими значениями зависимой переменной  $y$  и  $\tilde{y}$ , т. е. минимизировать некоторый функционал:

$$J = \sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2 \rightarrow \min ,$$

где  $n$  — число наблюдений.

При решении такой задачи главной проблемой является выбор некоторой математической функции, позволяющей наиболее дос-

товерно описывать полученные экспериментальные данные и прогнозировать ожидаемые результаты.

В MS Excel существует возможность рассчитывать наиболее подходящую линию, которая проходит через серию заданных точек. Это так называемая *линия тренда*, по которой можно проследить развитие функции с наименьшей ошибкой. Линия тренда — статистический инструмент, представляющий собой линию  $\tilde{y}$ , построенную на основе данных диаграммы  $y$  с использованием некоторой аппроксимации.

В некоторых случаях этими рассчитанными результатами можно воспользоваться для анализа тенденций (например, рынка сбыта некоторой продукции) и краткосрочного прогнозирования.

Проводить вычисления можно двумя способами: с помощью перетаскивания маркера автозаполнения и посредством функций анализа тенденций рабочего листа:

- ❑ функции `ЛИНЕЙН()` и `ЛГРФПРИБЛ()` — вычисляют параметры прямой и экспоненциальной кривой, аппроксимирующей заданные значения;
- ❑ функции `ТЕНДЕНЦИЯ()` и `РОСТ()` — вычисляют значения аппроксимирующих функций в заданных точках.

При использовании функций следует помнить, что в список аргументов входят:

- ❑ `известные_значения_x` — независимая переменная (обычно, но не всегда, это — время);
- ❑ `известные_значения_y` — зависимая переменная (ее значение изменяется вместе с независимой переменной).

При проведении анализа тенденций необходимо учитывать следующее:

1. Если нужно добавить к существующим данным несколько новых элементов и сохранить исходные данные без изменений, следует использовать маркер автозаполнения.
2. Если необходимо заменить имеющиеся данные и, может быть, добавить к ним новые, вычисленные с помощью формул ли-

нейной регрессии, лучше воспользоваться командой **Правка | Заполнить | Прогрессия**.

3. Если требуется и сохранить исходные данные без изменений, и просмотреть их приближенные значения, то следует использовать статистические функции рабочего листа.

## Построение линии тренда

С помощью MS Excel можно также проводить автоматический анализ тренда на основе диаграмм. Для того чтобы правильно выбрать линию тренда на диаграмме, следует хорошо разбираться в теоретических основах прогнозирования. Линию тренда можно добавить к ряду данных в том случае, если они представляют собой диаграмму с областями, график, гистограмму, линейчатую или точечную диаграмму.

В MS Excel предлагается выбрать одну из пяти типов аппроксимирующих линий или вычисление линии, показывающей скользящее среднее. Скользящее среднее сглаживает флуктуации ряда данных, помещая отдельную точку данных на линии тренда на основании среднего для указанного числа первичных точек данных.

Указанный выбор осуществляется на вкладке **Тип** диалогового окна **Линия тренда** (рис. 5.15), которое открывается по команде **Диаграмма | Добавить линию тренда**. Описание типов выбираемых линий приведено в табл. 5.3.

**Таблица 5.3.** Описание типов линий тренда

| Тип                       | Описание                                                                                                            |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. <b>Линейная</b>        | Аппроксимирующая прямая:<br>$y = ax + b,$ где $a$ — тангенс угла наклона, $b$ — точка пересечения прямой с осью $Y$ |
| 2. <b>Логарифмическая</b> | Логарифмическая аппроксимация:<br>$y = a \ln(x) + b,$ где $a$ и $b$ — константы, $\ln$ — натуральный логарифм       |

Таблица 5.3 (окончание)

| Тип                       | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Полиномиальная         | <p>Полиномиальная аппроксимация:</p> $y = a_1x^6 + a_2x^5 + a_3x^4 + a_4x^3 + a_5x^2 + a_6x + b,$ <p>где <math>a_i</math>, <math>i = \overline{1,6}</math>, и <math>b</math> — константы. Максимальная степень полинома — 6</p>                                                 |
| 4. Степенная              | <p>Степенная аппроксимация:</p> $y = ax^b,$ <p>где <math>a</math> и <math>b</math> — константы</p>                                                                                                                                                                              |
| 5. Экспоненциальная       | <p>Экспоненциальная аппроксимация:</p> $y = ae^{bx},$ <p>где <math>a</math> и <math>b</math> — константы, <math>e</math> — основание натурального логарифма</p>                                                                                                                 |
| 6. Линейная<br>фильтрация | <p>Скользящее среднее. Каждая точка данных на линии тренда строится на основании среднего указанного числа точек данных (периодов). Чем больше число периодов, используемых для вычисления скользящего среднего, тем более гладкой, но менее точной становится линия тренда</p> |

Необходимо учитывать также и настройки, которые можно сделать на вкладке **Параметры** диалогового окна **Линия тренда** (рис. 5.16).

- ☐ В области **Название аппроксимирующей (сглаженной) кривой** — задается название аппроксимирующей кривой.
- ☐ В области **Прогноз** — задается прогнозирование данных (вперед) или определяется история данных (назад) с помощью линии тренда.
- ☐ Флажок **пересечение кривой с осью Y в точке** — устанавливается лишь в том случае, если эта точка известна.
- ☐ Флажок **показывать уравнение на диаграмме** — обеспечивает размещение на диаграмме уравнения аппроксимирующей функции с числовыми коэффициентами.

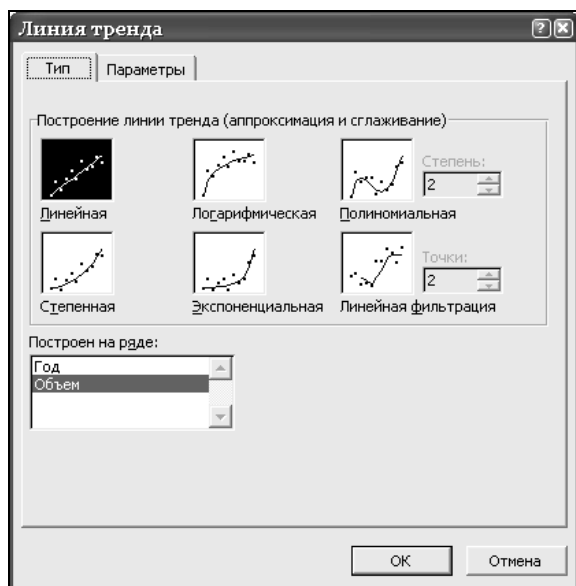


Рис. 5.15. Окно Линия тренда, вкладка Тип

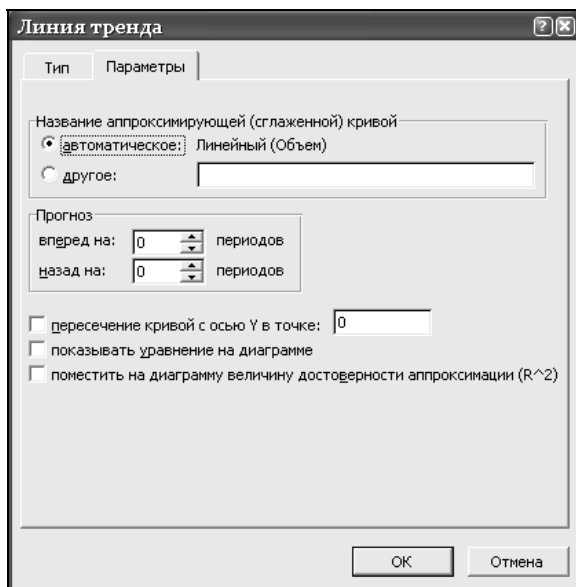


Рис. 5.16. Окно Линия тренда, вкладка Параметры

- ❑ **Флажок поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации** — обеспечивает размещение на диаграмме квадрата коэффициента корреляции.

### Внимание!

Величина достоверности аппроксимации является одним из важнейших показателей, которые следует разместить на диаграмме. По этой величине (т. е. квадрату коэффициента корреляции) можно судить о правомерности использования того или иного уравнения регрессии.

Если коэффициент лежит в диапазоне 0,9—1, то данную зависимость можно использовать для предсказания результата. Чем ближе к 1 коэффициент корреляции, тем более достоверна используемая модель. Если коэффициент корреляции приближается к -1, то это говорит об обратной зависимости между наблюдаемыми величинами.

Итак, для добавления линии тренда к ряду данных диаграммы выполните следующие шаги:

1. Выделите диаграмму, для данных которой нужно добавить линию тренда.
2. Выберите команду **Диаграмма | Добавить линию тренда**.
3. В окне **Линия тренда** (см. рис. 5.15) отметьте ряд, для которого строится линия тренда, и выберите тип аппроксимации (вкладка **Тип**), а также установите параметры линии тренда (вкладка **Параметры**), нажмите кнопку **ОК**.

### Примечание

Следует помнить, что при добавлении линии тренда к ряду данных она с этим рядом связывается. Любые изменения значений точек ряда данных автоматически отражаются на линии тренда — происходит ее пересчет. Если ряд данных удаляется, то удаляется также и линия тренда.

Если тип диаграммы для ряда данных заменяется другим, который не входит в перечень допустимых (диаграмма с областями, график, гистограмма, линейчатая или точечная диаграмма), то линия тренда удаляется.

На основе изложенного сформулируем *алгоритм поиска подходящего уравнения регрессии*.

1. Разместить на рабочем листе наблюдаемые величины:  $x$ ,  $y$ .
2. Построить график функции  $y = f(x)$  для этих наблюдаемых величин.
3. Построить несколько линий тренда для исходных значений (выделить на диаграмме диапазон данных и выполнить команду меню **Диаграмма | Добавить линию тренда**, либо воспользоваться соответствующей командой контекстного меню).
4. Задать прогнозирование и определить историю данных (т. е. продлить линии тренда за исходную область данных).
5. Сделать вывод о выборе того или иного типа аппроксимации.
6. Выписать аппроксимирующее уравнение линии, выделив коэффициенты.

### Замечание

Часто для аппроксимации произвольной выборки и разброса данных подходит полиномиальное уравнение той или иной степени. Однако при прогнозировании уравнениями таких линий следует иметь в виду, что возможны большие ошибки в прогнозах и истории данных. В таких случаях, если находится другая функция с близким коэффициентом корреляции, следует иметь в виду ее уравнение регрессии.

## ПРИМЕР

Имеются две наблюдаемые величины  $x$  и  $y$ , например, объемы потребления какого-то вида продукции за последние несколько месяцев ( $x$  — месяц,  $y$  — объем потребления). Необходимо найти математическую модель, наилучшим образом описывающую наблюдаемые значения.

### Решение

Для выполнения задания:

1. Постройте линии тренда для имеющихся данных (рис. 5.17).
2. Задайте прогнозирование и определение истории данных (рис. 5.18).



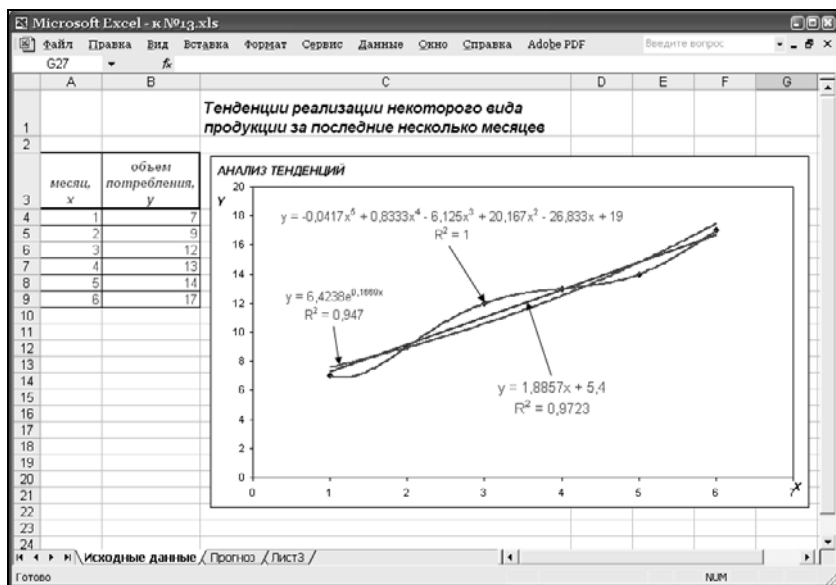


Рис. 5.17. Линии тренда

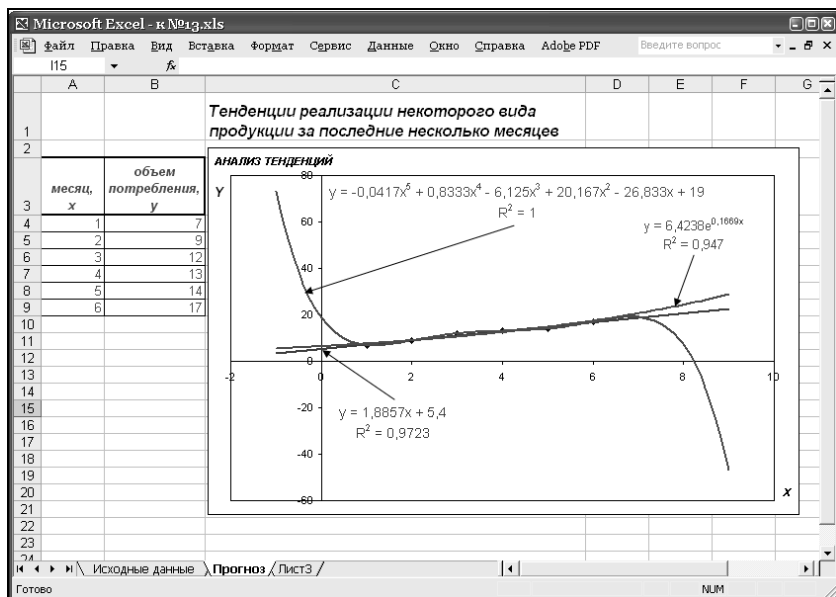


Рис. 5.18. Прогнозирование и история данных на линиях тренда

## 3. Сделайте вывод о подходящей математической модели:

Исходя из результатов расчета, для описания данных наблюдаемых величин наиболее достоверной представляется линейная модель:

$$y = 1,8857x + 5,4;$$

$$R^2 = 0,9723.$$

## Задания к разделу "Анализ тенденций. Построение уравнения регрессии"

**Задание 1.** По наблюдаемым значениям величин  $x$  и  $y$  ( $x$  — неделя,  $y$  — объем реализации) найти математическую модель, наилучшим образом описывающую изменение объемов реализации некоторого вида товара за последние несколько недель:

1.

|     |     |     |     |     |     |     |    |    |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| $x$ | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7  | 8  |
| $y$ | 145 | 135 | 130 | 128 | 128 | 100 | 95 | 85 |

2.

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| $y$ | 13 | 19 | 26 | 30 | 37 | 44 | 49 | 55 |

3.

|     |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |    |    |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6  | 7   | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| $y$ | 145 | 111 | 135 | 130 | 122 | 98 | 100 | 85 | 90 | 79 | 15 | 68 |

4.

|     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| $y$ | 9 | 16 | 20 | 27 | 34 | 39 | 44 | 52 | 58 | 64 |

5.

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| $y$ | 12 | 35 | 23 | 65 | 34 | 67 | 24 | 34 | 87 | 90 |

6.

|     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| $y$ | 7 | 17 | 19 | 28 | 35 | 42 | 41 | 52 | 57 |

7.

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| $y$ | 12 | 21 | 30 | 36 | 44 | 54 | 61 | 70 | 78 |

8.

|     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1  | 2  | 3   | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| $y$ | 98 | 54 | 108 | 65 | 54 | 63 | 87 | 90 | 92 | 78 |

9.

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| $y$ | 12 | 17 | 23 | 30 | 35 | 40 | 48 | 54 | 59 | 65 | 72 |

10.

|     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $x$ | 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| $y$ | 76 | 134 | 155 | 167 | 153 | 152 | 148 | 130 | 148 | 178 |

11.

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| $y$ | 10 | 18 | 22 | 28 | 34 | 39 | 46 | 51 | 54 |

12.

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $x$ | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| $y$ | 87 | 80 | 75 | 80 | 70 | 65 | 68 | 62 | 57 | 54 |

**Задание 2.** Найти параметры математической модели для задания 1, используя функции рабочего листа.

## Элементы картографирования

При решении различных задач приходится сталкиваться с подготовкой разнообразных отчетов, прайс-листов и другой документации, включающей в себя сводки по некоторым странам и регионам. В таких случаях соответствующие данные нагляднее представлять в виде диаграмм, помещенных на географической карте.

### Примечание

К сожалению, из версии MS Excel XP (2002) и старших редактор карт Microsoft Map исключен. Вместо него фирмой предлагается

самостоятельный офисный продукт Map Point. Вместе с тем, если на компьютере были установлены более ранние (чем 2002) версии MS Office, с редактором Microsoft Map работать оказывается возможным. Все дальнейшее изложение в этом разделе основано на свойствах редактора карт Microsoft Map из версии MS Excel 2000.

В MS Excel существует возможность использования географических карт в следующих видах: для простого представления стран, регионов и для различного анализа данных. С помощью карт можно осуществлять, например, представление:

- ☐ распределения продаж по регионам;
- ☐ распределения дохода от реализации продукции по различным категориям покупателей;
- ☐ изменений по местам обитания численности животного мира;
- ☐ региональных изменений экологии и окружающей среды;
- ☐ миграции населения;
- ☐ изменения курса валют и т. д.

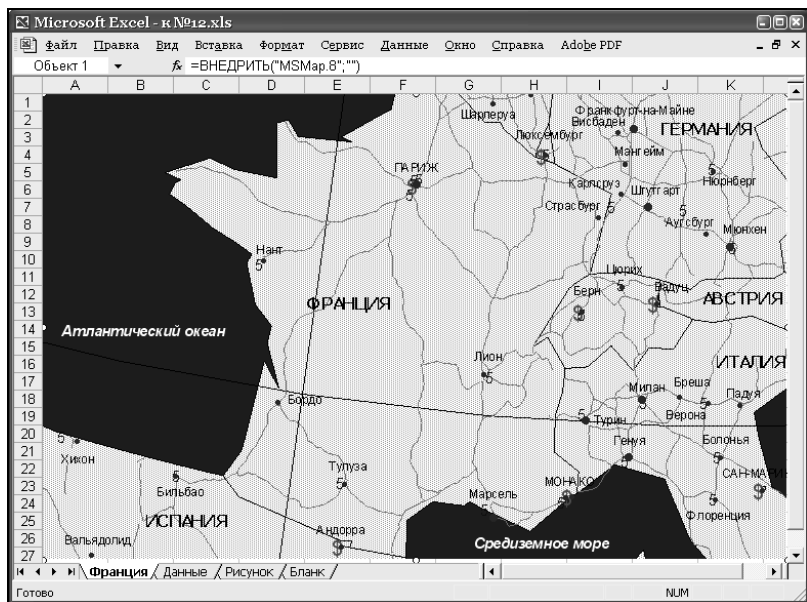


Рис. 5.19. Фрагмент географической карты Европы

К MS Excel прилагаются следующие карты: Австралия, Канада, Европа, Мексика, Северная Америка, Южная Африка, Стандартные регионы Соединенного Королевства, США с Аляской и Гавайями, США, Общая карта мира.

В качестве примера карты, размещаемой на рабочем листе MS Excel, на рис. 5.19 приведен фрагмент географической карты Европы.

## Создание карты данных

Для создания карты данных:

1. Организуйте и расположите данные в вертикальных столбцах.

### Внимание!

У вас может быть несколько столбцов данных, но крайний левый (*название региона*) должен быть узнаваем как географический идентификатор (название страны или штата либо соответствующая аббревиатура названий, почтовые коды и т. д.).

2. Выделите подготовленные данные и с помощью мастера карт **Мар (Вставка | Объект | Microsoft Map)** либо нажав кнопку **Карта**  создайте нужную карту (используя окно **Оформление карты**).
3. Отмасштабируйте и отформатируйте карту, дополните ее необходимыми элементами (например, подписями, флажками, дорогами, городами и т. д.).

### Совет

Карту можно превратить в шаблон, если в дальнейшем есть необходимость использования других карт того же типа и формата.

Возможность менять тип создаваемой карты, выбирать столбец для анализа данных, строить диаграммы данных предоставляет панель оформления (рис. 5.20). Чтобы появилась кнопка **Панель оформления**, карта должна содержать хотя бы один столбец данных. Круговая или линейчатая диаграммы требуют наличия нескольких столбцов данных (но не более 8 столбцов). *Изменение данных* можно осуществлять и уже на готовой карте данных.

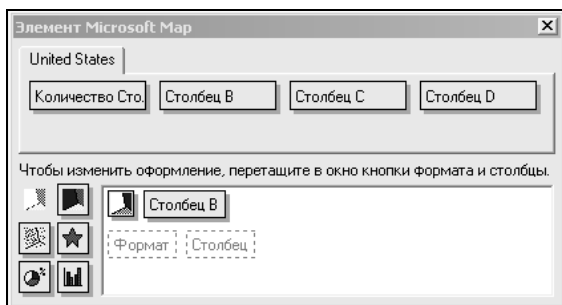


Рис. 5.20. Панель оформления в редакторе Map

Пример подготовленной карты данных, построенной на сведениях о доходах служащих в сфере обслуживания за последние 3 года для некоторых европейских стран, представлен на рис. 5.21.

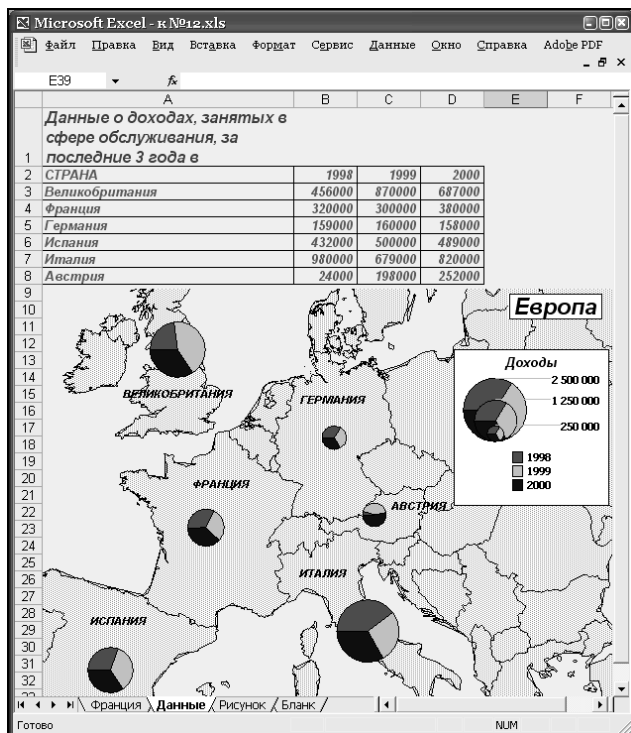


Рис. 5.21. Рабочий лист с данными и подготовленной картой

## **Задания к разделу "Элементы картографирования"**

1. Известны сведения о переписи населения за 1970, 1980, 1990 и 2000 годы. Представить эти данные на карте Европы различными способами. Создать шаблон карты.
2. Известны сведения о миграции птиц в США за последние 4 года. Представить эти данные на соответствующей карте (взять несколько штатов США) различными способами. Создать шаблон карты.
3. Известны данные о курсе ценных бумаг за последнюю неделю на биржах Японии. Представить эти данные на соответствующей карте различными способами. Создать шаблон карты.
4. Известны сведения о жизненном уровне населения Беларуси, Украины и России за период с 1990 по 1995 годы. Представить эти данные на карте различными способами. Создать шаблон карты.
5. Известны сведения о доходах служащих различных отраслей промышленности стран Западной Европы за 2000 год. Представить эти данные на карте различными способами. Создать шаблон карты.
6. Известны сведения о спросе на конкретные товары в странах Южной Америки в январе 2001 года. Представить эти данные на карте различными способами. Создать шаблон карты.
7. Известны сведения о доходах различных категорий населения стран Западной Европы за последние 5 лет. Представить эти данные на карте различными способами. Создать шаблон карты.
8. Известны сведения о загазованности крупных городов Европы за последние 3 года. Представить эти данные на карте различными способами. Создать шаблон карты.
9. Известны сведения о среднем возрасте и продолжительности жизни населения следующих стран: Россия, Казахстан, Беларусь, Украина за последние 50 лет. Представить эти данные на карте различными способами. Создать шаблон карты.

10. Известны сведения о капиталовложениях в некоторую отрасль различных стран Западной Европы за последние 3 года. Представить эти данные на карте различными способами. Создать шаблон карты.
11. Известны сведения о числе дней с осадками за последние 2 года для Беларуси, Украины и России. Представить эти данные на карте различными способами. Создать шаблон карты.
12. Известны сведения о численности населения стран Западной Европы, проводящего отпуск за границей за последние 5 лет. Представить эти данные на карте различными способами. Создать шаблон карты.

## Элементы графики

MS Excel позволяет придавать документам изысканный внешний вид. Рабочие листы могут содержать не только числа, но и дополнительные элементы, несущие информацию и улучшающие отчеты:

- ☐ линии, стрелки, эллипсы и т. д., а также целые рисунки, состоящие из этих объектов;
- ☐ текстовые поля, содержащие заголовки, выровненный текст и повернутый текст;
- ☐ внедренные диаграммы и текст из других приложений Windows;
- ☐ профессионально выполненную графику, иллюстрации и логотипы из графических приложений Windows, а также сканированные картинки и рисунки;
- ☐ текст со специальными эффектами;
- ☐ макросы, связанные с графическими объектами и запускаемые при выборе объекта.

Работу с графикой в MS Excel можно осуществлять с помощью кнопок панели инструментов **Рисование**, либо используя команды меню **Вставка** | **Рисунок**.



При работе с графикой нужно руководствоваться следующими рекомендациями:

- ❑ Помните, что отчет или форма с рисунками в качестве фона воспринимается гораздо лучше. Для использования графики в качестве фона рабочего места следует выбрать команду **Формат | Лист | Подложка** и указать нужный графический файл. Чтобы удалить фон, выполните команду **Формат | Лист | Удалить фон**.
- ❑ Многие графические элементы создаются с помощью панели инструментов **Рисование**. Отдельные элементы графики можно собрать в "цельное" изображение — выделите все объекты, которые будут входить в изображение, нажав кнопку со стрелкой на панели инструментов **Рисование**, и выберите команду **Действия | Группировать**.
- ❑ Каждый рабочий лист содержит 3 основных слоя:
  - первый включает ячейки и их содержимое;
  - второй располагается поверх первого и содержит геометрические объекты;
  - третий лежит под первым и, так же как второй, включает объекты, например рисунок фона.

Созданный объект по умолчанию размещается во втором слое, однако при необходимости его можно переместить в любой другой слой. Кроме этого можно создавать и дополнительный слой.

При рисовании следует определить размещение объектов относительно друг друга, а также указать, в каких слоях лежит каждая из фигур:

- для выравнивания и распределения объектов следует выполнить команду **Действия | Выровнять/Распределить**;
  - для размещения объектов на заднем или переднем плане — команду **Действия | Порядок** панели инструментов **Рисование**.
- ❑ Любой объект можно переместить, изменить его размер (осуществляется левой кнопкой мыши), а также поместить поверх

или позади некоторой фигуры (использованием соответствующих команд контекстного меню выбранного объекта). Эти операции производятся либо над отдельными фигурами, либо над группой объектов.

### Внимание!

Результат действий не всегда совпадает с ожидаемым — в этом случае воспользуйтесь командой **Правка | Отменить**.

- ❑ При рисовании не следует загромождать рабочий лист, на котором проводятся расчеты. Создайте новый лист и постройте изображение, используя панель инструментов **Рисование**. Затем скопируйте рисунок в буфер и вставьте в нужное место.
- ❑ Если на рабочем листе имеются невидимые объекты (например, прозрачная фигура), или объект затерялся среди других фигур, следует воспользоваться инструментом **Выбор объекта** (кнопка со стрелкой на панели инструментов **Рисование**) — появятся маркеры изменения размеров фигур, с помощью которых легко найти нужную.

Бланк для студента некоторого университета, например, может выглядеть так, как изображено на рис. 5.22.

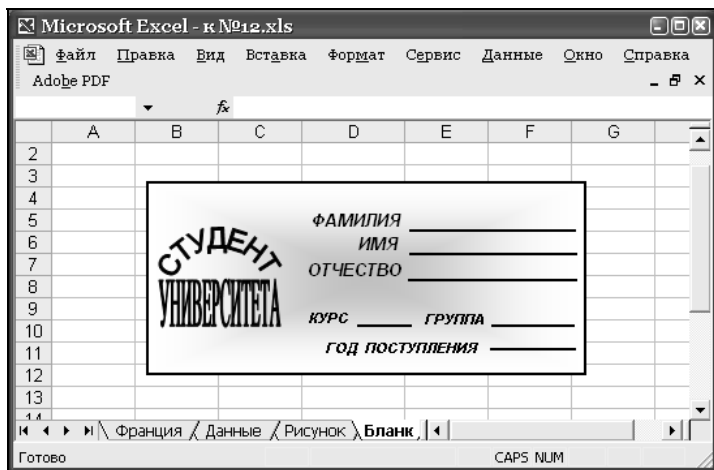


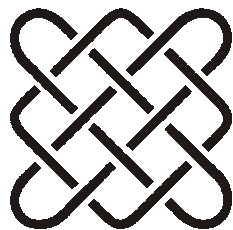
Рис. 5.22. Пример бланка, подготовленного средствами MS Excel

## **Задания к разделу "Элементы графики"**

Создать по выбору одно из следующих графических изображений:

1. Поздравительная открытка.
2. Визитная карточка.
3. Отчетная ведомость.
4. Бланк на подписку газет и журналов.
5. Логотип фирмы.
6. Прайс-лист комплектующих деталей для компьютерной фирмы.
7. Платежное поручение.
8. Рекламный листок какого-либо товара.
9. Объявление.
10. Результаты спортивного тотализатора.
11. Реклама концерта, выступления, спортивных соревнований.
12. Информация об услугах.

## ГЛАВА 6



# Решение задач теории методов вычислений

С помощью MS Excel можно численно различными методами находить производные, интегралы, решать нелинейные алгебраические уравнения, обыкновенные дифференциальные уравнения, дифференциальные уравнения в частных производных и т. д.

## Численное решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка

Многие научные и технические задачи приводят к решению дифференциальных уравнений. В большинстве случаев дифференциальные уравнения, которые можно проинтегрировать известными методами, встречаются редко. В связи с этим особое значение имеют приближенные методы решения дифференциальных уравнений. К известным методам относятся метод Эйлера и метод Рунге — Кутты.

## Математическая постановка задачи

Дано дифференциальное уравнение первого порядка вида:

$$\dot{y} = f(x, y),$$

удовлетворяющее начальному условию:

$$y(x_0) = y_0.$$

Необходимо найти решение дифференциального уравнения, удовлетворяющее заданному начальному условию, на отрезке  $[x_0, x_1]$ .

*Метод Эйлера* для задачи Коши обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка заключается в том, что решение уравнения вычисляется по следующей рекуррентной формуле:

$$y_{k+1} = y_k + h \cdot f(x_k, y_k),$$

где:

$$x_k = x_0 + h \cdot k, \quad x_0 = 0, \quad k = \overline{1, N-1}.$$

В *методе Рунге — Кутты* 4-го порядка решение задачи Коши обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка задается рекуррентной формулой вида:

$$y_{k+1} = y_k + (m_1 + 2m_2 + 2m_3 + m_4) \frac{h}{6},$$

где:

$$m_1 = f(x_k, y_k),$$

$$m_2 = f\left(x_k + \frac{h}{2}, y_k + m_1 \frac{h}{2}\right),$$

$$m_3 = f\left(x_k + \frac{h}{2}, y_k + m_2 \frac{h}{2}\right),$$

$$m_4 = f\left(x_k + h, y_k + m_3 h\right), \quad k = \overline{0, N-1}.$$

## ПРИМЕР

Найти точное и численное решение дифференциального уравнения:

$$\dot{y} = 2y + e^x - x,$$

удовлетворяющее начальному условию:

$$y(0) = 0,25.$$

Провести сравнительный графический анализ решений дифференциального уравнения на отрезке  $[0, T]$ , где  $T$  может принимать любые значения, полученные непосредственным интегрированием и с помощью методов Эйлера и Рунге — Кутта.

### Решение

Заданное уравнение является линейным неоднородным уравнением первого порядка. Точное решение задачи Коши для этого уравнения имеет вид:

$$y(x) = e^{2x} - e^x - x.$$

Для получения числовых значений на отрезке  $[0, T]$  необходимо подставить в последнее соотношение значения  $x$  с шагом  $h = T/N$ , где  $N$  — число точек на отрезке  $[0, T]$ .

С помощью пакета MS Excel можно легко реализовать алгоритмы численного решения дифференциального уравнения и построить графики для точного и приближенных решений дифференциального уравнения.

Формулы для вычислений, используемые при решении заданного дифференциального уравнения, приведены в табл. 6.1. На рабочих листах решение можно оформить по образцам, приведенным на рис. 6.1 и 6.2.

**Таблица 6.1.** Формулы для вычислений, используемые при решении дифференциального уравнения

| Введенные формулы для вычислений   | Ячейка     | Формула                                                   |
|------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------|
| Величина шага                      | <b>E14</b> | $= (\$E\$10 - \$E\$8) / \$E\$12$                          |
| Точное решение уравнения           | <b>F4</b>  | $= \text{EXP}(2 * H4) - \text{EXP}(H4) + H4 / 2 + \$F\$3$ |
| Решение уравнения по методу Эйлера | <b>G4</b>  | $= G3 + \$E\$14 * (2 * G3 + \text{EXP}(H4) - H4)$         |
| Значение переменной $x$            | <b>H4</b>  | $= \$H3 + \$E\$14$                                        |

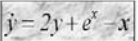
Таблица 6.1 (окончание)

| Введенные формулы для вычислений              |      | Ячейка    | Формула                                                                    |
|-----------------------------------------------|------|-----------|----------------------------------------------------------------------------|
| Расчет коэффициентов для метода Рунге — Кутта | $m1$ | <b>I4</b> | $=2 * M3 + EXP (H4) - H4$                                                  |
|                                               | $m2$ | <b>J4</b> | $=2 * (M3 + I4 * \$E\$14 / 2) + EXP (H4 + \$E\$14 / 2) - H4 - \$E\$14 / 2$ |
|                                               | $m3$ | <b>K4</b> | $=2 * (M3 + J4 * \$E\$14 / 2) + EXP (H4 + \$E\$14 / 2) - H4 - \$E\$14 / 2$ |
|                                               | $m4$ | <b>L4</b> | $=2 * (M3 + K4 * \$E\$14) + EXP (H4 + \$E\$14) - H4 - \$E\$14$             |
| Метод Рунге — Кутта                           |      | <b>M4</b> | $=M3 + (I4 + 2 * J4 + 2 * K4 + L4) * \$E\$14 / 6$                          |

Microsoft Excel - к №04.xls

файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Служб. Справка Adobe PDF Введите вопрос

G4 =G3+\$E\$14\*(2\*G3+EXP(H4)-H4)

|    | A                                                                                 | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | Дифференциальное уравнение                                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 |                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Готово

NUM

Рис. 6.1. Численное решение дифференциального уравнения

## ПРИМЕР

Решить уравнение:

$$y \operatorname{ctg} x + y = 2, \quad y(0) = -1.$$

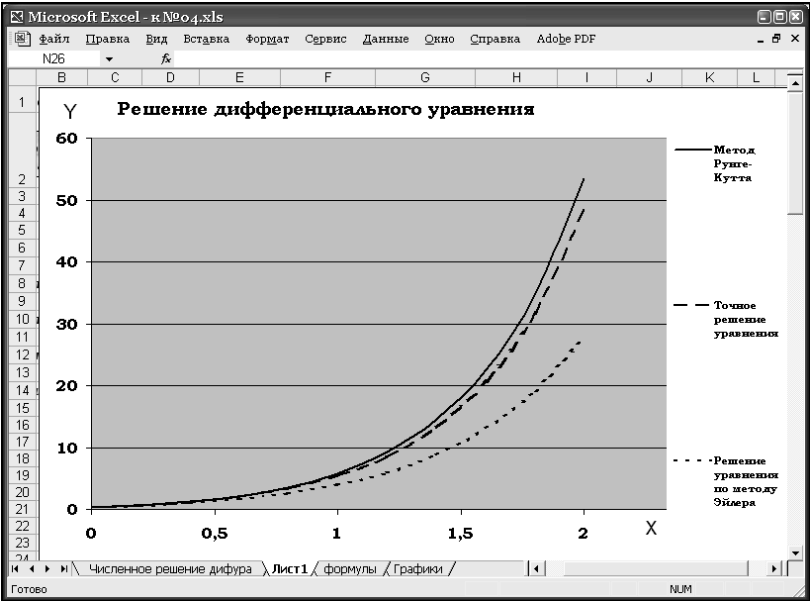


Рис. 6.2. Графики для точного и приближенного решений дифференциального уравнения

**Решение**

Точное решение уравнения представимо в виде:

$$y = 2 - 3 \cos x.$$

Формулы для вычислений, используемые при решении заданного дифференциального уравнения, приведены в табл. 6.2. На рабочих листах решение можно оформить по образцам, приведенным на рис. 6.3 и 6.4.

**Таблица 6.2.** Формулы для вычислений, используемые при решении дифференциального уравнения

| Формулы для вычислений   | Ячейка | Формула             |
|--------------------------|--------|---------------------|
| Величина шага            | F15    | =(F\$11-F\$9)/F\$13 |
| Точное решение уравнения | H6     | =2-3*COS(J6)        |



Таблица 6.2 (окончание)

| Формулы для вычислений             | Ячейка | Формула                                                  |
|------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------|
| Решение уравнения по методу Эйлера | I6     | = \$I5 + \$F\$15 * TAN (\$J6) * (2 - \$I5)               |
| Значение переменной x              | J6     | = \$J5 + \$F\$15                                         |
| m1                                 | K6     | = (2 - \$O5) * TAN (\$J5)                                |
| m2                                 | L6     | = TAN (\$J5 + \$F\$15/2) * (2 - \$O5 + \$K6 * \$F\$15/2) |
| m3                                 | M6     | = TAN (\$J5 + \$F\$15/2) * (2 - \$O5 + \$L6 * \$F\$15/2) |
| m4                                 | N6     | = TAN (\$J5 + \$F\$15/2) * (2 - \$O5 + \$M6 * \$F\$15)   |
| Метод Рунге — Кутта                | O6     | = \$O5 + (\$K6 + 2 * \$L6 + 2 * \$M6 + \$N6) * \$F\$15/6 |

Microsoft Excel - к №04-1.xls

Ф15      F5 = (\$F\$11-\$F\$9)/\$F\$13

|    |                                 | Точное решение уравнения | Решение уравнения по методу Эйлера | Значение переменной X | Расчет коэффициентов для метода Рунге-Кутты |        |        |        | Метод Рунге-Кутты |
|----|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|--------|--------|--------|-------------------|
|    |                                 |                          |                                    |                       | m1                                          | m2     | m3     | m4     |                   |
| 2  | Дифференциальное уравнение      |                          |                                    |                       |                                             |        |        |        |                   |
| 3  | $Y' \text{ctg} X + Y = 2$       |                          |                                    |                       |                                             |        |        |        |                   |
| 4  |                                 |                          |                                    |                       |                                             |        |        |        |                   |
| 5  |                                 |                          |                                    |                       |                                             |        |        |        |                   |
| 6  |                                 |                          |                                    |                       |                                             |        |        |        |                   |
| 7  | Начальное значение              | -1                       | -1                                 | 0                     | 0,1                                         | 0      | 0,1601 | 0,161  | 0,16              |
| 8  |                                 |                          |                                    |                       | 0,2                                         | 0,2997 | 0,4538 | 0,455  | 0,46              |
| 9  | Значение первой границы отрезка | 0                        | 0                                  |                       | 0,3                                         | 0,5969 | 0,7596 | 0,762  | 0,77              |
| 10 |                                 |                          |                                    |                       | 0,4                                         | 0,8881 | 1,0642 | 1,067  | 1,09              |
| 11 | Значение второй границы отрезка | 1                        | 1                                  |                       | 0,5                                         | 1,1699 | 1,3649 | 1,37   | 1,4               |
| 12 |                                 |                          |                                    |                       | 0,6                                         | 1,4384 | 1,6604 | 1,665  | 1,72              |
| 13 | Число точек отрезка             | 10                       | 10                                 |                       | 0,7                                         | 1,6096 | 1,9417 | 1,951  | 2,03              |
| 14 |                                 |                          |                                    |                       | 0,8                                         | 1,9187 | 2,2115 | 2,225  | 2,33              |
| 15 | Величина шага                   | 0,1                      | 0,1                                |                       | 0,9                                         | 2,1203 | 2,4648 | 2,484  | 2,63              |
| 16 |                                 |                          |                                    |                       | 1                                           | 2,2874 | 2,6983 | 2,727  | 2,92              |
| 17 |                                 |                          |                                    |                       | 1,1                                         | 2,4102 | 2,908  | 2,951  | 3,21              |
| 18 |                                 |                          |                                    |                       | 1,2                                         | 2,4727 | 3,0085 | 3,157  | 3,52              |
| 19 |                                 |                          |                                    |                       | 1,3                                         | 2,4449 | 3,2285 | 3,346  | 3,87              |
| 20 |                                 |                          |                                    |                       | 1,4                                         | 2,2554 | 3,292  | 3,523  | 4,36              |
| 21 |                                 |                          |                                    |                       | 1,5                                         | 1,674  | 3,0681 | 3,642  | 5,30              |
| 22 |                                 |                          |                                    |                       | 1,6                                         | -0,74  | 4,304  | -12,87 | 64,4              |
| 23 |                                 |                          |                                    |                       | 1,7                                         | -54,97 | 14,398 | -29,3  | 16,7              |
| 24 |                                 |                          |                                    |                       | 1,8                                         | -21,09 | -9,308 | -12,56 | -0,2              |
| 25 |                                 |                          |                                    |                       | 1,9                                         | -16,96 | -10,05 | -11,91 | -9,65             |
| 26 |                                 |                          |                                    |                       | 2                                           | -15,1  | -11,05 | -11,56 | -10               |
| 27 |                                 |                          |                                    |                       | 2,1                                         | -13,84 | -10,86 | -11,14 | -10               |
| 28 |                                 |                          |                                    |                       | 2,2                                         | -12,76 | -10,44 | -10,62 | -9,79             |
| 29 |                                 |                          |                                    |                       | 2,3                                         | -11,74 | -9,854 | -9,97  | -9,36             |
| 30 |                                 |                          |                                    |                       | 2,4                                         | -10,89 | -9,132 | -9,211 | -8,74             |
| 31 |                                 |                          |                                    |                       | 2,5                                         | -9,609 | -8,208 | -8,343 | -7,99             |
| 32 |                                 |                          |                                    |                       | 2,6                                         | -8,469 | -7,333 | -7,371 | -7,12             |
| 33 |                                 |                          |                                    |                       | 2,7                                         | -7,272 | -6,277 | -6,304 | -6,13             |
| 34 |                                 |                          |                                    |                       |                                             |        |        |        |                   |

Решение / Диаграмма1 / Лист 2 / Лист3

Рис. 6.3. Численное решение дифференциального уравнения

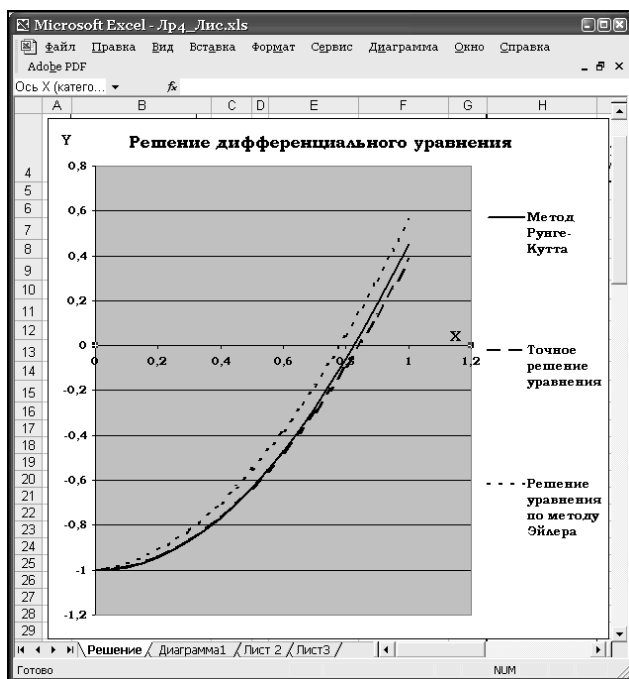


Рис. 6.4. Графики для точного и приближенного решений дифференциального уравнения

## Задания на численное решение задачи Коши

**Задание 1.** Получить точное и приближенные (метод Эйлера, метод Рунге — Кутта) решения следующих дифференциальных уравнений:

1.  $(x^2 - 1)y' + 2xy^2 = 0; y(0) = 1;$

2.  $y' \operatorname{ctg} x + y = 2, y(0) = -1;$

3.  $y' = 3\sqrt[3]{y^2}, y(2) = 0;$

4.  $xy' + y = y^2, y(1) = 0, 5.$

Построить графики.

**Задание 2.** Приняв  $h = 0,1$ , методом Эйлера решить задачу Коши для каждого из уравнений. Построить графики:

1.  $y' = y + 3x$ ,  $y(0) = -1$ ,  $x \in [0; 5]$ ;
2.  $y' = x - 2y$ ,  $y(0) = 0$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
3.  $y' = 2x - y$ ,  $y(0) = 2$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
4.  $y' = x + y^2$ ,  $y(0) = 1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
5.  $y' = x^2 + y^2$ ,  $y(0) = 1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
6.  $y' = x + 2y^2$ ,  $y(0) = 0$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
7.  $y'x - x^2 - y = 0$ ,  $y(1) = 2$ ,  $x \in [1; 2]$ ;
8.  $y' = x^2y + x^3$ ,  $y(0) = 1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
9.  $y' - \frac{xy}{x^2 + 1} = x$ ,  $y(0) = 1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
10.  $y' - \frac{2x}{1 + x^2}y = 1 + x^2$ ,  $y(0) = 1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
11.  $y' - \frac{y}{x-1}y = \frac{y^2}{x-1}$ ,  $y(0) = 1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
12.  $y'(y^2 + x) = y$ ,  $y(1) = 1$ ,  $x \in [1; 2]$ .

**Задание 3.** Приняв  $h = 0,1$ , методом Рунге — Кутта решить задачу Коши для каждого из уравнений. Построить графики:

1.  $y' = y + x$ ,  $y(0) = 1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
2.  $y' = x - y$ ,  $y(0) = -1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
3.  $y' = 2x - y$ ,  $y(0) = 1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
4.  $y' = x - y + 2$ ,  $y(1) = 0$ ,  $x \in [1; 2]$ ;
5.  $y' = x - y + 2$ ,  $y(0) = 2$ ,  $x \in [0; 1]$ ;

6.  $y' = x^2 - y$ ,  $y(0) = 2$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
7.  $y' = x^2 + y$ ,  $y(0) = -4$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
8.  $y' = x^3 + y$ ,  $y(0) = -6$ ,  $x \in [0; 1]$ .
9.  $y' = x^3 - y$ ,  $y(1) = 0$ ,  $x \in [1; 2]$ ;
10.  $y' = x + y^2$ ,  $y(1) = 0$ ,  $x \in [1; 2]$ ;
11.  $y' = x^2 - y^2$ ,  $y(0) = 1$ ,  $x \in [0; 1]$ ;
12.  $y' = x^2 + y^2$ ,  $y(0) = -1$ ,  $x \in [0; 1]$ .

## Нахождение корней уравнения

Разнообразные проблемы механики, физики, техники сводятся к вопросу о нахождении корней многочлена, причем иногда достаточно высоких степеней. Точные решения известны для квадратных уравнений, кубических (формула Кардано) и уравнений 4-й степени (метод Феррари). Для уравнений выше 5-й степени не существует формул для выражения корней многочлена (Абель). Однако в технических приложениях обычно достаточно знать лишь приближенные значения корней с некоторой заранее заданной точностью.

В общем виде уравнение  $n$ -й степени выглядит следующим образом:

$$f(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_{n-1} x + a_n = 0,$$

где  $n$  — некоторое положительное число,  $a_0, \dots, a_n$  — произвольные комплексные числа, причем старший коэффициент  $a_0$  должен быть не равен нулю.

Выражение  $f(x)$  называется *многочленом (полиномом)  $n$ -й степени от неизвестного  $x$* .

Если при некотором  $x = x_0$  выполняется равенство  $f(x) = 0$ , то  $x_0$  называется *корнем многочлена  $f(x)$* .

Основная теорема алгебры комплексных чисел состоит в том, что всякий многочлен с любыми числовыми коэффициентами, степень которого не меньше 1, имеет хотя бы один корень, в общем случае комплексный. Эта теорема, однако, не дает конкретных методов для отыскания корней уравнения  $n$ -й степени. В общем случае используются разнообразные приближенные методы вычисления таких корней.

## Рекомендации по отысканию действительных корней многочленов с действительными коэффициентами

Приведем некоторые рекомендации по отысканию действительных корней многочленов с действительными коэффициентами:

- действительными корнями многочлена будут абсциссы точек пересечения его графика с осью  $X$  и только они;
- число *положительных* корней многочлена (считаемых с их кратностями) равно числу перемен знаков в системе коэффициентов этого многочлена (коэффициенты, равные нулю, не учитываются) или меньше этого числа на четное число;
- число *отрицательных* корней многочлена (считаемых с их кратностями) равно числу сохранения знаков в системе коэффициентов этого многочлена или меньше этого числа на четное число (теоремы Декарта и Бюдана — Фурье).

## Методы определения верхней границы положительных корней

### Для многочлена с любыми числовыми коэффициентами

Для многочлена  $f(x)$  с любыми числовыми коэффициентами число  $1 + \frac{A}{|a_0|}$  служит верхней границей для модулей всех его корней (действительных и комплексных).

Пусть дан многочлен  $f(x)$  степени  $n$  и пусть  $N_0$  — верхняя граница его положительных корней. Рассмотрим многочлены:

$$\begin{aligned}\varphi_1(x) &= x^n f\left(\frac{1}{x}\right), \\ \varphi_2(x) &= f(-x), \\ \varphi_3(x) &= x^n f\left(-\frac{1}{x}\right),\end{aligned}$$

и найдем верхние границы их положительных корней — пусть это будут, соответственно, величины  $N_1, N_2, N_3$ . Тогда все положительные корни многочлена  $f(x)$  удовлетворяют неравенствам

$$\frac{1}{N_1} < x < N_0, \quad \text{а все отрицательные корни — неравенствам} \\ -N_2 < x < -\frac{1}{N_3}.$$

### Для многочлена с действительными коэффициентами

Верхняя граница положительных корней многочлена с *действительными коэффициентами* (причем  $a_0 > 0$ ) определяется числом

$$1 + \sqrt[k]{\frac{B}{a_0}}, \quad \text{где } a_k, k \geq 1 \text{ — первый из отрицательных коэффициен-}$$

тов (если таких коэффициентов нет, многочлен не имеет положительных корней),  $B$  — наибольшая из абсолютных величин отрицательных коэффициентов.

### Рекомендации по отысканию корней уравнений с помощью MS Excel

Удобным средством отыскания корней уравнений произвольной степени является MS Excel. Решение задачи предполагает следующие шаги:

1. Произвести табулирование заданной функции на некотором интервале с целью выявления (локализации) корней уравнения

(перемена знака в значении функции). Иногда следует использовать табуляцию неоднократно для более точных оценок.

2. После локализации корней установить предельное число итераций и погрешность для вычисления корней (выполнить команду **Сервис | Параметры** и установить необходимые опции).
3. Осуществить непосредственное вычисление корней уравнения с использованием средства **Подбор параметра** (выполнить команду **Сервис | Подбор параметра**).
4. Построить для наглядности график исследуемой функции.

## ПРИМЕР

Найти все корни уравнения:

$$x^5 + 2x^4 + 5x^3 + 8x^2 - 7x - 3 = 0.$$

## Решение

Учитывая приведенные ранее рассуждения можно сделать вывод о том, что данный многочлен имеет 3 действительных корня, расположенных примерно между  $-4$  и  $4$ .

1. Выполните приближенное табулирование функции:

$$f(x) = x^5 + 2x^4 + 5x^3 + 8x^2 - 7x - 3$$

на отрезке  $[-10; 10]$ :

- в ячейки **A12:A32** введите аргумент функции — значения отрезка  $[-10; 10]$  с шагом 1;
- в ячейку **B12** внесите формулу:

$$=A12^5+2*A12^4+5*A12^3+8*A12^2-7*A12-3$$

и скопируйте ее значение на весь диапазон табулирования **B12:B32**;

- вычислите значения функции  $f(x)$  на этом диапазоне (рис. 6.5, столбец *a*). Определите по результатам вычисления, что значение функции  $f(x)$  меняет знак на отрезке  $[-3; 1]$ .

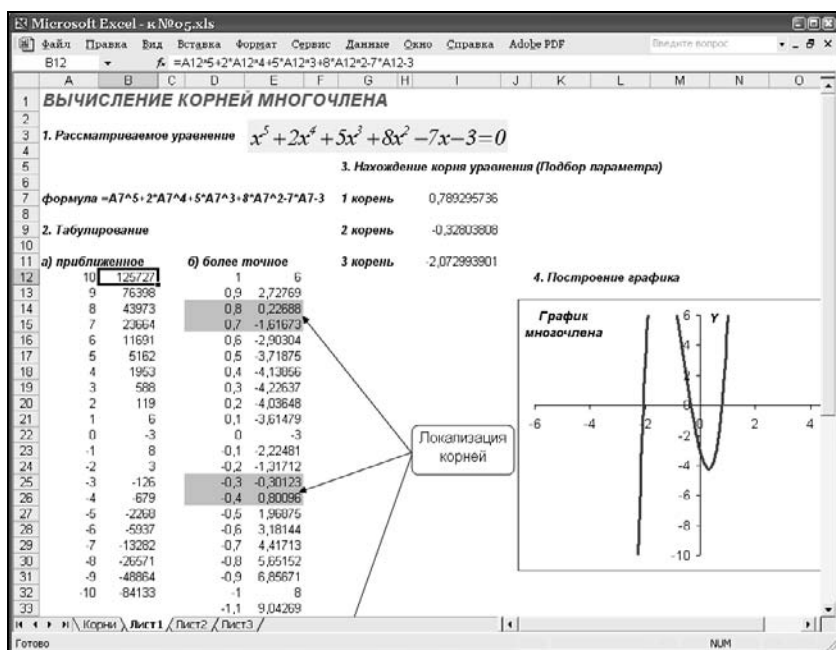


Рис. 6.5. Вычисление корней многочлена

2. Осуществите более точное табулирование функции на заданном отрезке:

- в ячейки **D12:D52** введите аргумент функции  $f(x)$  — значение отрезка  $[-3; 1]$  с шагом 0,1.
- в ячейку **E12** введите формулу, аналогичную формуле для ячейки **B12**, и скопируйте ее на весь диапазон значений аргумента функции:

$$=D12^5 + 2 \cdot D12^4 + 5 \cdot D12^3 + 8 \cdot D12^2 - 7 \cdot D12 - 3;$$

- Вычислите значение функции  $f(x)$  на этом диапазоне (см. рис. 6.5, столбец б) и постройте график для табулированной функции.

Результаты точного табулирования функции дают 3 изменения знака на отрезке  $[-3; 1]$ , что свидетельствует о наличии корней уравнения  $f(x) = 0$ .



3. С помощью средства **Подбор параметра** определите корни уравнения:

- для вычисления первого корня поместите указатель в ячейку **E14** (либо **E15**) и выполните команду **Сервис | Подбор параметра** (рис. 6.6). Получим первый корень уравнения:

$$x_1 = 0,789295735548989;$$

- аналогично вычислите оставшиеся два корня:

$$x_2 = -0,328038079539342;$$

$$x_3 = -2,07299390058983.$$

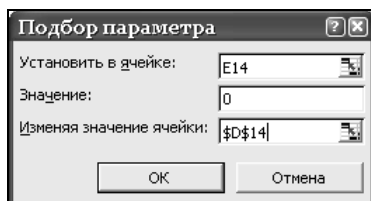


Рис. 6.6. Нахождение корня уравнения с использованием средства **Подбор параметра**

## Задания к разделу "Нахождение корней уравнения"

Найти все корни уравнения:

1.  $x^7 + 3x^5 - 4x^2 + 10 = 0;$

2.  $x^5 - 4x - 2 = 0;$

3.  $x^3 + 3x^2 - 3x - 14 = 0;$

4.  $x^3 - 19x - 30 = 0;$

5.  $x^4 + 3x^3 - x^2 - 4x - 3 = 0;$

6.  $3x^3 + 10x^2 + 2x - 3 = 0;$

7.  $x^3 - x^2 + 3x - 10 = 0;$

8.  $x^3 + 6x^2 - 9x - 14 = 0;$

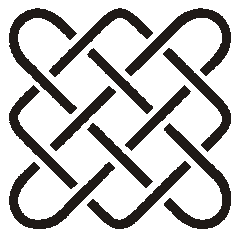
9.  $x^3 - 7x^2 + 7x + 15 = 0;$

10.  $x^3 + x^2 - 12x = 0;$

11.  $2x^5 - x^4 - 3x^3 + x - 3 = 0;$

12.  $x^5 - 60x^3 + 65x - 5 = 0.$

## ГЛАВА 7



# Решение задач оптимизации с помощью надстройки *Поиск решения*

Многие проблемы производства, проектирования, прогнозирования сводятся к широкому классу задач оптимизации, для решения которых применяются математические методы. Типовыми задачами такого плана являются, например, следующие:

- ☐ ассортимент продукции — максимизация выпуска товаров при ограничениях на сырье для производства этих товаров;
- ☐ штатное расписание — составление штатного расписания для достижения наилучших результатов при наименьших расходах;
- ☐ планирование перевозок — минимизация затрат на транспортировку товаров;
- ☐ составление смеси — достижение заданного качества смеси при наименьших расходах;
- ☐ размер емкости — определение размеров некоторой емкости с учетом стоимости материала для достижения максимального объема;
- ☐ случайные величины — различные задачи, в которые входят случайные величины;
- ☐ прочие разнообразные задачи оптимального распределения ресурсов и оптимального проектирования и т. д.

Задачу оптимизации в общем виде можно сформулировать следующим образом (табл. 7.1).

**Таблица 7.1.** Постановка задачи оптимизации в общем случае

| №<br>пп | Название                                         | Математическая запись                                                                                                                                                                                                                                               | Описание                                                                                                                                                                         |
|---------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | <b>Целевая функция</b><br>(критерий оптимизации) | $F = f(x_j) \rightarrow \max(\min, const)$<br>$j = \overline{1, n}$ .                                                                                                                                                                                               | Показывает, в каком смысле решение должно быть <i>оптимальным</i> , т. е. наилучшим. Возможны три вида целевой функции: максимизация, минимизация, назначение заданного значения |
| 2       | <b>Ограничения</b>                               | $g_i(x_j) \leq (=; \geq) b_i$ ,<br>$i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$ .<br><br>$x_j = \overline{1, k} \leq n$ — целые<br>(для задач целочисленного программирования);<br><br>$0 \leq x_j \leq 1, j = \overline{1, k}$ — для<br>задач с булевыми переменными | Устанавливают зависимости между переменными. Могут быть односторонними и двусторонними. При решении задач двустороннее ограничение записывается в виде двух односторонних        |
| 3       | <b>Граничные условия</b>                         | $d_j \leq x_j \leq D_j, j = \overline{1, n}$                                                                                                                                                                                                                        | Показывают, в каких пределах могут быть значения искомого переменных в оптимальном решении                                                                                       |

Решение задачи (пп. 1—3), удовлетворяющее всем ограничениям и граничным условиям, называется *допустимым*. Важная характеристика задачи оптимизации — ее *размерность*, которая определяется числом переменных  $n$  и числом ограничений  $m$ . При  $n < m$  задачи решения не имеют.

Необходимым требованием задач оптимизации является условие  $n > m$ . Систему уравнений, для которых  $n = m$  рассматривают как

задачу оптимизации, имеющую одно допустимое решение (ее можно решать как обычную задачу оптимизации, назначая в качестве целевой функции любую переменную).

Итак, задача имеет оптимальное решение, если она удовлетворяет двум требованиям:

- имеет более одного решения, т. е. существуют допустимые решения;
- имеется критерий, показывающий, в каком смысле принимаемое решение должно быть оптимальным, т. е. наилучшим из допустимых.

В MS Excel существует возможность с помощью надстройки **Поиск решения** найти решение, оптимальное в некотором смысле при нескольких входных значениях и наборе ограничений на решение. Диспетчер сценариев способен запомнить несколько решений, найденных данным средством и сгенерировать на этой основе отчет. С помощью надстройки **Поиск решения** можно решать как линейные задачи (задачи линейного, целочисленного и стохастического программирования), так и нелинейные (задачи нелинейного программирования).

## Надстройка Поиск решения

Надстройка **Поиск решения** запускается командой **Сервис | Поиск решения**. Если в меню **Сервис** отсутствует команда **Поиск решения**, следует воспользоваться командой **Сервис | Надстройки** и установить флажок **Поиск решения**. Вид диалогового окна **Поиск решения** приведен на рис. 7.1, а опции его настройки — в табл. 7.2.

**Таблица 7.2.** Опции окна **Поиск решения**

| Опции                            | Описание                                                                                     |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Установить целевую ячейку</b> | Указывается ячейка, содержащая целевую функцию (критерий оптимизации) рассматриваемой задачи |

Таблица 7.2 (окончание)

| Опции                   | Описание                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Равной</b>           | Следует выбрать из трех переключателей ( <b>максимальному значению</b> , <b>минимальному значению</b> , <b>значению</b> ) тот, который определяет тип взаимосвязи между решением и целевой ячейкой                                         |
| <b>Изменяя ячейки</b>   | Указываются ячейки, которые должны изменяться в процессе поиска решения задачи (т. е. ячейки, которые являются переменными задачи)                                                                                                         |
| <b>Ограничения</b>      | Отображаются ограничения, налагаемые на переменные задачи. Допускаются ограничения в виде равенств, неравенств, а также — требование целочисленности переменных. Ограничения добавляются по одному с помощью кнопки <b>Добавить</b>        |
| <b>Кнопка Параметры</b> | Позволяет изменять условия и варианты поиска решений исследуемой задачи, а также загружать и сохранять оптимизируемые модели. Значения и состояния элементов управления, используемые по умолчанию, подходят для решения большинства задач |

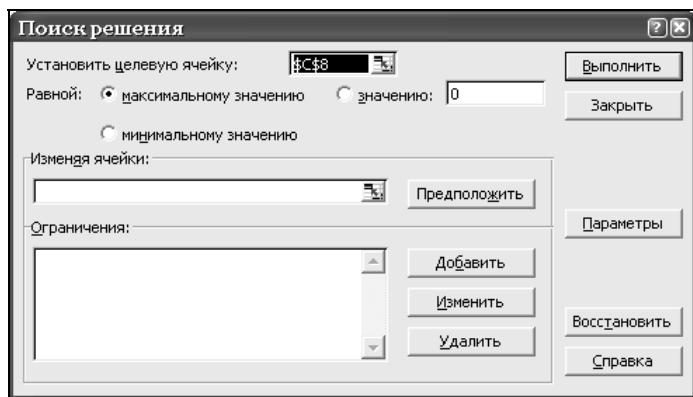


Рис. 7.1. Окно Поиск решения

При нажатии кнопки **Параметры** в окне **Поиск решения** открывается окно **Параметры поиска решения** (рис. 7.2), описание опций которого приведено в табл. 7.3.

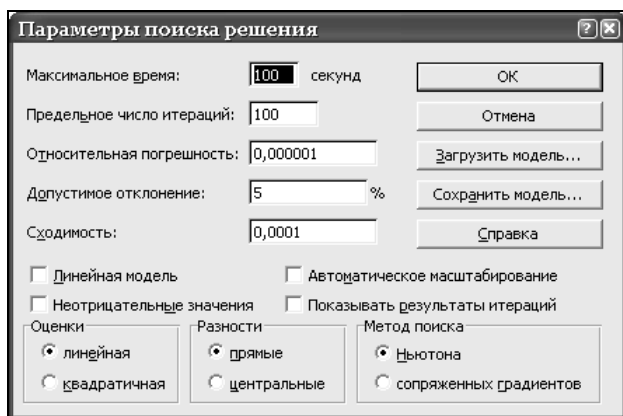


Рис. 7.2. Окно Параметры поиска решения

Таблица 7.3. Опции окна Параметры поиска решения

| Опции                            | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Максимальное время</b>        | Ограничивает время, отпускаемое на поиск решения задачи                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Предельное число итераций</b> | Ограничивает число промежуточных вычислений                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Относительная погрешность</b> | Определяют точность, с которой ищется решение                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Допустимое отклонение</b>     | <b>Рекомендация.</b> После нахождения решения с величинами данных параметров, заданными по умолчанию, повторите вычисления с большей точностью и меньшим допустимым отклонением и сравните с первоначальным решением. Использование данной проверки особенно рекомендуется для задач с требованием целочисленности переменных |
| <b>Линейная модель</b>           | Служит для поиска решения линейной задачи оптимизации или линейной аппроксимации нелинейной задачи. В случае нелинейной задачи флажок <b>Линейная модель</b> должен быть сброшен, в случае линейной задачи — установлен, т. к. иначе возможно получение неверного результата                                                  |

Таблица 7.3 (окончание)

| Опции                                 | Описание                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Показывать результаты итераций</b> | Для приостановки поиска решений и просмотра отдельных итераций                                                                                                                                                                     |
| <b>Автоматическое масштабирование</b> | Предназначен для включения автоматической нормализации входных и выходных значений, качественно различающихся по величине. Например, при максимизации прибыли в процентах по отношению к вложениям, исчисляемым в миллионах рублей |
| <b>Оценки</b>                         | Служит для выбора метода экстраполяции                                                                                                                                                                                             |
| <b>Разности</b>                       | Группа предназначена для выбора метода численного дифференцирования                                                                                                                                                                |
| <b>Метод поиска</b>                   | Служит для выбора алгоритма оптимизации                                                                                                                                                                                            |

Сохранение (загрузка) различных данных для поиска решения осуществляется, соответственно, с помощью кнопок **Сохранить модель** и **Загрузить модель** окна **Параметры поиска решения**.

## Рекомендации по решению задач оптимизации с помощью надстройки *Поиск решения*

### Построение математической модели задачи

Работа по решению некоторой оптимизационной задачи всегда начинается с построения математической модели, для чего необходимо ответить на следующие вопросы:

- ☐ каковы переменные модели (для определения каких величин строится модель)?



□ в чем состоит цель, для достижения которой из множества всех допустимых значений переменных выбираются оптимальные?

□ каким ограничениям должны удовлетворять неизвестные?

Стоит также учесть, что при конструировании модели формулировка ограничений является самой ответственной частью конструкции. В некоторых случаях ограничения очевидны, например, ограничение на количество сырья. Другие же ограничения могут быть менее очевидны и могут быть указаны неверно. Например:

□ в модели с несколькими периодами времени величина материального ресурса на начало следующего периода должна равняться величине этого ресурса на конец предыдущего периода;

□ в модели поставок величина запаса на начало периода плюс количество полученного должна равняться величине запаса на конец период плюс количество отправленного;

□ многие величины в модели по своему физическому смыслу не могут быть отрицательными, например, количество полученных единиц товара.

Таким образом, на данном этапе делаются выводы об исходных данных (детерминированные или случайные), искомым переменных (непрерывные или дискретные), о пределах, в которых могут находиться значения искомым величин, о зависимостях между переменными (линейные или нелинейные), о критериях, по которым необходимо находить оптимальное решение. Сюда же входит преодоление несовместности, а также неограниченности целевой функции: при максимизации целевой функции область допустимых решений должна быть ограничена сверху, при минимизации — ограничена снизу.

## Решение задачи с помощью надстройки *Поиск решения*

### Совет

Прежде всего подготовьте рабочий лист MS Excel — корректно разместите на нем все исходные данные, грамотно введите необ-

ходимые формулы для целевой функции и для других зависимостей, выберите место для значений переменных.

Правильно введите все ограничения, переменные, целевую функцию и другие значения в окно **Поиск решения**.

Большую часть задач оптимизации представляют собой задачи *линейного программирования*, т. е. такие, у которых критерий оптимизации и ограничения — линейные функции. В этом случае для решения задачи следует установить флажок **Линейная модель** в окне **Параметры поиска решения**. Это обеспечит применение симплекс-метода. В противном случае даже для решения линейной задачи будут использоваться более общие (т. е. более медленные) методы.

Поиск решения может работать также и с нелинейными зависимостями и ограничениями. Это, как правило, задачи нелинейного программирования или, например, решение системы нелинейных уравнений. Для успешной работы средства **Поиск решения** следует стремиться к тому, чтобы зависимости были гладкими или, по крайней мере, непрерывными. Наиболее часто разрывные зависимости возникают при использовании функции `ЕСЛИ()`, среди аргументов которой имеются переменные величины модели. Проблемы могут возникнуть также и при использовании в модели функций типа `ABS()`, `ОКРУГЛ()` и т. д.

Решая задачи с нелинейными зависимостями, следует:

- ☐ ввести предварительно предположительные значения искомых переменных (иногда легко получить графическое представление решения и сделать приблизительные выводы о решении);
- ☐ в окне **Параметры поиска решения** снять (если установлен) флажок **Линейная модель**.

Решая задачи целочисленного программирования, не следует забывать также о требованиях целочисленности и булевости.

## Анализ решения задачи оптимизации

При необходимости проводится анализ решения. Часто добавляют также представление решения в виде графиков или диаграмм. Можно получить и отчет о поиске решения. Отчеты бывают трех

типов: **Результаты**, **Устойчивость**, **Пределы**. Тип отчета выбирается по окончании поиска решения в окне **Результаты поиска решения** в списке **Тип отчета** (можно выбрать сразу два или три типа).

- ☐ Отчет типа **Результаты** содержит окончательные значения параметров задачи целевой функции и ограничений.
- ☐ Отчет типа **Устойчивость** показывает результаты малых изменений параметров поиска решения.
- ☐ Отчет типа **Пределы** показывает изменения решения при очередной максимизации и минимизации каждой переменной при неизменных других переменных.

## Линейная оптимизация

Линейное программирование — это раздел математического программирования, посвященный нахождению экстремума линейных функций нескольких переменных при дополнительных линейных ограничениях, которые налагаются на переменные. Методы, с помощью которых решаются задачи, подразделяются на универсальные (например, симплексный метод) и специальные. С помощью универсальных методов решаются любые задачи линейного программирования. Особенностью задач линейного программирования является то, что экстремум целевой функции достигается на границе области допустимых решений.

### **П Р И М Е Р. Планирование производства материалов**

Фирма выпускает два типа строительных материалов: *A* и *B*. Продукция обоих видов поступает в продажу. Для производства материалов используются два исходных продукта: I и II. Максимально возможные суточные запасы этих продуктов составляют 7 и 9 тонн соответственно. Расходы продуктов I и II на 1 тонну соответствующих материалов приведены в табл. 7.4.

Изучение рынка сбыта показало, что суточный спрос на материал *B* никогда не превышает спроса на материал *A* более чем на 1 т. Кроме того, спрос на материал *A* никогда не превышает 3 т в сутки. Оптовые цены одной тонны материалов равны: 4000 у. е.

для  $B$  и 3000 у. е. для  $A$ . Какое количество материала каждого вида должна производить фабрика, чтобы доход от реализации был максимальным?

**Таблица 7.4.** Расход продуктов

| Исходный продукт | Расход исходных продуктов, т<br>(на одну тонну материалов) |              | Максимально<br>возможный<br>запас, т |
|------------------|------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------|
|                  | материал $A$                                               | материал $B$ |                                      |
| I                | 3                                                          | 2            | 7                                    |
| II               | 2                                                          | 3            | 9                                    |

## Решение

1. Формулировка математической модели задачи:

- переменные для решения задачи:  $x_1$  — суточный объем производства материала  $A$ ,  $x_2$  — суточный объем производства материала  $B$ ;
- определение функции цели (критерия оптимизации). Суммарная суточная прибыль от производства  $x_1$  материала  $A$  и  $x_2$  материала  $B$  равна:

$$F = 4000x_2 + 3000x_1,$$

поэтому цель фабрики — среди всех допустимых значений  $x_2$  и  $x_1$  найти такие, которые максимизируют суммарную прибыль от производства материалов  $F$ :

$$F = 4000x_2 + 3000x_1 \rightarrow \max ;$$

- ограничения на переменные:
  - объем производства красок не может быть отрицательным, т. е.

$$x_2 \geq 0, x_1 \geq 0;$$

- расход исходного продукта для производства обоих видов материалов не может превосходить максимально возможного запаса данного исходного продукта, т. е.:

$$2x_2 + 3x_1 \leq 7,$$

$$3x_2 + 2x_1 \leq 9$$

- ограничения на величину спроса на материалы:

$$x_1 - x_2 \leq 1,$$

$$x_1 \leq 3.$$

Таким образом, получаем следующую математическую модель задачи:

- Найти максимум следующей функции:

$$F = 4000x_2 + 3000x_1 \rightarrow \max$$

- при ограничениях вида:

$$2x_2 + 3x_1 \leq 7,$$

$$3x_2 + 2x_1 \leq 9,$$

$$x_1 - x_2 \leq 1,$$

$$x_1 \leq 3,$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

2. Подготовка листа рабочей книги MS Excel для вычислений — на рабочий лист вводим необходимый текст, данные и формулы в соответствии с рис. 7.3. Переменные задачи  $x_1$  и  $x_2$  находятся, соответственно, в ячейках **C3** и **C4**. Целевая функция находится в ячейке **C6** и содержит формулу:

$$=4000*C4+3000*C3$$

Ограничения на задачу учтены в ячейках **C8:D11**.

3. Работа с надстройкой **Поиск решения** — воспользовавшись командой **Сервис | Поиск решения**, вводим необходимые данные для рассматриваемой задачи (установка данных в окне **Поиск решения** приведена на рис. 7.4). Результат работы по поиску решения помещен на рис. 7.5—7.8.

## Описание отчетов о решении задачи

- **Отчет по результатам** (рис. 7.6) — таблица **Целевая ячейка** выводит сведения о целевой функции; таблица **Изменяемые**

**ячейки** показывает значения искоемых переменных, полученных в результате решения задачи; таблица **Ограничения** отображает результаты оптимального решения для ограничений и

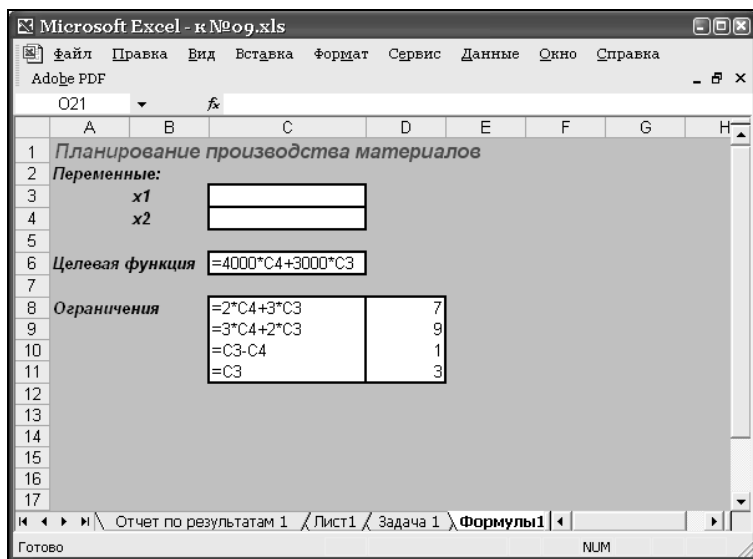


Рис. 7.3. Рабочий лист MS Excel для решения задачи планирования производства материалов

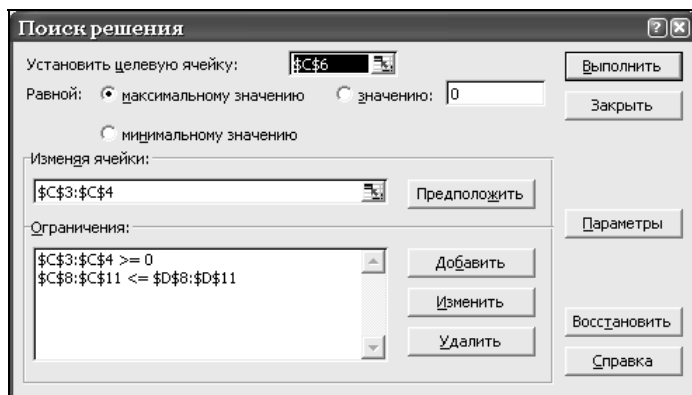


Рис. 7.4. Установка необходимых параметров задачи планирования материалов в окне Поиск решения

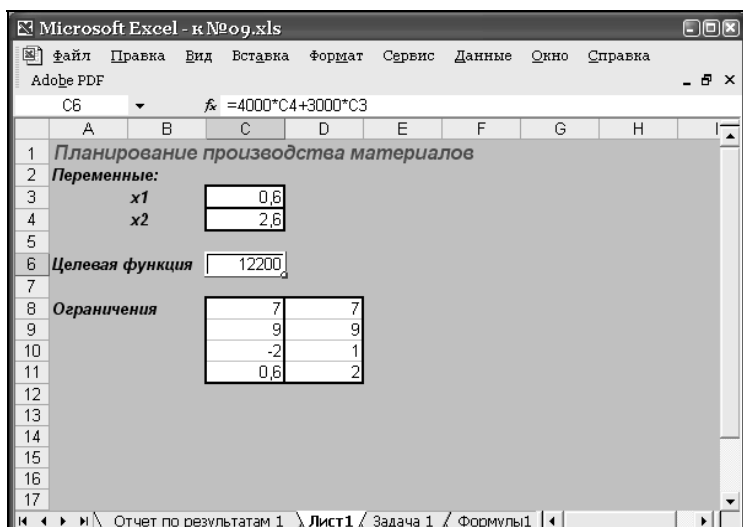


Рис. 7.5. Результат расчета надстройки Поиск решения

Microsoft Excel - к №09.xls

файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF

F33

$\Sigma$

|    | A                                         | B               | C                 | D                | E          | F       | G | H |
|----|-------------------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|------------|---------|---|---|
| 1  | Microsoft Excel 10.0 Отчет по результатам |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 2  | Рабочий лист: [к №09.xls]Лист1            |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 3  | Отчет создан: 19.09.2004 21:51:33         |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 4  |                                           |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 5  |                                           |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 6  | Целевая ячейка (Максимум)                 |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 7  | Ячейка                                    | Имя             | Исходное значение | Результат        |            |         |   |   |
| 8  | \$C\$6                                    | Целевая функция | 0                 | 12200            |            |         |   |   |
| 9  |                                           |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 10 |                                           |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 11 | Изменяемые ячейки                         |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 12 | Ячейка                                    | Имя             | Исходное значение | Результат        |            |         |   |   |
| 13 | \$C\$3                                    | x1              | 0                 | 0,6              |            |         |   |   |
| 14 | \$C\$4                                    | x2              | 0                 | 2,6              |            |         |   |   |
| 15 |                                           |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 16 |                                           |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 17 | Ограничения                               |                 |                   |                  |            |         |   |   |
| 18 | Ячейка                                    | Имя             | Значение          | Формула          | Статус     | Разница |   |   |
| 19 | \$C\$8                                    | Ограничения     | 7                 | \$C\$8<=\$D\$8   | связанное  | 0       |   |   |
| 20 | \$C\$9                                    |                 | 9                 | \$C\$9<=\$D\$9   | связанное  | 0       |   |   |
| 21 | \$C\$10                                   |                 | -2                | \$C\$10<=\$D\$10 | не связан. | 3       |   |   |
| 22 | \$C\$11                                   |                 | 0,6               | \$C\$11<=\$D\$11 | не связан. | 1,4     |   |   |
| 23 | \$C\$3                                    | x1              | 0,6               | \$C\$3>=0        | не связан. | 0,6     |   |   |
| 24 | \$C\$4                                    | x2              | 2,6               | \$C\$4>=0        | не связан. | 2,6     |   |   |
| 25 |                                           |                 |                   |                  |            |         |   |   |

Отчет по результатам 1 Отчет по устойчивости 1 Отчет по...

Рис. 7.6. Отчет по результатам поиска решения

Microsoft Excel - к №09.xls

файл Правка Вид Вставка формат Сервис Данные  
Окно Справка Adobe PDF

H33 fx

|    |                                                   |             |  |                 |                  |
|----|---------------------------------------------------|-------------|--|-----------------|------------------|
| 1  | <b>Microsoft Excel 10.0 Отчет по устойчивости</b> |             |  |                 |                  |
| 2  | <b>Рабочий лист: [к №09.xls]Лист1</b>             |             |  |                 |                  |
| 3  | <b>Отчет создан: 19.09.2004 21:51:34</b>          |             |  |                 |                  |
| 4  |                                                   |             |  |                 |                  |
| 5  |                                                   |             |  |                 |                  |
| 6  | Изменяемые ячейки                                 |             |  |                 |                  |
| 7  |                                                   |             |  | <b>Результ.</b> | <b>Нормир.</b>   |
| 8  | <b>Ячейка</b>                                     | <b>Имя</b>  |  | <b>значение</b> | <b>градиент</b>  |
| 9  | \$C\$3                                            | x1          |  | 0,6             | 0                |
| 10 | \$C\$4                                            | x2          |  | 2,6             | 0                |
| 11 |                                                   |             |  |                 |                  |
| 12 | Ограничения                                       |             |  |                 |                  |
| 13 |                                                   |             |  | <b>Результ.</b> | <b>Лагранжа</b>  |
| 14 | <b>Ячейка</b>                                     | <b>Имя</b>  |  | <b>значение</b> | <b>Множитель</b> |
| 15 | \$C\$8                                            | Ограничения |  | 7               | 200              |
| 16 | \$C\$9                                            |             |  | 9               | 1200             |
| 17 | \$C\$10                                           |             |  | -2              | 0                |
| 18 | \$C\$11                                           |             |  | 0,6             | 0                |
| 19 |                                                   |             |  |                 |                  |

Готово NUM

Рис. 7.7. Отчет по устойчивости поиска решения

Microsoft Excel - к №09.xls

файл Правка Вид Вставка формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF

K16 fx

|    |                                                     |                 |                 |               |                  |                         |
|----|-----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|-------------------------|
| 1  | <b>Microsoft Excel 10.0 Отчет по пределам</b>       |                 |                 |               |                  |                         |
| 2  | <b>Рабочий лист: [к №09.xls]Отчет по пределам 1</b> |                 |                 |               |                  |                         |
| 3  | <b>Отчет создан: 19.09.2004 21:51:34</b>            |                 |                 |               |                  |                         |
| 4  |                                                     |                 |                 |               |                  |                         |
| 5  |                                                     |                 |                 |               |                  |                         |
| 6  | <b>Целевое</b>                                      |                 |                 |               |                  |                         |
| 7  | <b>Ячейка</b>                                       | <b>Имя</b>      | <b>Значение</b> |               |                  |                         |
| 8  | \$C\$6                                              | Целевая функция | 12200           |               |                  |                         |
| 9  |                                                     |                 |                 |               |                  |                         |
| 10 |                                                     |                 |                 |               |                  |                         |
| 11 | <b>Изменяемое</b>                                   |                 |                 | <b>Нижний</b> | <b>Целевой</b>   | <b>Верхний</b>          |
| 12 | <b>Ячейка</b>                                       | <b>Имя</b>      | <b>Значение</b> | <b>предел</b> | <b>результат</b> | <b>предел результат</b> |
| 13 | \$C\$3                                              | x1              | 0,6             | 0             | 10400            | 0,6 12200               |
| 14 | \$C\$4                                              | x2              | 2,6             | 0             | 1800             | 2,6 12200               |
| 15 |                                                     |                 |                 |               |                  |                         |

Готово NUM

Рис. 7.8. Отчет по пределам поиска решения



для граничных условий. В поле **Формула** приведены зависимости, которые были введены в окно **Поиск решения**, в поле **Разница** — величины использованного материала. Если материал используется полностью, то в поле **Статус** указывается **связанное**, при неполном использовании материала в этом поле указывается **не связан**. Для граничных условий приводятся аналогичные величины с той лишь разницей, что вместо величины неиспользованного продукта показана разность между значением переменной в найденном оптимальном решении и заданным для нее граничным условием.

□ **Отчет по устойчивости** (рис. 7.7) — в таблице **Изменяемые ячейки** приводится результат решения задачи. В таблице **Ограничения** выводятся значения для ограничений, при которых сохраняется оптимальный набор переменных, входящих в оптимальное решение.

□ **Отчет по пределам** (рис. 7.8) — в отчете показано, в каких пределах может изменяться количество материалов, вошедших в оптимальное решение, при сохранении структуры оптимального решения; приводятся значения переменных в оптимальном решении, а также нижние и верхние пределы изменения значений переменных; здесь также указаны значения целевой функции при выпуске данного типа продукции на верхнем и нижнем пределах.

## П Р И М Е Р. Определение состава удобрений

Для получения удобрений видов 1 и 2 используются химические вещества *A*, *B*, *C* и *D*, требования к содержанию которых в удобрениях приведены в табл. 7.5.

**Таблица 7.5.** Требования к содержанию химических веществ в удобрениях

| Вид удобрения | Требования к содержанию химических веществ                       |
|---------------|------------------------------------------------------------------|
| 1             | Не более 70% вещества <i>A</i><br>Не более 40% вещества <i>B</i> |

Таблица 7.5 (окончание)

| Вид удобрения | Требования к содержанию химических веществ                                          |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2             | От 30 до 50% вещества $B$<br>Не менее 25% вещества $C$<br>Не более 65% вещества $D$ |

Характеристики и запасы минералов, используемых для производства химических веществ  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$ , указаны в табл. 7.6.

Таблица 7.6. Характеристики и запасы минералов

| Минерал | Максимальный запас, т | Состав, % |     |     |     | Цена, у. е./т |
|---------|-----------------------|-----------|-----|-----|-----|---------------|
|         |                       | $A$       | $B$ | $C$ | $D$ |               |
| 1       | 1200                  | 30        | 20  | 15  | 35  | 40            |
| 2       | 2500                  | 20        | 30  | 10  | 40  | 50            |
| 3       | 3100                  | 15        | 15  | 40  | 30  | 60            |

Цена 1 т удобрения вида 1 равна 320 у. е., цена 1 т удобрения вида 2 — 350 у. е. Необходимо максимизировать прибыль от продажи удобрений видов 1 и 2.

## Решение

1. Математическая модель задачи.

Пусть:

- $x_{A1}, x_{B1}, x_{C1}, x_{D1}$  — количество химических веществ  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$ , используемых для получения удобрения вида 1;
- $x_{A2}, x_{B2}, x_{C2}, x_{D2}$  — количество химических веществ  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$ , используемых для получения удобрения вида 2;
- $y_i, i = \overline{1, 3}$  — количество используемого  $i$ -го минерала.

Найти максимум функции:

$$F = 320(x_{A1} + x_{B1} + x_{C1} + x_{D1}) + 350(x_{A2} + x_{B2} + x_{C2} + x_{D2}) - 40y_1 - 50y_2 - 60y_3 \rightarrow \max$$

при следующих ограничениях:

- на состав вида удобрения (см. табл. 7.5):

$$x_{A1} \leq 0,7(x_{A1} + x_{B1} + x_{C1} + x_{D1}),$$

$$x_{B1} \leq 0,4(x_{A1} + x_{B1} + x_{C1} + x_{D1}),$$

$$x_{B2} \leq 0,5(x_{A2} + x_{B2} + x_{C2} + x_{D2}),$$

$$x_{B2} \geq 0,3(x_{A2} + x_{B2} + x_{C2} + x_{D2}),$$

$$x_{C2} \geq 0,25(x_{A2} + x_{B2} + x_{C2} + x_{D2}),$$

$$x_{D2} \leq 0,65(x_{A2} + x_{B2} + x_{C2} + x_{D2}),$$

- на характеристики и состав минералов (см. табл. 7.6):

$$x_{A1} + x_{A2} \leq 0,3y_1 + 0,2y_2 + 0,15y_3,$$

$$x_{B1} + x_{B2} \leq 0,2y_1 + 0,3y_2 + 0,15y_3,$$

$$x_{C1} + x_{C2} \leq 0,15y_1 + 0,1y_2 + 0,4y_3,$$

$$x_{D1} + x_{D2} \leq 0,35y_1 + 0,4y_2 + 0,3y_3,$$

- на диапазоны переменных:

$$x_{i1} \geq 0, \quad x_{i2} \geq 0, \quad i = \overline{A, D};$$

$$0 \leq y_1 \leq 1200,$$

$$0 \leq y_2 \leq 2500,$$

$$0 \leq y_3 \leq 3100.$$

2. Подготовка листа рабочей книги MS Excel — разместим данные для решения задачи на рабочем листе в соответствии с рис. 7.9 и табл. 7.7.

**Таблица 7.7.** Формулы для расчета, используемые при решении задачи определения состава удобрений

| Описание        | Ячейка     | Формула                                                                    |
|-----------------|------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Целевая функция | <b>D11</b> | $=320*\text{СУММ}(C5:C8) + 350*\text{СУММ}(D5:D8) - 40*F5 - 50*F6 - 60*F7$ |

Таблица 7.7 (окончание)

| Описание    | Ячейка     | Формула                                    |
|-------------|------------|--------------------------------------------|
| Ограничения | <b>B14</b> | $=C5-0,7*СУММ(C5:C8)$                      |
|             | <b>B15</b> | $=C6-0,4*СУММ(C5:C8)$                      |
|             | <b>B16</b> | $=D6-0,5*СУММ(D5:D8)$                      |
|             | <b>B17</b> | $=0,3*СУММ(D5:D8)-D6$                      |
|             | <b>B18</b> | $=0,25*СУММ(D5:D8)-D7$                     |
|             | <b>B19</b> | $=D8-0,65*СУММ(D5:D8)$                     |
|             | <b>B20</b> | $=СУММ(C5:D5)-0,3*F\$5-0,2*F\$6-0,15*F\$7$ |
|             | <b>B21</b> | $=СУММ(C6:D6)-0,2*F\$5-0,3*F\$6-0,15*F\$7$ |
|             | <b>B22</b> | $=СУММ(C7:D7)-0,15*F\$5-0,1*F\$6-0,4*F\$7$ |
|             | <b>B23</b> | $=СУММ(C8:D8)-0,35*F\$5-0,4*F\$6-0,3*F\$7$ |

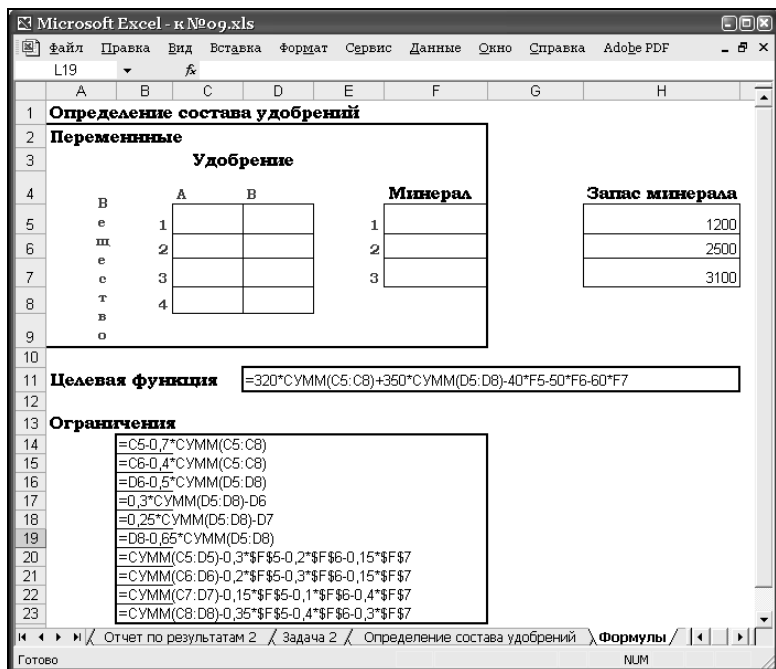


Рис. 7.9. Лист рабочей книги для решения задачи производства удобрений

3. Ввод данных в окно **Поиск решения** осуществим в соответствии с рис. 7.10. Не следует забывать о заполнении необходимых опций в окне **Параметры поиска решения**.

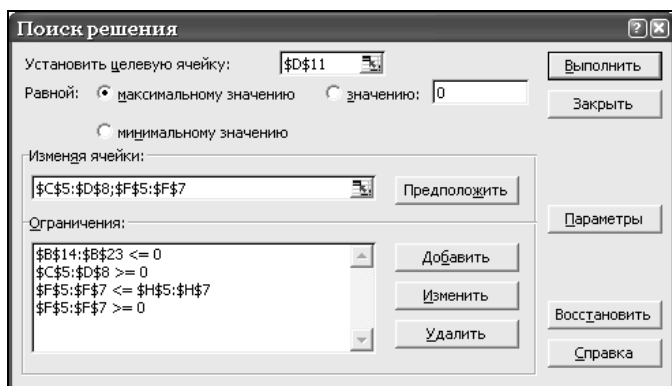


Рис. 7.10. Заполнение окна **Поиск решения** для задачи о производстве удобрений

Microsoft Excel - к №09.xls

файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF

|    | A                                    | B | C        | D        | E       | F    | G              | H    |
|----|--------------------------------------|---|----------|----------|---------|------|----------------|------|
| 1  | <b>Определение состава удобрений</b> |   |          |          |         |      |                |      |
| 2  | <b>Переменные</b>                    |   |          |          |         |      |                |      |
| 3  | <b>Удобрение</b>                     |   |          |          |         |      |                |      |
| 4  | В                                    | A | B        |          | Минерал |      | Запас минерала |      |
| 5  | е<br>щ<br>е<br>с<br>т<br>в<br>о      | 1 | 1325     | 0        | 1       | 1200 |                | 1200 |
| 6  |                                      | 2 | 0        | 1455     | 2       | 2500 |                | 2500 |
| 7  |                                      | 3 | 11,2993  | 1658,701 | 3       | 3100 |                | 3100 |
| 8  |                                      | 4 | 613,7007 | 1736,299 |         |      |                |      |
| 9  |                                      |   |          |          |         |      |                |      |
| 11 | <b>Целевая функция</b>               |   | 1962500  |          |         |      |                |      |
| 13 | <b>Ограничения</b>                   |   |          |          |         |      |                |      |
| 14 |                                      |   | -40      |          |         |      |                |      |
| 15 |                                      |   | -780     |          |         |      |                |      |
| 16 |                                      |   | -970     |          |         |      |                |      |
| 17 |                                      |   | 0        |          |         |      |                |      |
| 18 |                                      |   | -446,2   |          |         |      |                |      |
| 19 |                                      |   | -1416,2  |          |         |      |                |      |
| 20 |                                      |   | 0        |          |         |      |                |      |
| 21 |                                      |   | 0        |          |         |      |                |      |
| 22 |                                      |   | 0        |          |         |      |                |      |
| 23 |                                      |   | 0        |          |         |      |                |      |

Готово NUM

Рис. 7.11. Оптимальное решение задачи о производстве удобрений

4. Результаты поиска решения, т. е. решение задачи об определении состава удобрений, представлены на рис. 7.11.

## Задания к разделу "Линейная оптимизация"

1. Предприятие выпускает продукцию четырех видов  $P_1$ — $P_4$ , для изготовления которой используются ресурсы трех видов: трудовые, сырье и оборудование. Нормы расхода каждого вида ресурса на изготовление единицы каждого вида продукции приведены в табл. 7.8.

**Таблица 7.8.** Нормы расхода ресурсов на выпуск единицы продукции

| Ресурс       | Вид продукции |       |       |       | Объем ресурса |
|--------------|---------------|-------|-------|-------|---------------|
|              | $P_1$         | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ |               |
| Трудовой     | 1             | 1     | 1     | 1     | 16            |
| Сырье        | 6             | 5     | 4     | 3     | 110           |
| Оборудование | 4             | 6     | 10    | 13    | 100           |

Прибыль, получаемая от реализации единицы продукции, равна: для продукции  $P_1$  — 60 у. е., для  $P_2$  — 70 у. е., для  $P_3$  — 120 у. е. и для  $P_4$  — 130 у. е. Определить оптимальный план производства каждого вида продукции, максимизирующий прибыль данного предприятия.

2. Магазин реализует три вида продукции  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ . Для этого используются два ограниченных ресурса — полезная площадь помещений, которая с учетом коэффициента оборачиваемости составляет 450 м<sup>2</sup>, и рабочее время работников магазина — 600 человекочасов. Товарооборот должен быть не менее 240 000 у. е. Необходимо разработать план товарооборота, доставляющего максимум прибыли. Затраты ресурсов на реализацию и полученная при этом прибыль представлены в табл. 7.9.

**Таблица 7.9.** Затраты ресурсов  
на реализацию единицы продукции

| Ресурсы                          | Затраты ресурсов<br>на реализацию, тыс. у. е. |       |       | Объем<br>ресурсов |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------------------|
|                                  | $P_1$                                         | $P_2$ | $P_3$ |                   |
| Полезная площадь, м <sup>2</sup> | 1,5                                           | 2     | 3     | 450               |
| Рабочее время,<br>человекочас    | 3                                             | 2     | 1,5   | 600               |
| Прибыль, тыс. у. е.              | 50                                            | 65    | 70    |                   |

3. Двум погрузчикам разной мощности не более чем за 24 часа нужно погрузить на первой площадке 230 тонн, на второй — 168 тонн. Первый погрузчик на первой площадке может погрузить 10 тонн в час, на второй — 12 тонн в час. Второй погрузчик на каждой площадке может погрузить по 13 тонн в час. Стоимость работ, связанных с погрузкой одной тонны первым погрузчиком на первой площадке, — 8 у. е., на второй — 7 у. е., вторым погрузчиком на первой площадке — 12 у. е., на второй — 13 у. е. Нужно составить план работы, т. е. найти, какой объем работ должен выполнить каждый погрузчик на каждой площадке, чтобы стоимость всех работ по погрузке была минимальной. Следует учесть, что по техническим причинам первый погрузчик на второй площадке должен работать не более 16 часов.
4. Цех выпускает два вида продукции, используя два вида полуфабрикатов. Продукция используется при комплектовании изделий, при этом на каждую единицу продукции первого вида требуется не более двух единиц продукции второго вида. Нормы расходов  $a_{ij}$  полуфабрикатов каждого вида на единицу выпускаемой продукции, общие объемы полуфабрикатов  $b_i$  и прибыль  $c_j$  от единицы каждой продукции представлены в табл. 7.10. Определить план производства, доставляющий максимум прибыли.

**Таблица 7.10.** Затраты ресурсов на реализацию единицы продукции

| Полуфабрикаты  | Затраты ресурсов на реализацию, тыс. у. е. |       | Объем полуфабриката |
|----------------|--------------------------------------------|-------|---------------------|
|                | $P_1$                                      | $P_2$ |                     |
| 1              | 1                                          | 2     | 800                 |
| 2              | 6                                          | 2     | 2400                |
| Прибыль, у. е. | 10                                         | 35    |                     |

5. Исходя из специализации и своих технологических возможностей, предприятие может выпускать четыре вида продукции. Сбыт любого количества обеспечен. Для изготовления этой продукции используются трудовые ресурсы, полуфабрикаты и станочное оборудование. Общий объем ресурсов (в расчете на трудовую неделю), расход каждого ресурса на единицу выпускаемой продукции и цена, полученная за единицу продукции, приведены в табл. 7.11. Требуется определить план выпуска, доставляющий предприятию максимум выручки.

**Таблица 7.11.** Параметры выпускаемой продукции

| Ресурсы        |                                   | Выпускаемая продукция |       |       |       | Объем ресурсов |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|----------------|
|                |                                   | $P_1$                 | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ |                |
| $P_1$          | Трудовые ресурсы, человекочас     | 4                     | 2     | 2     | 8     | 4800           |
| $P_2$          | Полуфабрикаты, кг                 | 2                     | 10    | 6     | 0     | 2400           |
| $P_3$          | Станочное оборудование, станкочас | 1                     | 0     | 2     | 1     | 1500           |
| Прибыль, у. е. |                                   | 65                    | 70    | 60    | 120   |                |

6. На основании информации, приведенной в табл. 7.12, составить план производства, максимизирующий объем прибыли.



**Таблица 7.12.** Количество ресурсов и их затраты на единицу продукции

| Ресурсы                      | Затраты ресурсов на единицу продукции |          | Наличие ресурсов |
|------------------------------|---------------------------------------|----------|------------------|
|                              | <b>А</b>                              | <b>Б</b> |                  |
| Труд                         | 2                                     | 4        | 2000             |
| Сырье                        | 4                                     | 1        | 1400             |
| Оборудование                 | 2                                     | 1        | 800              |
| Прибыль на единицу продукции | 40                                    | 60       |                  |

7. Предприятию предложен на выбор выпуск три новых изделия, за счет которых можно было бы расширить номенклатуру продукции предприятия при тех же запасах ресурсов. Нормы затрат ресурсов и прибыль от реализации единицы продукции для этих изделий представлены в табл. 7.13. Определить из предложенных видов изделия, выгодные для выпуска предприятием.

**Таблица 7.13.** Нормы затрат ресурсов и прибыль от реализации единицы продукции

| Ресурсы                 | Объективно обусловленные оценки ресурсов | Затраты ресурсов на одно изделие |          |          |
|-------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|----------|----------|
|                         |                                          | <b>А</b>                         | <b>Б</b> | <b>В</b> |
| Труд                    | 40/3                                     | 6                                | 4        | 2        |
| Сырье                   | 0                                        | 2                                | 1        | 3        |
| Оборудование            | 20/3                                     | 3                                | 1        | 2        |
| Прибыль на одно изделие |                                          | 80                               | 70       | 45       |

8. Необходимо составить диету, состоящую из двух продуктов: *А* и *Б*. Дневное питание этими продуктами должно давать не более 14 единиц жира, но и не менее 300 калорий. В одном килограмме продукта *А* содержится 15 единиц жира и

150 калорий, а в одном килограмме продукта  $B$  — 4 единицы жира и 200 калорий. При этом цена одного килограмма продукта  $A$  равна 15 у. е., а цена одного килограмма продукта  $B$  — 25 у. е. Какое количество продуктов в день необходимо употреблять для соблюдения диеты, чтобы вложенные средства были минимальны?

9. Для выпуска четырех видов продукции  $P_1, P_2, P_3, P_4$  на предприятии используют три вида сырья  $C_1, C_2, C_3$ . Объемы выделенного сырья, нормы расхода сырья и прибыль на единицу продукции при изготовлении каждого вида продукции приведены в табл. 7.14. Требуется определить план выпуска продукции, обеспечивающий максимальную прибыль предприятия.

**Таблица 7.14.** Нормы расхода сырья и прибыль от реализации единицы продукции

| Вид сырья | Запасы сырья | Вид продукции |       |       |       |
|-----------|--------------|---------------|-------|-------|-------|
|           |              | $P_1$         | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ |
| $C_1$     | 35           | 4             | 2     | 2     | 3     |
| $C_2$     | 30           | 1             | 1     | 2     | 3     |
| $C_3$     | 40           | 3             | 1     | 2     | 1     |
| Прибыль   |              | 14            | 10    | 14    | 11    |

10. Фабрика выпускает три вида тканей, причем суточное плановое задание составляет не менее 90 м тканей первого вида, 70 м — второго и 60 м — третьего. Суточные ресурсы следующие: 780 единиц производственного оборудования, 850 единиц сырья и 790 единиц электроэнергии, расход которых на один метр тканей представлен в табл. 7.15.

Цена за 1 м ткани вида I равна 80 у. е., II — 70 у. е., III — 60 у. е. Определить, сколько метров ткани каждого вида следует выпустить, чтобы общая стоимость выпускаемой продукции была максимальной.

**Таблица 7.15.** Затраты ресурсов на производство тканей

| Ресурсы        | Ткани |    |     |
|----------------|-------|----|-----|
|                | I     | II | III |
| Оборудование   | 2     | 3  | 4   |
| Сырье          | 1     | 4  | 5   |
| Электроэнергия | 3     | 4  | 2   |

11. Фирма выпускает два вида древесно-стружечных плит — обычные и улучшенные. При этом производятся две основные операции — прессование и отделка. Какое количество плит каждого типа можно изготовить в течение месяца так, чтобы обеспечить максимальную прибыль при следующих (табл. 7.16) ограничениях на ресурсы (материал, время, затраты).

**Таблица 7.16.** Ограничение на ресурсы при производстве плит

| Затраты                     | Партия из 100 плит |            | Имеющиеся ресурсы на месяц |
|-----------------------------|--------------------|------------|----------------------------|
|                             | обычных            | улучшенных |                            |
| Материал (кг)               | 20                 | 40         | 4000                       |
| Время на прессование (часы) | 4                  | 6          | 900                        |
| Время на отделку (часы)     | 4                  | 4          | 600                        |
| Средства (у. е.)            | 30                 | 50         | 6000                       |

12. Фирма производит два вида продукции: столы и стулья. Для изготовления одного стула требуется 3 кг древесины, а для изготовления одного стола — 7 кг. На изготовление одного стула уходит два часа рабочего времени, а на изготовление стола — 8 часов. Каждый стул приносит прибыль, равную 1 у. е., а каждый стол — 3 у. е. Сколько стульев и сколько столов должна изготовить эта фирма, если она располагает

420 кг древесины и 400 часами рабочего времени и хочет получить максимальную прибыль?

13. Фирма выпускает два набора удобрений для газонов: обычный и улучшенный. В обычный набор входит 3 кг азотных, 4 кг фосфорных и 1 кг калийных удобрений, а в улучшенный — 2 кг азотных, 6 кг фосфорных и 3 кг калийных удобрений. Известно, что для некоторого газона требуется, по меньшей мере, 10 кг азотных, 20 кг фосфорных и 7 кг калийных удобрений. Обычный набор стоит 3 у. е., а улучшенный — 4 у. е. Какие и сколько наборов удобрений нужно купить, чтобы обеспечить эффективное питание почвы и минимизировать стоимость?
14. Для изготовления изделий типа  $A_1$  и  $A_2$  склад может выделить не более 80 кг металла. Деталей типа  $A_1$  завод может изготовить за сутки не более 30 штук, типа  $A_2$  — не более 40 штук. Стоимость одного изделия типа  $A_1$  составляет 3 у. е., а типа  $A_2$  — 5 у. е. На изготовление одного изделия типа  $A_1$  идет 2 кг металла, типа  $A_2$  — 1 кг. Требуется найти такой план выпуска изделий, который позволит заводу получить максимальную прибыль.

## Транспортная задача

В общем виде транспортную задачу можно сформулировать следующим образом: в  $m$  пунктах отправления  $A_1, \dots, A_m$  находится однородный груз, количество которого равно соответственно  $a_1, \dots, a_m$  единиц. Данный груз необходимо доставить потребителям  $B_1, \dots, B_n$ , спрос которых —  $b_1, \dots, b_n$ . Стоимость перевозки единицы груза из  $i$ -го ( $i = \overline{1, m}$ ) пункта отправления в  $j$ -й ( $j = \overline{1, n}$ ) пункт назначения равна  $c_{ij}$ . Необходимо составить план перевозок, который полностью удовлетворяет спрос потребителей в грузе, и при этом суммарные транспортные издержки минимальны.

Математически транспортную задачу можно записать так:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = \overline{1, n},$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Таким образом, даны система ограничений (2) при условии (3) и линейная функция (1). Требуется среди множества решений системы (2) найти такое неотрицательное решение, которое доставляет минимум линейной функции (1).

Модель транспортной задачи называют *закрытой* (сбалансированной), если суммарный объем груза, имеющегося у поставщиков, равен суммарному спросу потребителей, т. е. выполняется равенство:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j.$$

Если для транспортной задачи выполняется одно из условий:

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j,$$

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j,$$

то модель задачи называют *открытой* (несбалансированной).

Для разрешимости транспортную задачу с открытой моделью следует преобразовать в закрытую.

□ Так, если выполняется условие  $\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$ , то необходимо

ввести фиктивный  $(n + 1)$ -й пункт назначения  $B_{n+1}$ , т. е. в мат-

рицу задачи вводится дополнительный столбец. Спрос фиктивного потребителя принимается равным  $b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$ .

Стоимость перевозок продукции полагается одинаковой, чаще всего равной нулю (если не задана стоимость складирования продукции), т. е.  $c_{i,n+1} = 0$ ,  $i = \overline{1, m}$ .

□ Если выполняется условие  $\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j$ , то необходимо ввести

фиктивного  $(m + 1)$ -го поставщика  $A_{m+1}$ , т. е. в матрицу задачи вводится дополнительная строка. Запас груза данного поставщика принимается равным  $a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i$ . Стоимость пе-

ревозок продукции полагается одинаковой, чаще всего равной нулю (если не задана стоимость штрафов за недопоставку продукции), т. е.  $c_{m+1,j} = 0$ ,  $j = \overline{1, n}$ .

При преобразовании открытой задачи в закрытую целевая функция не меняется, т. к. все слагаемые, соответствующие дополнительным перевозкам, равны нулю.

## ПРИМЕР транспортной задачи

Производство продукции осуществляется на 4-х предприятиях, а затем развозится в 5 пунктов потребления. Предприятия могут выпускать в день 235, 175, 185 и 175 единиц продукции. Пункты потребления готовы принимать ежедневно 125, 160, 60, 250 и 175 единиц продукции. Хранение на предприятии единицы продукции обходится в 2 у. е. в день, штраф за недопоставленную продукцию — 3,5 у. е. в день. Стоимость перевозки единицы продукции (в у. е.) с предприятий в пункты потребления приведена в табл. 7.17.

Необходимо минимизировать суммарные транспортные расходы по перевозке продукции.

Таблица 7.17. Транспортные расходы

| Предприятия | Пункты потребления |      |      |     |      |
|-------------|--------------------|------|------|-----|------|
|             | 1                  | 2    | 3    | 4   | 5    |
| 1           | 3,2                | 3    | 2,35 | 4   | 3,65 |
| 2           | 3                  | 2,85 | 2,5  | 3,9 | 3,55 |
| 3           | 3,75               | 2,5  | 2,4  | 3,5 | 3,4  |
| 4           | 4                  | 2    | 2,1  | 4,1 | 3,4  |

**Решение**

1. Проверка сбалансированности модели задачи — модель является сбалансированной, т. к. суммарный объем производимой продукции в день равен суммарному объему потребности в ней:

$$235 + 175 + 185 + 175 = 125 + 160 + 60 + 250 + 175.$$

Поэтому при решении этой задачи не учитываются издержки, связанные со складированием и недопоставкой продукции.

2. Построение математической модели — неизвестными в этой задаче являются объемы перевозок. Пусть  $x_{ij}$  — объем перевозок с  $i$ -го предприятия в  $j$ -й пункт потребления. Суммарные транспортные расходы — это функционал качества (критерий цели):

$$F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij},$$

где  $c_{ij}$  — стоимость перевозки единицы продукции с  $i$ -го предприятия в  $j$ -й пункт потребления.

Неизвестные в этой задаче должны удовлетворять следующим ограничениям:

- объемы перевозок не могут быть отрицательными;
- поскольку модель сбалансирована, то вся продукция должна быть вывезена с предприятий, а потребности всех пунктов потребления должны быть полностью удовлетворены.

Итак, имеем следующую задачу:

- найти минимум функционала:

$$F = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

- при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} = b_j, \quad j \in [1, 5],$$

$$\sum_{j=1}^5 x_{ij} = a_i, \quad i \in [1, 4],$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i \in [1, 4], \quad j \in [1, 5].$$

где  $a_i$  — объем производства на  $i$ -м предприятии,  $b_j$  — спрос в  $j$ -м пункте потребления.

### 3. Решение задачи с помощью окна Поиск решения:

- подготовку рабочего листа для задачи осуществляем в соответствии с рис. 7.12. Формулы для расчета приведены в табл. 7.18;

**Транспортная задача**

Пункты потребления

Стоимость перевозок

| Предприятия | 1    | 2    | 3    | 4   | 5    |
|-------------|------|------|------|-----|------|
| 1           | 3,2  | 3    | 2,35 | 4   | 3,65 |
| 2           | 3    | 2,75 | 2,5  | 3,9 | 3,55 |
| 3           | 3,75 | 2,5  | 2,4  | 3,5 | 3,4  |
| 4           | 4    | 2    | 2,1  | 4,1 | 3,4  |

Неизвестные - объемы перевозок

|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Ограничения 2  |
|---|---|---|---|---|---|----------------|
| 1 |   |   |   |   |   | =СУММ(B11:F11) |
| 2 |   |   |   |   |   | =СУММ(B12:F12) |
| 3 |   |   |   |   |   | =СУММ(B13:F13) |
| 4 |   |   |   |   |   | =СУММ(B14:F14) |

Ограничения 1

|               | 1              | 2              | 3              | 4              | 5              |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ограничения 1 | =СУММ(B11:B14) | =СУММ(C11:C14) | =СУММ(D11:D14) | =СУММ(E11:E14) | =СУММ(F11:F14) |

Потребность в продукции

|                         | 1   | 2   | 3  | 4   | 5   |
|-------------------------|-----|-----|----|-----|-----|
| Потребность в продукции | 125 | 160 | 60 | 250 | 175 |

Целевая функция

=СУММПРОИЗВ(B5:F8;B11:F14)

Рис. 7.12. Исходные данные для решения транспортной задачи



Таблица 7.18. Формулы для расчета в транспортной задаче

| Описание        | Ячейка | Формула                    |
|-----------------|--------|----------------------------|
| Ограничения_1   | G11    | =СУММ(B11:F11)             |
|                 | G12    | =СУММ(B12:F12)             |
|                 | G13    | =СУММ(B13:F13)             |
|                 | G14    | =СУММ(B14:F14)             |
| Ограничения_2   | B15    | =СУММ(B11:B14)             |
|                 | C15    | =СУММ(C11:C14)             |
|                 | D15    | =СУММ(D11:D14)             |
|                 | E15    | =СУММ(E11:E14)             |
|                 | F15    | =СУММ(F11:F14)             |
| Целевая функция | B19    | =СУММПРОИЗВ(B5:F8;B11:F14) |

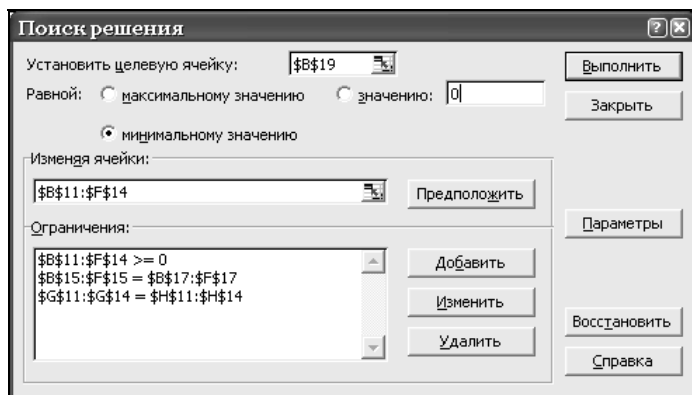


Рис. 7.13. Ввод данных в окно Поиск решения для транспортной задачи

- ввод данных в окно **Поиск решения** производим в соответствии с рис. 7.13;

### Примечание

Не следует забывать также об опциях **Линейная модель**, **Относительная погрешность** окна **Параметры** поиска решения

(см. рис. 7.2), вызываемого кнопкой **Параметры** в окне **Поиск решения** (см. рис. 7.1).

- полученное оптимальное решение представлено на рис. 7.14.

**Транспортная задача**

Пункты потребления

Стоимость перевозок

| Предприятия | 1    | 2    | 3    | 4   | 5    |
|-------------|------|------|------|-----|------|
| 1           | 3,2  | 3    | 2,35 | 4   | 3,65 |
| 2           | 3    | 2,75 | 2,5  | 3,9 | 3,55 |
| 3           | 3,75 | 2,6  | 2,4  | 3,5 | 3,4  |
| 4           | 4    | 2    | 2,1  | 4,1 | 3,4  |

Неизвестные - объемы перевозок

|               | 1   | 2   | 3  | 4   | 5   | Ограничения 2 |
|---------------|-----|-----|----|-----|-----|---------------|
| 1             | 0   | 0   | 45 | 15  | 175 | 235           |
| 2             | 125 | 0   | 0  | 50  | 0   | 175           |
| 3             | 0   | 0   | 0  | 185 | 0   | 185           |
| 4             | 0   | 160 | 15 | 0   | 0   | 175           |
| Ограничения_1 | 125 | 160 | 60 | 250 | 175 |               |

Потребность в продукции

|   | 1   | 2   | 3  | 4   | 5   |
|---|-----|-----|----|-----|-----|
| 1 | 125 | 160 | 60 | 250 | 175 |

Целевая функция

2373,5

Рис. 7.14. Оптимальное решение для транспортной задачи

## Задания к разделу "Транспортная задача"

Имеются  $n$  пунктов производства и  $m$  пунктов распределения продукции. Стоимость перевозки единицы продукции из  $i$ -го пункта производства в  $j$ -й центр потребления  $c_{ij}$  приведена в таблицах, где под строкой понимается пункт производства, а под столбцом — пункт потребления. Кроме того, в таблицах в  $i$ -й строке указан объем производства в  $i$ -м пункте, а в  $j$ -м столбце указан спрос в  $j$ -м центре потребления. Хранение продукции на предприятии обходится в 1,6 у. е. в день, а штраф за просроченную поставку единицы продукции, заказанной потребителем в пункте потребления, но там не находящейся, равен 3,4 у. е. в сутки. Составить план перевозок по доставке требуемой про-

дукции в пункты потребления, минимизирующий суммарные транспортные расходы. Необходимые данные для решения задач взять из соответствующих таблиц, приведенных далее.

1.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |     |      |     | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|-----|------|-----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |     |      |     |                    |
|                    | 1                                     | 2   | 3    | 4   |                    |
| <i>A</i>           | 5                                     | 1,8 | 6    | 6   | 30                 |
| <i>B</i>           | 1                                     | 5,1 | 8    | 2   | 42                 |
| <i>C</i>           | 3,5                                   | 6   | 3    | 3,1 | 10                 |
| <i>D</i>           | 2,2                                   | 4,9 | 1,3  | 4   | 16                 |
| <i>E</i>           | 3                                     | 7   | 8,95 | 1   | 10                 |
| Объемы потребления | 20                                    | 38  | 30   | 22  |                    |

2.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |     |     |     | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |     |     |     |                    |
|                    | 1                                     | 2   | 3   | 4   |                    |
| <i>A</i>           | 2,3                                   | 7   | 6   | 8   | 15                 |
| <i>B</i>           | 2                                     | 1,3 | 1   | 2,5 | 55                 |
| <i>C</i>           | 4,9                                   | 4   | 4   | 1   | 12                 |
| <i>D</i>           | 2                                     | 8   | 1   | 4   | 18                 |
| <i>E</i>           | 3                                     | 2,1 | 1,2 | 5   | 17                 |
| Объемы потребления | 35                                    | 35  | 15  | 25  |                    |

3.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |     |     |     | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |     |     |     |                    |
|                    | 1                                     | 2   | 3   | 4   |                    |
| <i>A</i>           | 4                                     | 2   | 4,1 | 6   | 17                 |
| <i>B</i>           | 5                                     | 2,5 | 2   | 3   | 73                 |
| <i>C</i>           | 3                                     | 4   | 3   | 4,2 | 52                 |
| <i>D</i>           | 5,1                                   | 3   | 2   | 7   | 38                 |
| Объемы потребления | 20                                    | 25  | 80  | 20  |                    |

4.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |     |     |    | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|-----|-----|----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |     |     |    |                    |
|                    | 1                                     | 2   | 3   | 4  |                    |
| <i>A</i>           | 1,7                                   | 3   | 4   | 6  | 23                 |
| <i>B</i>           | 5,2                                   | 2,6 | 9,8 | 3  | 27                 |
| <i>C</i>           | 3                                     | 2   | 1   | 4  | 52                 |
| <i>D</i>           | 6                                     | 5   | 2,5 | 7  | 18                 |
| Объемы потребления | 32                                    | 18  | 60  | 15 |                    |

5.

| Предприятия | Стоимость перевозки единицы продукции |   |     |   | Объем производства |
|-------------|---------------------------------------|---|-----|---|--------------------|
|             | Пункты потребления                    |   |     |   |                    |
|             | 1                                     | 2 | 3   | 4 |                    |
| <i>A</i>    | 6                                     | 2 | 4,8 | 3 | 20                 |
| <i>B</i>    | 8                                     | 4 | 5   | 8 | 30                 |
| <i>C</i>    | 5,5                                   | 2 | 3   | 7 | 14                 |

(окончание)

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |    |     |    | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|----|-----|----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |    |     |    |                    |
|                    | 1                                     | 2  | 3   | 4  |                    |
| <i>D</i>           | 5                                     | 6  | 8,2 | 4  | 23                 |
| <i>E</i>           | 1,8                                   | 9  | 7   | 6  | 30                 |
| Объемы потребления | 40                                    | 30 | 48  | 12 |                    |

6.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |      |     |    | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|------|-----|----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |      |     |    |                    |
|                    | 1                                     | 2    | 3   | 4  |                    |
| <i>A</i>           | 6,2                                   | 1    | 4,2 | 5  | 17                 |
| <i>B</i>           | 2                                     | 4    | 5,1 | 8  | 30                 |
| <i>C</i>           | 5                                     | 8    | 3   | 4  | 17                 |
| <i>D</i>           | 2                                     | 4    | 9   | 2  | 20                 |
| <i>E</i>           | 4                                     | 2,75 | 2   | 1  | 23                 |
| Объемы потребления | 45                                    | 30   | 25  | 20 |                    |

7.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |    |    |    | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|----|----|----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |    |    |    |                    |
|                    | 1                                     | 2  | 3  | 4  |                    |
| <i>A</i>           | 4                                     | 9  | 1  | 3  | 38                 |
| <i>B</i>           | 2                                     | 5  | 5  | 6  | 20                 |
| <i>C</i>           | 2                                     | 5  | 10 | 4  | 30                 |
| <i>D</i>           | 3                                     | 7  | 2  | 6  | 32                 |
| Объемы потребления | 18                                    | 50 | 22 | 35 |                    |

8.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |     |    |     | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|-----|----|-----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |     |    |     |                    |
|                    | 1                                     | 2   | 3  | 4   |                    |
| <i>A</i>           | 4                                     | 9   | 4  | 7,4 | 20                 |
| <i>B</i>           | 2                                     | 8   | 5  | 1   | 10                 |
| <i>C</i>           | 7                                     | 2,2 | 1  | 4   | 30                 |
| <i>D</i>           | 2,5                                   | 6   | 10 | 6   | 40                 |
| Объемы потребления | 48                                    | 10  | 35 | 12  |                    |

9.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |     |    |    | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|-----|----|----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |     |    |    |                    |
|                    | 1                                     | 2   | 3  | 4  |                    |
| <i>A</i>           | 6,3                                   | 8,6 | 1  | 5  | 15                 |
| <i>B</i>           | 2,5                                   | 7   | 5  | 7  | 30                 |
| <i>C</i>           | 4                                     | 5   | 11 | 8  | 40                 |
| <i>D</i>           | 1                                     | 5   | 4  | 5  | 35                 |
| Объемы потребления | 44                                    | 30  | 26 | 42 |                    |

10.

| Предприятия | Стоимость перевозки единицы продукции |    |   |    | Объем производства |
|-------------|---------------------------------------|----|---|----|--------------------|
|             | Пункты потребления                    |    |   |    |                    |
|             | 1                                     | 2  | 3 | 4  |                    |
| <i>A</i>    | 7,3                                   | 9  | 3 | 10 | 14                 |
| <i>B</i>    | 3                                     | 10 | 5 | 9  | 30                 |
| <i>C</i>    | 7                                     | 11 | 3 | 2  | 20                 |

(окончание)

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |    |    |    | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|----|----|----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |    |    |    |                    |
|                    | 1                                     | 2  | 3  | 4  |                    |
| <i>D</i>           | 8                                     | 5  | 9  | 2  | 32                 |
| <i>E</i>           | 4,8                                   | 9  | 10 | 5  | 16                 |
| Объемы потребления | 60                                    | 10 | 20 | 10 |                    |

11.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |     |    |    | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|-----|----|----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |     |    |    |                    |
|                    | 1                                     | 2   | 3  | 4  |                    |
| <i>A</i>           | 6,3                                   | 8   | 5  | 11 | 12                 |
| <i>B</i>           | 4                                     | 11  | 7  | 9  | 24                 |
| <i>C</i>           | 7                                     | 3   | 5  | 8  | 32                 |
| <i>D</i>           | 9                                     | 5,5 | 10 | 1  | 32                 |
| <i>E</i>           | 5                                     | 8   | 11 | 5  | 30                 |
| Объемы потребления | 60                                    | 10  | 30 | 10 |                    |

12.

| Предприятия        | Стоимость перевозки единицы продукции |    |    |     | Объем производства |
|--------------------|---------------------------------------|----|----|-----|--------------------|
|                    | Пункты потребления                    |    |    |     |                    |
|                    | 1                                     | 2  | 3  | 4   |                    |
| <i>A</i>           | 4,2                                   | 10 | 5  | 9   | 17                 |
| <i>B</i>           | 5                                     | 8  | 5  | 9   | 33                 |
| <i>C</i>           | 6                                     | 4  | 4  | 7,3 | 20                 |
| <i>D</i>           | 7                                     | 5  | 11 | 4   | 12                 |
| <i>E</i>           | 3                                     | 11 | 8  | 5   | 20                 |
| Объемы потребления | 35                                    | 20 | 30 | 15  |                    |

## Дискретное программирование

Дискретное программирование изучает экстремальные задачи, в которых на искомые переменные накладывается условие дискретности, а область допустимых решений конечна. Это, прежде всего, задачи с физической неделимостью многих факторов и объектов расчета. К дискретному программированию относят также ряд задач целочисленного программирования, в которых искомые переменные принимают только целочисленные значения (например, задача о планировании штатного расписания) или логические, булевы, значения — нуль или единица (например, задача о назначениях). Рассмотрим решение задачи о назначениях.

### ПРИМЕР задачи о назначениях

Каждый из преподавателей может провести определенные виды занятий. Почасовая оплата  $c_{ij}$   $i$ -му преподавателю по  $j$ -му виду занятий приведена в табл. 7.19.

Составить план проведения учебных занятий так, чтобы все виды занятия были проведены, каждый преподаватель проводил занятия только по одному виду, а суммарная стоимость почасовой оплаты была минимальной.

**Таблица 7.19.** Стоимости выполнения работы

| Преподаватели | Почасовая оплата курсов |     |     |     |
|---------------|-------------------------|-----|-----|-----|
|               | 1                       | 2   | 3   | 4   |
| 1             | 350                     | 420 | 610 | 200 |
| 2             | 890                     | 130 | 650 | 900 |
| 3             | 430                     | 520 | 600 | 720 |
| 4             | 830                     | 610 | 780 | 470 |

### Решение

1. Проверка задачи на сбалансированность — задача является сбалансированной, т. к. количество преподавателей соответ-



вует числу возможных видов занятий. В случае несбалансированности задачи необходимо ввести недостающее число фиктивных преподавателей (строчек) или видов занятий (столбцов).

2. Построение математической модели задачи — пусть  $x_{ij} = 1$  в случае выполнения  $i$ -м преподавателем  $j$ -го вида занятий, и  $x_{ij} = 0$  — в случае невыполнения вида занятий. Тогда математическая модель задачи примет вид:

- найти минимум функционала:

$$f = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

- при следующих ограничениях:

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, 4},$$

$$\sum_{i=1}^4 x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, 4},$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i = \overline{1, 4}, \quad j = \overline{1, 4}.$$

3. Решение задачи с помощью надстройки **Поиск решения**:

- подготовку рабочего листа осуществляем в соответствии с рис. 7.15, формулы для расчета приведены в табл. 7.20;

**Таблица 7.20.** Формулы для расчета в задаче о назначениях

| Описание           | Ячейка     | Формула         |
|--------------------|------------|-----------------|
| <b>Ограничения</b> | <b>G11</b> | =СУММ (C11:F11) |
|                    | <b>G12</b> | =СУММ (C12:F12) |
|                    | <b>G13</b> | =СУММ (C13:F13) |
|                    | <b>G14</b> | =СУММ (C14:F14) |
| <b>Ограничения</b> | <b>C15</b> | =СУММ (C11:C14) |
|                    | <b>D15</b> | =СУММ (D11:D14) |
|                    | <b>E15</b> | =СУММ (E11:E14) |
|                    | <b>F15</b> | =СУММ (F11:F14) |

Таблица 7.20 (окончание)

| Описание                                        | Ячейка | Формула                     |
|-------------------------------------------------|--------|-----------------------------|
| Функционал качества<br>(стоимость всех занятий) | G17    | =СУММПРОИЗВ (C5:F8;C11:F14) |

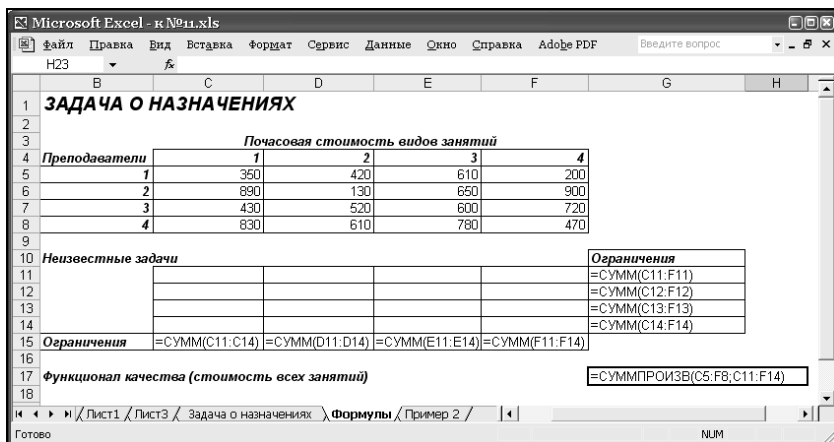


Рис. 7.15. Подготовка рабочего листа для решения задачи о назначениях

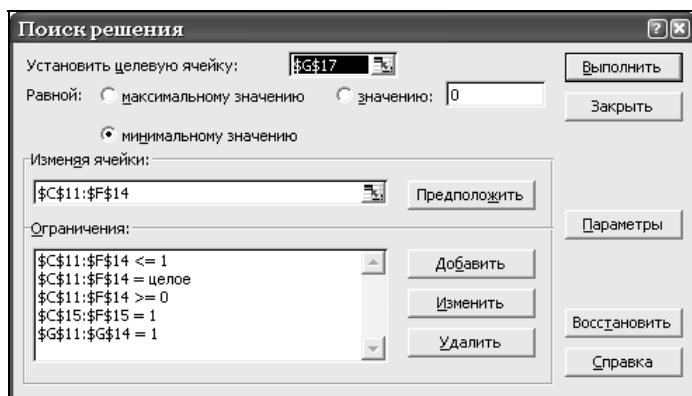


Рис. 7.16. Установка параметров в окне Поиск решения для задачи о назначениях

- устанавливаем ограничения в окне **Поиск решения**, как показано на рис. 7.16. В окне **Параметры** поиска решения

(см. рис. 7.2) необходимо также установить флажок **Линейная модель**;

- решение задачи представлено на рис. 7.17.

**ЗАДАЧА О НАЗНАЧЕНИЯХ**

*Почасовая стоимость видов занятий*

| Преподаватели | 1   | 2   | 3   | 4   |
|---------------|-----|-----|-----|-----|
| 1             | 350 | 420 | 610 | 200 |
| 2             | 890 | 130 | 650 | 900 |
| 3             | 430 | 520 | 600 | 720 |
| 4             | 830 | 610 | 780 | 470 |

*Неизвестные задачи*

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |

*Ограничения*

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|

*Функционал качества (стоимость всех занятий)* 1540

Рис. 7.17. Решение задачи о назначениях

## Задания к разделу " Дискретное программирование"

Задания по теме "Дискретное программирование" сформулированы в виде задач о назначениях. Имеется  $n$  преподавателей и  $m$  видов занятий. Стоимость  $c_{ij}$  выполнения  $i$ -м преподавателем  $j$ -го вида занятий приведена в таблицах, где преподавателям соответствуют строки, а видам занятий — столбцы. Составить план выполнения видов занятий так, чтобы все виды занятий были проведены, каждый преподаватель был занят только на одном виде занятий, а суммарная стоимость проведения всех видов занятий была минимальной.

1.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |     |     |     |      |
|---------------|----------------------|-----|-----|-----|------|
|               | Виды занятий         |     |     |     |      |
|               | 1                    | 2   | 3   | 4   | 5    |
| 1             | 320                  | 360 | 210 | 650 | 1100 |
| 2             | 100                  | 200 | 670 | 780 | 340  |
| 3             | 510                  | 120 | 110 | 900 | 210  |
| 4             | 270                  | 540 | 200 | 950 | 500  |

2.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |     |     |     |     |
|---------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|
|               | Виды занятий         |     |     |     |     |
|               | 1                    | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1             | 310                  | 300 | 600 | 520 | 700 |
| 2             | 500                  | 200 | 720 | 800 | 350 |
| 3             | 320                  | 550 | 100 | 590 | 200 |
| 4             | 600                  | 240 | 200 | 980 | 450 |

3.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |     |     |     |     |
|---------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|
|               | Виды занятий         |     |     |     |     |
|               | 1                    | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1             | 900                  | 400 | 780 | 500 | 700 |
| 2             | 120                  | 200 | 900 | 880 | 300 |
| 3             | 300                  | 800 | 100 | 900 | 200 |
| 4             | 330                  | 440 | 240 | 460 | 530 |

4.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |     |     |     |
|---------------|----------------------|-----|-----|-----|
|               | Виды занятий         |     |     |     |
|               | 1                    | 2   | 3   | 4   |
| 1             | 860                  | 620 | 200 | 500 |
| 2             | 510                  | 230 | 910 | 860 |
| 3             | 300                  | 800 | 120 | 900 |
| 4             | 100                  | 410 | 210 | 330 |
| 5             | 300                  | 720 | 990 | 500 |

5.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |     |     |     |     |
|---------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|
|               | Виды занятий         |     |     |     |     |
|               | 1                    | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1             | 1000                 | 820 | 610 | 200 | 700 |
| 2             | 600                  | 250 | 900 | 800 | 330 |
| 3             | 300                  | 700 | 100 | 780 | 500 |
| 4             | 910                  | 980 | 220 | 300 | 440 |

6.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |     |      |      |
|---------------|----------------------|-----|------|------|
|               | Виды занятий         |     |      |      |
|               | 1                    | 2   | 3    | 4    |
| 1             | 690                  | 380 | 220  | 700  |
| 2             | 500                  | 490 | 900  | 800  |
| 3             | 670                  | 800 | 100  | 1000 |
| 4             | 100                  | 910 | 1010 | 340  |
| 5             | 200                  | 700 | 800  | 550  |

7.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |    |    |    |    |
|---------------|----------------------|----|----|----|----|
|               | Виды занятий         |    |    |    |    |
|               | 1                    | 2  | 3  | 4  | 5  |
| 1             | 9                    | 4  | 6  | 2  | 10 |
| 2             | 6                    | 2  | 10 | 8  | 4  |
| 3             | 3                    | 7  | 1  | 10 | 5  |
| 4             | 7                    | 10 | 5  | 3  | 9  |

8.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |      |     |      |
|---------------|----------------------|------|-----|------|
|               | Виды занятий         |      |     |      |
|               | 1                    | 2    | 3   | 4    |
| 1             | 900                  | 300  | 220 | 430  |
| 2             | 510                  | 950  | 990 | 800  |
| 3             | 700                  | 810  | 100 | 900  |
| 4             | 1100                 | 1000 | 900 | 1200 |
| 5             | 320                  | 700  | 800 | 1030 |

9.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |     |     |      |      |
|---------------|----------------------|-----|-----|------|------|
|               | Виды занятий         |     |     |      |      |
|               | 1                    | 2   | 3   | 4    | 5    |
| 1             | 640                  | 400 | 120 | 100  | 1000 |
| 2             | 600                  | 540 | 340 | 800  | 400  |
| 3             | 310                  | 720 | 690 | 1000 | 480  |
| 4             | 1000                 | 100 | 500 | 1100 | 920  |

10.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |      |      |      |
|---------------|----------------------|------|------|------|
|               | Виды занятий         |      |      |      |
|               | 1                    | 2    | 3    | 4    |
| 1             | 500                  | 1200 | 200  | 700  |
| 2             | 1000                 | 900  | 670  | 1030 |
| 3             | 720                  | 810  | 1080 | 890  |
| 4             | 820                  | 1040 | 750  | 130  |
| 5             | 1200                 | 670  | 800  | 300  |

11.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |      |      |      |
|---------------|----------------------|------|------|------|
|               | Виды занятий         |      |      |      |
|               | 1                    | 2    | 3    | 4    |
| 1             | 640                  | 1000 | 330  | 800  |
| 2             | 1000                 | 910  | 860  | 1100 |
| 3             | 800                  | 800  | 1070 | 910  |
| 4             | 340                  | 790  | 800  | 1080 |
| 5             | 1080                 | 700  | 810  | 500  |

12.

| Преподаватели | Стоимость выполнения |      |      |      |
|---------------|----------------------|------|------|------|
|               | Виды занятий         |      |      |      |
|               | 1                    | 2    | 3    | 4    |
| 1             | 610                  | 1070 | 400  | 700  |
| 2             | 1200                 | 900  | 800  | 1100 |
| 3             | 700                  | 800  | 1050 | 900  |
| 4             | 430                  | 1080 | 910  | 1100 |
| 5             | 1080                 | 900  | 810  | 550  |

## Нелинейное программирование

Задача нелинейного программирования формулируется подобно задаче линейного программирования, но с учетом того, что целевая функция или/и хотя бы одно ограничение являются нелинейными. Вследствие этого задачи нелинейного программирования (НП) сложнее задач линейного программирования (ЛП). И для них не существует общего метода решения, который был бы аналогичен симплексному методу в ЛП. Следует также заметить, что задачи нелинейного программирования включают также нелинейные целочисленные задачи и задачи дискретного программирования. С учетом методов решения, задачи нелинейной оптимизации делятся на задачи условной оптимизации (поиск экстремума функции с учетом дополнительных условий в виде ограничений и граничных условий) и задачи безусловной оптимизации (поиск экстремума функции без всяких дополнительных условий). Для решения такого типа задач существует много различных методов. Применение того или иного метода решения зависит от типа нелинейности. Надстройка **Поиск решения** помогает облегчить численное решение задач нелинейного программирования.

### Решение системы нелинейных уравнений с двумя неизвестными с помощью средства *Поиск решения*

Надстройка **Поиск решения** позволяет находить решение системы нелинейных уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} f_1(x, y) = C_1 \\ f_2(x, y) = C_2 \end{cases}, \quad (4)$$

где:  $f_i(x, y)$ ,  $i = 1, 2$  — нелинейная функция от переменных  $x$  и  $y$ ,  $C_i$ ,  $i = 1, 2$  — произвольная постоянная.

Известно, что пара  $(x, y)$  является решением системы уравнений (4) тогда и только тогда, когда она является решением следующего нелинейного уравнения с двумя неизвестными:

$$(f_1(x, y) - C_1)^2 + (f_2(x, y) - C_2)^2 = 0. \quad (5)$$



С другой стороны, решение системы (4) — это точки пересечения двух кривых:  $f_1(x, y) = C_1$  и  $f_2(x, y) = C_2$  на плоскости  $XOY$ .

Из этого следует метод нахождения корней системы нелинейных уравнений:

1. Определить (хотя бы приближенно) интервал существования решения системы уравнений (4) или уравнения (5). Здесь необходимо учитывать вид уравнений, входящих в систему, область определения каждого их уравнений и т. п. Иногда применяется подбор начального приближения решения.
2. Протабулировать решение уравнения (5) по переменным  $x$  и  $y$  на выбранном интервале, либо построить графики функций  $f_1(x, y) = C_1$  и  $f_2(x, y) = C_2$  (система (4)).
3. Локализовать предполагаемые корни системы уравнений — найти несколько минимальных значений из таблицы табулирования корней уравнения (5), либо определить точки пересечения кривых, входящих в систему (4).
4. Найти корни для системы уравнений (4) с помощью надстройки **Поиск решения**.

## ПРИМЕР

Решить следующую систему нелинейных уравнений:

$$\begin{cases} (x-1)^2 + (y+1)^2 = 4 \\ 5x + 4y = 2 \end{cases}.$$

### Решение

Легко видеть, что решением системы уравнений являются точки пересечения окружности (с радиусом 2 и центром  $(1, -1)$ ) и прямой  $y = 0,5 - 1,25x$ .

Данную систему заменим равносильным уравнением:

$$\left((x-1)^2 + (y+1)^2 - 4\right)^2 + (5x + 4y - 2)^2 = 0,$$

для которого будем искать решения с помощью надстройки **Поиск решения**.

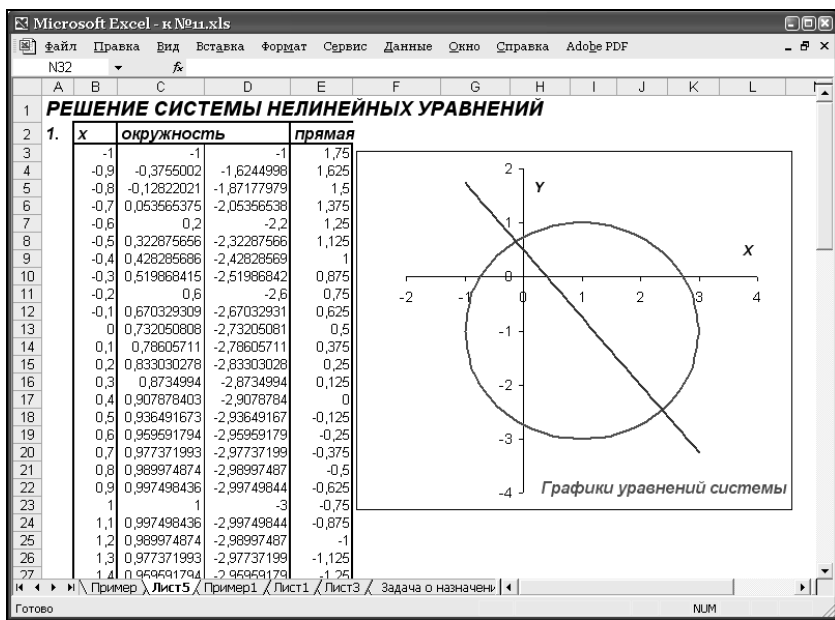


Рис. 7.18. Графическое решение системы нелинейных уравнений

1. Исходя из графиков уравнений, интервал локализации корней определим в границах от  $-3$  до  $3$  (рис. 7.18). Ячейки **В3:В43** содержат значения  $X$ . Формулы для построения графиков:

- в ячейке **С3**:

$$=-1+\text{КОРЕНЬ}(4-(\text{В3}-1)^2)$$

- в ячейке **Д3**:

$$=-1-\text{КОРЕНЬ}(4-(\text{В3}-1)^2)$$

- в ячейке **Е3**:

$$=(2-5*\text{В3})/4$$

2. Табулируем равносильное уравнение на отрезке  $[-3; 3]$  с шагом  $0,5$  (рис. 7.19).

3. Локализуем корни равносильного уравнения (рис. 7.20):

- ячейки **А47:А59** содержат значения  $X$  на отрезке  $[-3; 3]$  с шагом  $0,5$ ;

Microsoft Excel - к №11.xls

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Служба Справка Adobe PDF

Введите вопрос

В47 =((\\$A47-1)^2+(B\\$46+1)^2-4)^2+(5\*\\$A47+4\*B\\$46-2)^2

|    | A    | B      | C        | D        | E       | F        | G        | H       | I        | J        | K        | L        | M        | N        |
|----|------|--------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 44 |      |        |          |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |          |
| 45 | 2.   |        |          |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |          |
| 46 |      | -3     | -2.5     | -2       | -1.5    | -1       | -0.5     | 0       | 0.5      | 1        | 1.5      | 2        | 2.5      | 3        |
| 47 | -3   | 1097   | 932,0625 | 794      | 679,063 | 595      | 511,0625 | 458     | 428,0625 | 425      | 454,0625 | 522      | 637,0625 | 809      |
| 48 | -2.5 | 852,31 | 710,5    | 591,8125 | 492,5   | 410,3125 | 344,5    | 295,813 | 266,5    | 260,3125 | 262,5    | 339,8125 | 440,5    | 594,3125 |
| 49 | -2   | 657    | 536,5625 | 436      | 361,563 | 281      | 223,5625 | 180     | 152,5625 | 145      | 162,5625 | 212      | 301,5625 | 441      |
| 50 | -1.5 | 501,31 | 400,5    | 316,8125 | 246,5   | 187,3125 | 138,5    | 100,813 | 76,5     | 69,3125  | 84,5     | 126,8125 | 210,5    | 339,3125 |
| 51 | -1   | 377    | 294,0625 | 226      | 169,063 | 121      | 81,0625  | 50      | 30,0625  | 25       | 40,0625  | 82       | 159,0625 | 281      |
| 52 | -0.5 | 277,31 | 210,5    | 156,8125 | 112,5   | 75,3125  | 44,5     | 20,8125 | 6,5      | 5,3125   | 22,5     | 64,8125  | 140,5    | 259,3125 |
| 53 | 0    | 197    | 144,5625 | 104      | 71,5625 | 45       | 23,5625  | 8       | 0,5625   | 5        | 26,5625  | 72       | 149,5625 | 269      |
| 54 | 0.5  | 132,31 | 92,5     | 63,8125  | 42,5    | 26,3125  | 14,5     | 7,8125  | 8,5      | 20,3125  | 48,5     | 99,8125  | 182,5    | 306,3125 |
| 55 | 1    | 81     | 52,0625  | 34       | 23,0625 | 17       | 15,0625  | 18      | 28,0625  | 49       | 86,0625  | 146      | 237,0625 | 369      |
| 56 | 1.5  | 42,313 | 22,5     | 13,8125  | 12,5    | 16,3125  | 24,5     | 37,8125 | 59,5     | 90,3125  | 136,5    | 209,8125 | 312,5    | 456,3125 |
| 57 | 2    | 17     | 4,5625   | 4        | 11,5625 | 25       | 43,5625  | 68      | 100,5625 | 145      | 206,5625 | 292      | 409,5625 | 569      |
| 58 | 2.5  | 7,3125 | 0,5      | 6,8125   | 22,5    | 45,3125  | 74,5     | 110,813 | 156,5    | 215,3125 | 292,5    | 394,8125 | 530,5    | 709,3125 |
| 59 | 3    | 17     | 14,0625  | 26       | 49,0625 | 81       | 121,0625 | 170     | 230,0625 | 305      | 400,0625 | 522      | 679,0625 | 881      |
| 60 |      |        |          |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |          |

Готово

Рис. 7.19. Табулирование функции для нахождения решения системы уравнений

- ячейки **B46:N46** содержат значения  $Y$  на отрезке  $[-3; 3]$  с шагом  $0,5$ ;
- формула для ячейки **B47** (копируется на диапазон **B47:N59**):  

$$=((\$A47-1)^2+(B\$46+1)^2-4)^2+(5*\$A47+4*B\$46-2)^2$$
- формула для ячейки **B62** (копируется на диапазон **B62:N62**):  

$$=\text{МИН}(B47:B60)$$

Microsoft Excel - к №11.xls

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Служба Справка Adobe PDF

Введите вопрос

N62 =МИН(N47:N60)

|    | A    | B      | C        | D        | E       | F        | G        | H       | I        | J        | K        | L        | M        | N        |
|----|------|--------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 44 |      |        |          |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |          |
| 45 | 2.   |        |          |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |          |
| 46 |      | -3     | -2.5     | -2       | -1.5    | -1       | -0.5     | 0       | 0.5      | 1        | 1.5      | 2        | 2.5      | 3        |
| 47 | -3   | 1097   | 932,0625 | 794      | 679,063 | 595      | 511,0625 | 458     | 428,0625 | 425      | 454,0625 | 522      | 637,0625 | 809      |
| 48 | -2.5 | 852,31 | 710,5    | 591,8125 | 492,5   | 410,3125 | 344,5    | 295,813 | 266,5    | 260,3125 | 262,5    | 339,8125 | 440,5    | 594,3125 |
| 49 | -2   | 657    | 536,5625 | 436      | 361,563 | 281      | 223,5625 | 180     | 152,5625 | 145      | 162,5625 | 212      | 301,5625 | 441      |
| 50 | -1.5 | 501,31 | 400,5    | 316,8125 | 246,5   | 187,3125 | 138,5    | 100,813 | 76,5     | 69,3125  | 84,5     | 126,8125 | 210,5    | 339,3125 |
| 51 | -1   | 377    | 294,0625 | 226      | 169,063 | 121      | 81,0625  | 50      | 30,0625  | 25       | 40,0625  | 82       | 159,0625 | 281      |
| 52 | -0.5 | 277,31 | 210,5    | 156,8125 | 112,5   | 75,3125  | 44,5     | 20,8125 | 6,5      | 5,3125   | 22,5     | 64,8125  | 140,5    | 259,3125 |
| 53 | 0    | 197    | 144,5625 | 104      | 71,5625 | 45       | 23,5625  | 8       | 0,5625   | 5        | 26,5625  | 72       | 149,5625 | 269      |
| 54 | 0.5  | 132,31 | 92,5     | 63,8125  | 42,5    | 26,3125  | 14,5     | 7,8125  | 8,5      | 20,3125  | 48,5     | 99,8125  | 182,5    | 306,3125 |
| 55 | 1    | 81     | 52,0625  | 34       | 23,0625 | 17       | 15,0625  | 18      | 28,0625  | 49       | 86,0625  | 146      | 237,0625 | 369      |
| 56 | 1.5  | 42,313 | 22,5     | 13,8125  | 12,5    | 16,3125  | 24,5     | 37,8125 | 59,5     | 90,3125  | 136,5    | 209,8125 | 312,5    | 456,3125 |
| 57 | 2    | 17     | 4,5625   | 4        | 11,5625 | 25       | 43,5625  | 68      | 100,5625 | 145      | 206,5625 | 292      | 409,5625 | 569      |
| 58 | 2.5  | 7,3125 | 0,5      | 6,8125   | 22,5    | 45,3125  | 74,5     | 110,813 | 156,5    | 215,3125 | 292,5    | 394,8125 | 530,5    | 709,3125 |
| 59 | 3    | 17     | 14,0625  | 26       | 49,0625 | 81       | 121,0625 | 170     | 230,0625 | 305      | 400,0625 | 522      | 679,0625 | 881      |
| 60 |      |        |          |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |          |
| 61 | 3.   |        |          |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |          |
| 62 | Min  | 7,3125 | 0,5      | 4        | 11,5625 | 16,3125  | 14,5     | 7,8125  | 0,5625   | 5        | 22,5     | 64,8125  | 140,5    | 259,3125 |
| 63 |      |        |          |          |         |          |          |         |          |          |          |          |          |          |

Готово

Рис. 7.20. Локализация корней системы уравнений

Исходя из результатов вычислений, определим следующие пары предполагаемых корней уравнения:  $(-2,5; -2,5)$ ,  $(2; -2)$ ,  $(0; 0,5)$  и  $(0; 1)$ .

4. Найдем корни равносильного уравнения (рис. 7.21) — для этого поместим пары значений для предполагаемых корней в ячейки **D69:E72**. В ячейку **G69** введем формулу для равносильного уравнения (копируется на диапазон **G69:G72**):

$$=((D69-1)^2+(E69+1)^2-4)^2+(5*D69+4*E69-2)^2$$

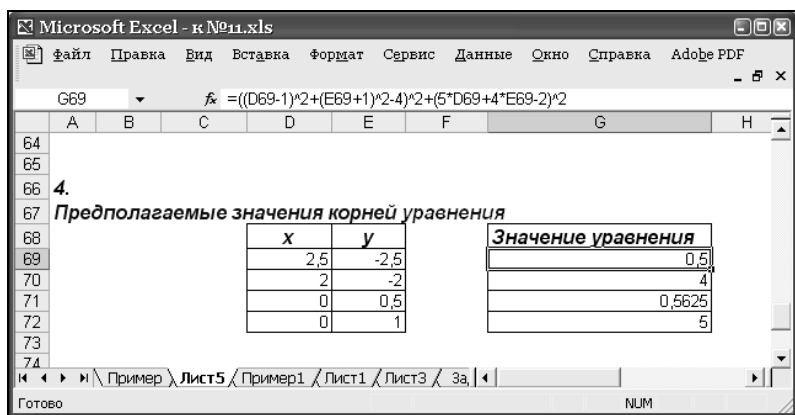


Рис. 7.21. Подготовка листа рабочей книги для нахождения корней нелинейной системы уравнений

С помощью надстройки **Поиск решения** (в окне **Параметры поиска решения** (см. рис. 7.2) флажок **Линейная модель** должен быть снят) установим необходимые параметры для поиска корня равносильного уравнения (рис. 7.22), затем выполним поиск решения. Процедуру повторим для всех имеющихся пар корней.

Результаты поиска решения (рис. 7.23) позволяют сделать вывод о том, что система имеет 2 решения:  $(2,3675745729901; -2,45934248863711)$  и  $(-0,123564081639673; 0,654434224216163)$ .

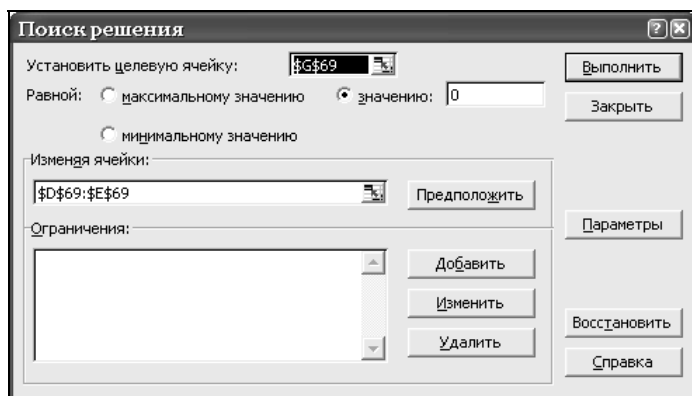


Рис. 7.22. Ввод данных в окно Поиск решения для задачи нахождения корней системы уравнений

Microsoft Excel - к №11.xls

файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF

G70    fx =((D70-1)\*2+(E70+1)\*2-4)\*2+(5\*D70+4\*E70-2)\*2

|    | A                                               | B | C | D         | E        | F | G                         | H |
|----|-------------------------------------------------|---|---|-----------|----------|---|---------------------------|---|
| 65 |                                                 |   |   |           |          |   |                           |   |
| 66 | 4.                                              |   |   |           |          |   |                           |   |
| 67 | <b>Предполагаемые значения корней уравнения</b> |   |   |           |          |   |                           |   |
| 68 |                                                 |   |   | <b>x</b>  | <b>y</b> |   | <b>Значение уравнения</b> |   |
| 69 |                                                 |   |   | 2,3675746 | -2,45934 |   | 2,56434E-07               |   |
| 70 |                                                 |   |   | 2,367553  | -2,45933 |   | 2,42523E-07               |   |
| 71 |                                                 |   |   | -0,123564 | 0,65443  |   | 2,10512E-07               |   |
| 72 |                                                 |   |   | -0,123669 | 0,65458  |   | 6,80851E-08               |   |
| 73 |                                                 |   |   |           |          |   |                           |   |
| 74 |                                                 |   |   |           |          |   |                           |   |

Готово    NUM

Рис. 7.23. Результаты поиска решения для нелинейной системы уравнений

## Задания к разделу "Нелинейное программирование"

Найти все решения системы нелинейных уравнений:

$$1. \begin{cases} 3x^2 + 6y^2 = 4 \\ 6x + 10y = 4 \end{cases} \quad 2. \begin{cases} 5x^2 + 7y^2 = 6 \\ 4x - 5y = 4 \end{cases}$$

$$3. \begin{cases} 3x^2 + y^2 = 3 \\ x + 6y = 10 \end{cases}$$

$$4. \begin{cases} 4(x-1)^2 + 5(y+1)^2 = 12 \\ 4x - 2y = 1 \end{cases}$$

$$5. \begin{cases} 7x^2 + 3y^2 = 4 \\ 8x + 4y = 2 \end{cases}$$

$$6. \begin{cases} 3(x-3)^2 + 5(y+5)^2 = 25 \\ x = 12 + 2y \end{cases}$$

$$7. \begin{cases} \left(\frac{x}{2} - 1\right)^2 + \left(\frac{y}{2} - 1\right)^2 = 16 \\ x = 4 + y \end{cases}$$

$$8. \begin{cases} 7x^2 + 5y^2 = 8 \\ 3x - 4y = 2 \end{cases}$$

$$9. \begin{cases} 4x^2 + 3y^2 = 3 \\ 3x + 8y = 4 \end{cases}$$

$$10. \begin{cases} x^4 + y^4 = 82 \\ xy = 3 \end{cases}$$

$$11. \begin{cases} y - 2x + 1 = 0 \\ y - |x| - 1 = 0 \end{cases}$$

$$12. \begin{cases} |x| + 2|y| = 3 \\ 5y + 7x = 2 \end{cases}$$

$$13. \begin{cases} xy + x + y = 11 \\ x^2y + xy^2 = 30 \end{cases}$$

$$14. \begin{cases} x + y = 7 \\ y = \frac{6}{x} \end{cases}$$

$$15. \begin{cases} \frac{x}{y} + \frac{y}{x} = 13 \\ x + y = 5 \end{cases}$$

$$16. \begin{cases} x^2 - xy + y^2 = 7 \\ x + y = 5 \end{cases}$$

$$17. \begin{cases} \frac{1}{2x-y} + y = -5 \\ \frac{y}{2x-y} = 6 \end{cases}$$

$$18. \begin{cases} \frac{1}{x-y} + x = 1 \\ \frac{x}{x-y} = -2 \end{cases}$$

$$19. \begin{cases} \frac{1}{y-1} - \frac{1}{y+1} = \frac{1}{x} \\ y^2 - x - 5 = 0 \end{cases}$$

$$20. \begin{cases} \frac{x+y}{x-y} + \frac{x-y}{x+y} = \frac{5}{2} \\ x^2 + y^2 = 20 \end{cases}$$

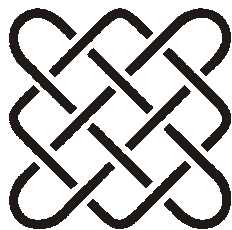
$$21. \begin{cases} 2x^2 + y^2 + 3xy = 12 \\ 2(x + y)^2 - y^2 = 14 \end{cases}$$

$$22. \begin{cases} x^2 + y^2 - xy = 13 \\ x + y - \sqrt{xy} = 3 \end{cases}$$

$$23. \begin{cases} x^3 + y^3 = 35 \\ x + y = 5 \end{cases}$$

$$24. \begin{cases} x^3 + y^3 = 7 \\ xy(x + y) = -2 \end{cases}$$

## ГЛАВА 8



# Управление списками в Microsoft Excel

Различные экономические, финансовые, учетные и многие другие задачи требуют представления электронных таблиц в виде так называемых *списков*.

## Списки и диапазоны

Списки в MS Excel (рис. 8.1) — это таблицы, строки которых содержат однородную информацию. Строки таблицы называются *записями*, а столбцы — *полями* записей. Столбцам присваиваются уникальные имена полей, которые заносятся в первую строку списка — *строку заголовка*.

На рабочем листе выделяются следующие области:

- ☐ диапазон данных — область, где хранятся данные списка. Данные, связанные друг с другом, записываются в отдельные строки, каждому столбцу соответствует свое поле списка с уникальным именем поля;
- ☐ диапазон критериев — область на рабочем листе, в которой задаются критерии для поиска информации. В диапазоне критериев указываются имена полей и отводится область для записи условий отбора;
- ☐ диапазон для извлечения — область, в которую MS Excel копирует выбранные данные из списка. Этот диапазон должен быть расположен на том же листе, что и список. Если извле-



ченную информацию необходимо поместить на другой лист, ее копируют в буфер, а затем вставляют в нужное место.

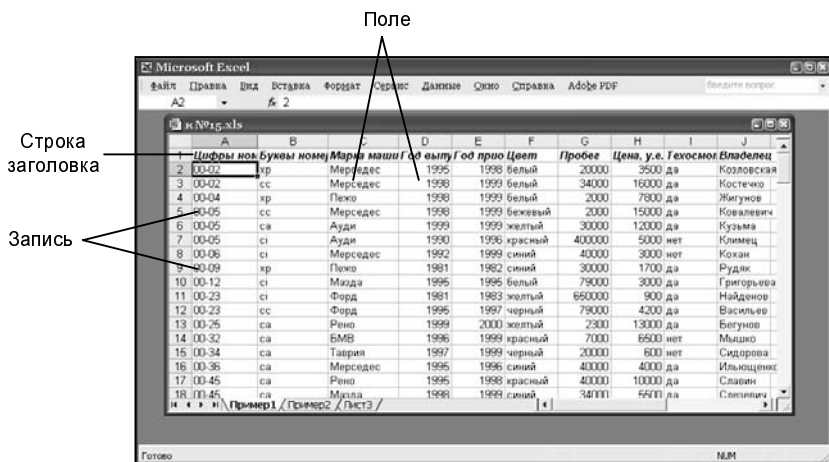


Рис. 8.1. Список MS Excel

## Ввод данных в список

Существуют следующие способы ввода данных в список:

- ☐ использование формы данных, которая автоматически создается после определения заголовка списка с помощью команды меню **Данные | Форма**;
- ☐ ввод данных во вставляемые в список пустые строки — в этом случае имя диапазона списка переопределяется автоматически (непосредственно ввод данных);
- ☐ использование средства **Автоввод** и команды **Выбрать из списка** для ускорения работы;
- ☐ использование форм Access и дальнейший перенос данных на лист MS Excel;
- ☐ использование мастера шаблонов для преобразования рабочего листа MS Excel в форму;

- применение VBA — соответствующая программа будет предоставлять форму или окно диалога для ввода данных и их последующего помещения в определенные ячейки рабочего листа MS Excel.

## Работа со списками

Работа с подготовленным списком в MS Excel может осуществляться по трем направлениям:

- сортировка — выстраивание данных в нужном порядке;
- отбор данных — извлечение записей данных из списка в соответствии с некоторыми требованиями (критериями);
- анализ данных — обработка различными средствами информации, находящейся в списке или в отфильтрованных данных.

## Сортировка данных

Команда **Данные | Сортировка** открывает окно, в котором задаются ключи сортировки (столбцы или строки) и порядок сортировки (рис. 8.2).

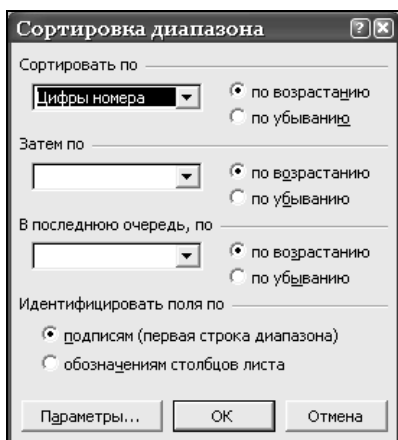


Рис. 8.2. Окно Сортировка диапазона

В MS Excel используется следующий порядок сортировки:

1. Числа (от  $-\infty$  до  $+\infty$ ).
2. Текст и формулы.
3. Значение ЛОЖЬ.
4. Значение ИСТИНА.
5. Значения ошибок.
6. Пустые значения.

При использовании сортировки следует иметь в виду следующее:

- ❑ порядок сортировки данных в MS Excel зависит от национальных настроек MS Windows;
- ❑ если необходимо упорядочить числовые величины в алфавитном порядке, нужно перед числовыми величинами ставить апостроф, либо отформатировать числа как текст, либо ввести число как формулу (например, ="345");
- ❑ при сортировке списков, содержащих формулы, следует помнить, что относительные ссылки в формулах при перемещении записей могут привести к неправильным результатам, поэтому в списках лучше использовать формулы с абсолютными ссылками;
- ❑ для возврата к первоначальному списку следует ввести перед базой дополнительное индексное поле, содержащее возрастающую с любым шагом числовую последовательность (например, 1, 2, 3, ...). Тогда, выделив ячейку в столбце индексов и нажав кнопку **По возрастанию**, вернемся к первоначальному списку;
- ❑ имеется возможность отсортировать данные в каком-либо заданном порядке (например, по дням недели, месяцам и т. д.). Для этого в диалоговом окне **Параметры сортировки** (рис. 8.3), вызываемом командой **Данные | Сортировка | кнопка Параметры**, служит поле **Порядок сортировки по 1-му ключу** (выбирается вариант порядка сортировки). Часто для этого нужно создавать собственный пользовательский список. Чтобы вернуться к обычному порядку — выберите в поле **Порядок сортировки по 1-му ключу** элемент **Не производится**;

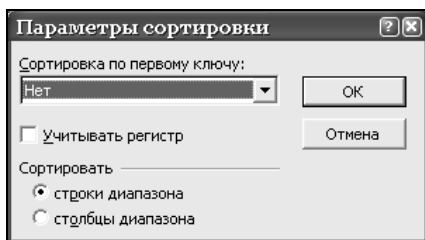


Рис. 8.3. Окно Параметры сортировки

- ❑ даты и время должны быть введены в соответствующем формате либо с помощью функций даты или времени, т. к. для сортировки таких данных MS Excel использует внутреннее представление этих величин;
- ❑ сортировка по полям, большим трех, осуществляется последовательными сортировками, начиная с ключей самого низшего уровня;
- ❑ MS Excel может сортировать не только строки, но и столбцы.

## Отбор данных

Для поиска и фильтрации данных в MS Excel существуют 3 средства:

- ❑ форма данных;
- ❑ автофильтр;
- ❑ расширенный фильтр.

## Критерии отбора (фильтрации)

Применяются следующие критерии поиска:

- ❑ по точному соответствию. Математические вычисления и логические операции (И, ИЛИ) не используются;
- ❑ на основе сравнения — используют различные операции сравнения: =200 (число), =[пробел] (ищут пустые поля), >, >=, <, <=, < >. Такие операции можно применять к различным форматам данных — к числам, тексту, отдельным символам, датам, времени и др.;

- ☐ по близкому соответствию с использованием образца — задают образец поиска, используя символы шаблона — ? или/и \*. Для нахождения полей, содержащих просто ? или \*, перед ними ставится тильда: ~? или ~\*;
- ☐ по поиску соответствия с использованием множественного критерия с операциями и и или — поиск данных по нескольким условиям.

## Поиск с помощью формы данных

Форма данных представляет собой средство для поиска и редактирования записей, которые удовлетворяют простому или множественному критерию сравнения. В форме данных условия в критерии должны соответствовать логической операции и. Здесь нельзя использовать логическую операцию или и конструировать вычисляемые критерии. В форме данных при вводе критерия для поиска некоторого фрагмента текста всегда считается, что шаблон поиска заканчивается символом \*.

Поиск с помощью формы данных производится следующим образом:

1. Поместите указатель ячейки в любое место внутри списка.
2. Выберите команду **Данные | Форма**, затем нажмите кнопку **Критерии** (рис. 8.4).

Рис. 8.4. Поиск с помощью формы данных

3. В открывшемся окне введите критерии поиска в необходимых полях. Для перехода к записи, удовлетворяющей критерию, следует нажать кнопку **Далее** или **Назад**.

## Поиск с помощью автофильтра

Автофильтр позволяет вывести на рабочий лист все записи, удовлетворяющие заданному критерию. Автофильтр предлагает три метода фильтрации данных:

- установку необходимых значений полей для поиска точного соответствия (рис. 8.5);

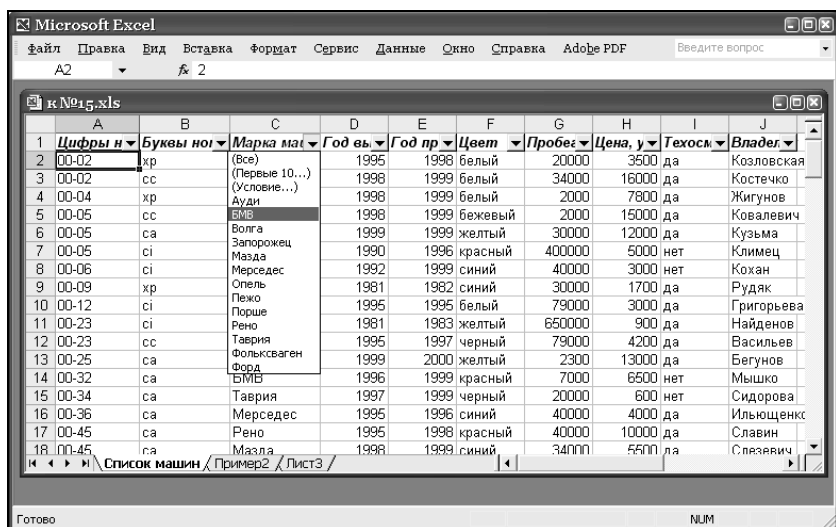


Рис. 8.5. Поиск с помощью автофильтра по точному соответствию

- применение пользовательского автофильтра **Условие** — позволяет осуществить поиск близкого соответствия на основе критериев И/ИЛИ (рис. 8.6);
- использование команды **Первые 10** (рис. 8.7) для отбора некоторого количества наибольших или наименьших элементов списка (в основном необходимо хотя бы одно поле с числами).

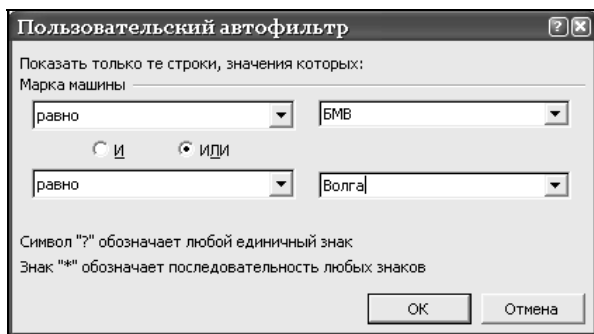


Рис. 8.6. Поиск с помощью пользовательского автофильтра

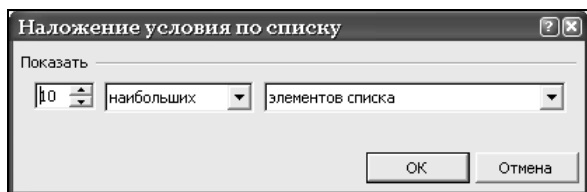


Рис. 8.7. Окно Наложение условия по списку

Поиск с помощью автофильтра производится в следующем порядке:

1. Установите указатель ячейки в список данных.
2. Выполните команду **Данные | Фильтр | Автофильтр**. Возле каждого поля строки заголовка появятся раскрывающиеся списки в виде кнопки с треугольником.
3. Перейдите к необходимому полю.
4. Выберите необходимый критерий поиска или воспользуйтесь пользовательским автофильтром **Условие**.
5. Для включения в критерий другого поля возвратитесь к пункту 1.

## Поиск с помощью расширенного фильтра

Расширенный фильтр позволяет одновременно или по отдельности применять операции **И**, **ИЛИ** и составлять вычисляемые критерии.

Поиск с помощью расширенного фильтра предполагает использование следующей методики:

1. Подготовить диапазон критериев для расширенного фильтра:

- верхняя строка должна содержать заголовки полей, по которым будет производиться отбор (точное соответствие заголовкам полей списка);
- условия критериев поиска записываются в пустые строки под подготовленной строкой заголовка, причем следует учитывать, что:
  - выполнение условия **И** требует располагать критерии поиска рядом в одной строке;
  - выполнение условия **ИЛИ** требует располагать критерии в разных строках;
  - поиск по вычисляемому критерию включает формулы (пользовательские или функции MS Excel), в которых аргументами являются поля списка. Вычисляемый критерий располагается под некоторым заголовком, например, **Условие**, который не должен совпадать ни с одним именем поля списка. Ссылки на список используются относительные. Они указывают на верхние записи в диапазоне данных списка. Ссылки на ячейки вне списка берутся абсолютными. Вычисляемый критерий может включать несколько функций и зависеть от нескольких полей. Результатом вычисления критерия должно быть логическое значение **ИСТИНА** или **ЛОЖЬ** (расширенный фильтр отбирает записи, соответствующие критерию **ИСТИНА**);
  - в случае сложного условия поиск данных осуществляется по составному критерию с применением отбора по **И** и **ИЛИ**. Критерий следует составлять с помощью логических функций **И ()**, **ИЛИ ()**, **НЕ ()**.

2. Поместить указатель ячейки в список (или выделить весь необходимый список).

3. Выполнить команду **Данные | Фильтр | Расширенный фильтр**. В диалоговом окне **Расширенный фильтр** (рис. 8.8):



- указать в области **Обработка** место, куда будут помещаться результаты выборки данных;
- в поле **Исходный диапазон** пометить весь список, подлежащий фильтрации (как правило, после помещения указателя ячейки в список данных диапазон выделяется по умолчанию);
- в поле **Диапазон условий** указать подготовленный диапазон условий отбора записей (удобно выделить мышью на рабочем листе);
- если отобранные записи необходимо поместить в другое место, в поле **Поместить результат в диапазон** указать соответствующее место для отобранных данных;
- для отбора уникальных записей (без повторений) необходимо установить флажок **Только уникальные записи**.

Результаты расширенной фильтрации отображаются на данном рабочем листе или копируются в другое место.

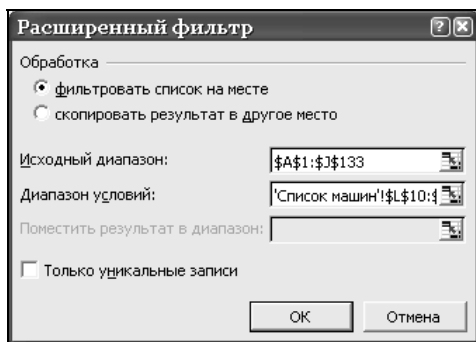


Рис. 8.8. Окно Расширенный фильтр

## ПРИМЕР

Определить, имеются ли в предложенном списке (см. рис. 8.1) белые машины, год выпуска которых больше 1995 и цена которых находится в диапазоне от 3000 до 16 000 у. е., или черные Мерседесы, пробег которых более 23 000 км, но менее 150 000 км.

## Решение

1. Откройте список, подлежащий фильтрации (список располагается в диапазоне **A1:J133**, строка заголовка — в диапазоне **A1:J1**).
2. Сформируйте диапазон критериев для расширенного фильтра в соответствии с рис. 8.9.

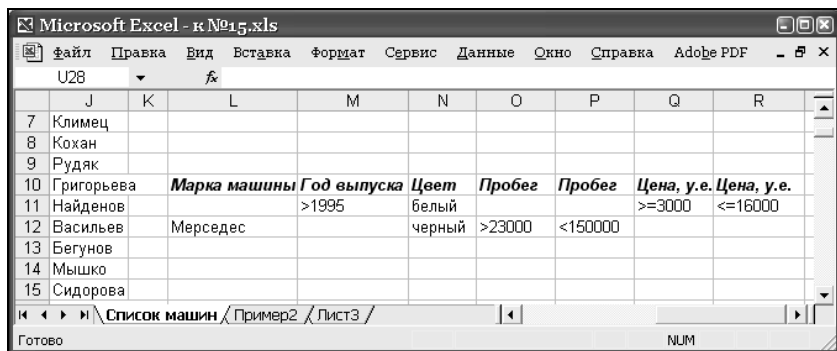


Рис. 8.9. Диапазон критериев для расширенного фильтра к задаче про белые и черные машины

3. Выполните команду **Данные | Фильтр | Расширенный фильтр**.
4. Отфильтрованные данные приведены на рис. 8.10.

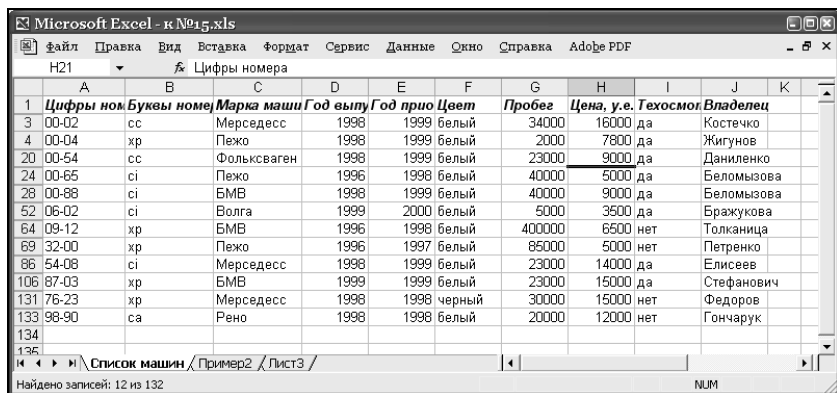


Рис. 8.10. Данные к задаче про белые и черные машины, отобранные расширенным фильтром

## ПРИМЕР

Определить, имеются ли в списке (см. рис. 8.1) машины, год выпуска которых больше 1990 и пробег которых более 100 00 км, но менее 100 000 км, или черные Мерседесы, цена которых более 20 000 у. е., но менее 30 000 у. е.

## Решение

1. Откройте список, подлежащий фильтрации (список располагается в диапазоне **A1:J133**, строка заголовка — в диапазоне **A1:J1**).
2. Сформируйте вычисляемый критерий для расширенного фильтра в диапазоне **M3:M4** (рис. 8.11). В ячейку **M3** введите **УСЛОВИЕ**. В ячейку **M4** введите формулу:

=ИЛИ(И(G2>10000;G2<100000;D2>1990);И(C2="Мерседес";F2="черный";H2>20000;H2<30000))

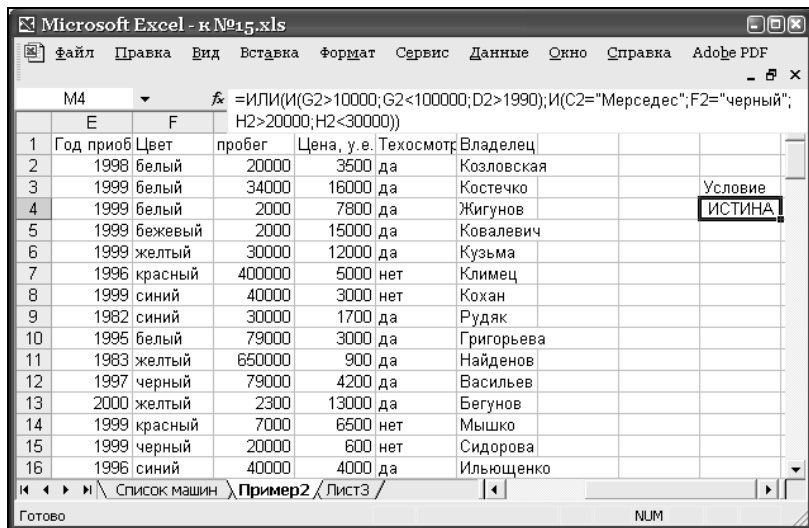


Рис. 8.11. Вычисляемый критерий для расширенного фильтра к задаче о пробеге

3. Выполните команду **Данные | Фильтр | Расширенный фильтр**.
4. Отфильтрованные данные представлены на рис. 8.12.

Microsoft Excel - к №15.xls

файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF

|    | A2    |    | fx 2     |       |      |         |        |       |        |              |        |            |           |          |
|----|-------|----|----------|-------|------|---------|--------|-------|--------|--------------|--------|------------|-----------|----------|
|    | A     | B  | C        | D     | E    | F       | G      | H     | I      | J            | K      |            |           |          |
| 1  | Цифры | но | Букв     | Марка | ма   | Год     | выпуск | Год   | приобр | Цвет         | пробег | Цена, у.е. | Техосмотр | Владелец |
| 2  | 00-02 | хр | Мерседес | 1995  | 1998 | белый   | 20000  | 3500  | да     | Козловская   |        |            |           |          |
| 3  | 00-02 | сс | Мерседес | 1998  | 1999 | белый   | 34000  | 16000 | да     | Костечко     |        |            |           |          |
| 6  | 00-05 | са | Ауди     | 1999  | 1999 | желтый  | 30000  | 12000 | да     | Кузьма       |        |            |           |          |
| 8  | 00-06 | си | Мерседес | 1992  | 1999 | синий   | 40000  | 3000  | нет    | Кохан        |        |            |           |          |
| 10 | 00-12 | си | Мазда    | 1995  | 1995 | белый   | 79000  | 3000  | да     | Григорьева   |        |            |           |          |
| 12 | 00-23 | сс | Форд     | 1995  | 1997 | черный  | 79000  | 4200  | да     | Васильев     |        |            |           |          |
| 15 | 00-34 | са | Таврия   | 1997  | 1999 | черный  | 20000  | 600   | нет    | Сидорова     |        |            |           |          |
| 16 | 00-36 | са | Мерседес | 1995  | 1996 | синий   | 40000  | 4000  | да     | Ильющенко    |        |            |           |          |
| 17 | 00-45 | са | Рено     | 1995  | 1998 | красный | 40000  | 10000 | да     | Славин       |        |            |           |          |
| 18 | 00-45 | са | Мазда    | 1998  | 1999 | синий   | 34000  | 5500  | да     | Слезевич     |        |            |           |          |
| 20 | 00-54 | сс | Фольксва | 1998  | 1999 | белый   | 23000  | 9000  | да     | Даниленко    |        |            |           |          |
| 23 | 00-65 | сс | Волга    | 1997  | 1998 | белый   | 20000  | 2000  | нет    | Рыбак        |        |            |           |          |
| 24 | 00-65 | си | Пежо     | 1996  | 1998 | белый   | 40000  | 5000  | да     | Беломызова   |        |            |           |          |
| 28 | 00-88 | си | БМВ      | 1998  | 1999 | белый   | 40000  | 9000  | да     | Беломызова   |        |            |           |          |
| 36 | 02-34 | са | Форд     | 1996  | 1996 | бежевый | 40000  | 5000  | да     | Данченко     |        |            |           |          |
| 39 | 03-26 | хр | Таврия   | 1999  | 1999 | красный | 20000  | 800   | да     | Петров       |        |            |           |          |
| 43 | 04-50 | хр | БМВ      | 1991  | 1998 | красный | 30000  | 2500  | нет    | Старовойрова |        |            |           |          |
| 47 | 05-03 | хр | Мерседес | 1996  | 1998 | бежевый | 40000  | 4500  | нет    | Диденко      |        |            |           |          |
| 48 | 05-34 | хр | Пежо     | 1991  | 1998 | зеленый | 20000  | 2300  | нет    | Светлова     |        |            |           |          |
| 51 | 06-02 | сс | Порше    | 1997  | 1998 | белый   | 65000  | 47000 | да     | Бойко        |        |            |           |          |
| 55 | 06-08 | сс | Пежо     | 1997  | 1993 | белый   | 20000  | 3900  | нет    | Глиц         |        |            |           |          |

Пример2 / Лист3 /

Найдено записей: 47 из 132

NUM

Рис. 8.12. Данные к задаче о пробеге, отобранные расширенным фильтром

## ПРИМЕР

Определить автомобили белого или красного цвета, цена которых меньше средней цены для всех автомобилей и пробег которых больше либо равен среднему пробегу для всех автомобилей (см. рис. 8.1).

## Решение

1. Откройте список, подлежащий фильтрации (список располагается в диапазоне **A1:J133**, строка заголовка — в диапазоне **A1:J1**).
2. Сформируйте вычисляемый критерий для расширенного фильтра в диапазоне **L1:L2** (рис. 8.13). В ячейку **L1** введите **Условие**. В ячейку **L2** введите формулу:

=ИЛИ (F2="белый"; F2="красный"); H2<CPЗНАЧ (\$H\$2:\$H\$133); G2>=CPЗНАЧ (\$G\$2:\$G\$133))

Microsoft Excel - к №15.xls

файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF

Л2  $\text{fx}$  =И(ИЛИ(F2="белый";F2="красный");H2<CP3НАЧ(\$H\$2:\$H\$133);G2>=CP3НАЧ(\$G\$2:\$G\$133))

|    | D           | E                |         |        |            |           |            |         |
|----|-------------|------------------|---------|--------|------------|-----------|------------|---------|
|    | Год выпуска | Год приобретения | Цвет    | Пробег | Цена, у.е. | Техосмотр | Владелец   | Условие |
| 1  |             |                  |         |        |            |           |            | ЛОЖЬ    |
| 2  | 1995        | 1998             | белый   | 20000  | 3500       | да        | Козловская |         |
| 3  | 1998        | 1999             | белый   | 34000  | 16000      | да        | Костечко   |         |
| 4  | 1998        | 1999             | белый   | 2000   | 7800       | да        | Жигунов    |         |
| 5  | 1998        | 1999             | бежевый | 2000   | 15000      | да        | Ковалевич  |         |
| 6  | 1999        | 1999             | желтый  | 30000  | 12000      | да        | Кузьма     |         |
| 7  | 1990        | 1996             | красный | 400000 | 5000       | нет       | Климец     |         |
| 8  | 1992        | 1999             | синий   | 40000  | 3000       | нет       | Кохан      |         |
| 9  | 1981        | 1982             | синий   | 30000  | 1700       | да        | Рудяк      |         |
| 10 | 1995        | 1995             | белый   | 79000  | 3000       | да        | Григорьева |         |
| 11 | 1981        | 1983             | желтый  | 650000 | 900        | да        | Найденков  |         |
| 12 | 1995        | 1997             | черный  | 79000  | 4200       | да        | Васильев   |         |
| 13 | 1999        | 2000             | желтый  | 2300   | 13000      | да        | Бегунов    |         |
| 14 | 1986        | 1999             | красный | 7000   | 6500       | нет       | Мышко      |         |

Готово NUM

Рис. 8.13. Диапазон для вычисляемого критерия, включающего среднюю цену и средний пробег автомобилей

3. Выполните команду **Данные | Фильтр | Расширенный фильтр**.
4. Отфильтрованные данные представлены на рис. 8.14.

Microsoft Excel - к №15.xls

файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF

G6  $\text{fx}$  Цифры номера

|     | A            | B            | C            | D           | E                | F       | G      | H          | I         | J         | K |
|-----|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|---------|--------|------------|-----------|-----------|---|
|     | Цифры номера | Буквы номера | Марка машины | Год выпуска | Год приобретения | Цвет    | Пробег | Цена, у.е. | Техосмотр | Владелец  |   |
| 1   |              |              |              |             |                  |         |        |            |           |           |   |
| 7   | 00-05        | ci           | Ауди         | 1990        | 1996             | красный | 400000 | 5000       | нет       | Климец    |   |
| 19  | 00-48        | сс           | Форд         | 1994        | 1996             | белый   | 700000 | 4000       | да        | Елизаров  |   |
| 38  | 02-68        | хр           | Ауди         | 1978        | 1980             | белый   | 700000 | 1500       | нет       | Кузьма    |   |
| 64  | 09-12        | хр           | БМВ          | 1996        | 1998             | белый   | 400000 | 6500       | нет       | Толканица |   |
| 81  | 45-78        | хр           | Порше        | 1981        | 1992             | красный | 650000 | 3000       | да        | Иванов    |   |
| 82  | 50-60        | хр           | Мерседес     | 1991        | 1993             | красный | 180000 | 2500       | нет       | Степанова |   |
| 83  | 51-45        | сс           | Опель        | 1996        | 1998             | красный | 400000 | 3000       | да        | Оскирко   |   |
| 118 | 99-99        | са           | Мазда        | 1981        | 1984             | красный | 650000 | 1100       | да        | Рыхлицкий |   |
| 125 | 34-76        | са           | Форд         | 1995        | 1995             | белый   | 200000 | 4200       | да        | Сидоров   |   |
| 134 |              |              |              |             |                  |         |        |            |           |           |   |

Найдено записей: 9 из 132 NUM

Рис. 8.14. Данные к задаче о средней цене и среднем пробеге автомобилей, отобранные расширенным фильтром

## ПРИМЕР

Определить города, давление воздуха в которых больше максимального значения для города Гродно, или города, осадки в которых — дождь или снег, а их количество превышает среднее для всех видов осадков не более чем на 23%.

## Решение

- Откройте список, подлежащий фильтрации (предположим, что этот список располагается в диапазоне **B1:J49**, строка заголовка — в диапазоне **B1:J1**).

Microsoft Excel - к №15.xls

Л2    fx =ИЛИ(И(D2<>"Гродно";H2>МАКС(\$H\$26:\$H\$33));И(ИЛИ(E2="дождь";E2="снег");ИЛИ(И((F2-СУММЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"дождь";\$F\$2:\$F\$49)/СЧЕТЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"дождь"))/(СУММЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"дождь";\$F\$2:\$F\$49)/СЧЕТЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"дождь"))\*100>0;(F2-СУММЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"дождь";\$F\$2:\$F\$49)/СЧЕТЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"дождь"))/(СУММЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"дождь";\$F\$2:\$F\$49)/СЧЕТЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"дождь"))\*100<23);И((F2-СУММЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"снег";\$F\$2:\$F\$49)/СЧЕТЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"снег"))/(СУММЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"снег";\$F\$2:\$F\$49)/СЧЕТЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"снег"))\*100>0;(F2-СУММЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"снег";\$F\$2:\$F\$49)/СЧЕТЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"снег"))/(СУММЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"снег";\$F\$2:\$F\$49)/СЧЕТЕСЛИ(\$E\$2:\$E\$49;"снег"))\*100<23)))

| № п/п | Дата       | Город   | Давление | Ветер | Температура | Влажность  | Осадки |
|-------|------------|---------|----------|-------|-------------|------------|--------|
| 1     | 01.03.2001 | Брест   | 350      | 3     | 740         | юго-восток | 4      |
| 2     | 02.03.2001 | Брест   | 300      | -1    | 760         | юго-восток | 8      |
| 3     | 02.03.2001 | Брест   | 250      | 3     | 745         | юго-запад  | 3      |
| 4     | 03.03.2001 | Витебск | 250      | -1    | 768         | юг         | 6      |
| 5     | 04.03.2001 | Витебск | 300      | 0     | 768         | юго-запад  | 5      |
| 6     | 05.03.2001 | Витебск | 200      | 3     | 745         | юго-запад  | 10     |
| 7     | 06.03.2001 | Витебск | 350      | 4     | 745         | юго-запад  | 10     |

Готово    NUM

Рис. 8.15. Диапазон для вычисляемого критерия для задачи, содержащей условия по осадкам

- Сформируйте вычисляемый критерий для расширенного фильтра в диапазоне **L1:L2** (рис. 8.15). В ячейку **L1** введите условие. В ячейку **L2** введите формулу:

```
=ИЛИ (И (D2<>"Гродно";H2>МАКС (H26:H33)) ;И (ИЛИ (E2="дождь" ;
E2="снег") ;ИЛИ (И ((F2-СУММЕСЛИ (E2:E49;"дождь" ;
F2:F49) /СЧЕТЕСЛИ (E2:E49;"дождь")) /
(СУММЕСЛИ (E2:E49;"дождь" ;F2:F49) /
СЧЕТЕСЛИ (E2:E49;"дождь")) *100>0;
(F2-СУММЕСЛИ (E2:E49;"дождь" ;F2:F49) /
СЧЕТЕСЛИ (E2:E49;"дождь")) / (СУММЕСЛИ (E2:E49;"дождь" ;
```

```

F2:F49)/СЧЕТЕСЛИ(E2:E49;"дождь")*100<23);
И((F2-СУММЕСЛИ(E2:E49;"снег";F2:F49)/
СЧЕТЕСЛИ(E2:E49;"снег"))/(СУММЕСЛИ(E2:E49;"снег";
F2:F49)/СЧЕТЕСЛИ(E2:E49;"снег"))*100>0;
(F2-СУММЕСЛИ(E2:E49;"снег";F2:F49)
/СЧЕТЕСЛИ(E2:E49;"снег"))/(СУММЕСЛИ(E2:E49;"снег";
F2:F49)/СЧЕТЕСЛИ(E2:E49;"снег"))*100<23)))

```

3. Выполните команду **Данные | Фильтр | Расширенный фильтр**.

4. Отфильтрованные данные представлены на рис. 8.16.

|    | В     | С          | Д       | Е           | Ф                  | Г           | Н        | И                 | Ж          | К | Л       |
|----|-------|------------|---------|-------------|--------------------|-------------|----------|-------------------|------------|---|---------|
|    | № п/п | Дата       | Город   | Вид осадков | Количество осадков | Температура | Давление | Направление ветра | Сила ветра |   | Условие |
| 2  | 1     | 01.03.2001 | Брест   | дождь       | 350                | 3           | 745      | юго-запад         | 5          |   | ИСТИНА  |
| 5  | 4     | 04.03.2001 | Брест   | дождь       | 200                | -1          | 770      | юго-восток        | 7          |   |         |
| 6  | 5     | 05.03.2001 | Брест   | снег        | 300                | 3           | 768      | юго-восток        | 3          |   |         |
| 7  | 6     | 06.03.2001 | Брест   | снег        | 350                | 3           | 740      | юго-восток        | 4          |   |         |
| 8  | 7     | 07.03.2001 | Брест   | дождь       | 300                | -1          | 760      | юго-восток        | 8          |   |         |
| 11 | 10    | 02.03.2001 | Витебск | снег        | 300                | 0           | 768      | юго-запад         | 5          |   |         |
| 15 | 14    | 06.03.2001 | Витебск | дождь       | 300                | 0           | 750      | юго-восток        | 5          |   |         |
| 16 | 15    | 07.03.2001 | Витебск | снег        | 350                | 4           | 745      | юго-запад         | 7          |   |         |
| 17 | 16    | 08.03.2001 | Витебск | снег        | 350                | -1          | 768      | юго-запад         | 5          |   |         |
| 20 | 19    | 03.03.2001 | Гомель  | дождь       | 300                | 3           | 750      | юго-восток        | 5          |   |         |
| 21 | 20    | 04.03.2001 | Гомель  | дождь       | 350                | -1          | 740      | юго-восток        | 8          |   |         |
| 30 | 29    | 05.03.2001 | Гродно  | дождь       | 350                | 4           | 750      | юг                | 10         |   |         |
| 32 | 31    | 07.03.2001 | Гродно  | снег        | 350                | 3           | 740      | юг                | 5          |   |         |

Рис. 8.16. Данные, отобранные расширенным фильтром, к задаче с условиями по осадкам

## Анализ данных

MS Excel предоставляет широкие возможности для проведения анализа данных, находящихся в списке. К средствам анализа относятся:

- ☐ обработка списка с помощью различных формул и функций;
- ☐ построение диаграмм и использование карт MS Excel;
- ☐ проверка данных рабочих листов и рабочих книг на наличие ошибок;
- ☐ структуризация рабочих листов;

- ☐ автоматическое подведение итогов (включая мастер частичных сумм);
- ☐ консолидация данных;
- ☐ сводные таблицы;
- ☐ специальные средства анализа выборочных записей и данных — подбор параметра, поиск решения, сценарии, пакет анализа и др.

## Структуризация рабочих листов

Цель структуризации заключается в разбиении данных, содержащихся на рабочем листе, на определенные уровни детализации. Используя структуру, легче проводить анализ и сравнение данных.

Если между данными имеется строгая зависимость, то MS Excel позволяет автоматически создать структуру — в этом случае программа ищет ячейки, которые содержат формулы, обобщающие информацию в строках, и расположенные слева от данных. Данные должны быть *согласованы в одном направлении*. Для выполнения автоматической структуризации все детальные столбцы должны стоять по одну сторону от итоговых столбцов, все детальные строки должны находиться по отношению к итоговым либо только снизу, либо — только сверху. Если это условие не соблюдается, то структуру следует создать вручную.

Рабочий лист может содержать только одну структуру, хотя ее можно разделить на несколько частей (рис. 8.17).

Отображение и скрытие данных структуры может отразиться на частях рабочего листа, которые не участвуют в иерархии, т. к. строки сворачиваются и разворачиваются по всей ширине рабочего листа, а столбцы — по всей высоте рабочего листа (рис. 8.18).

При выводе структуры по левому и верхнему краю рабочего листа отображаются специальные символы, которые служат для вывода и скрытия уровней детализации (табл. 8.1).



|    | A                       | B           | C                        | D         | E                | F                         | G              | H            | I         | J                         | K                           | L |
|----|-------------------------|-------------|--------------------------|-----------|------------------|---------------------------|----------------|--------------|-----------|---------------------------|-----------------------------|---|
| 1  | Студенты                | Мат. анализ | Конструирование программ | Философия | Практикум на ЭВМ | Средний балл за 1 семестр | Диф. уравнения | Вычисл. сети | Философия | Средний балл за 2 семестр | Средний балл за учебный год |   |
| 2  | Иванов                  | 3           | 4                        | 5         | 5                | 4,25                      | 4              | 5            | 3         | 4                         | 4,125                       |   |
| 3  | Петров                  | 5           | 5                        | 5         | 5                | 5                         | 5              | 5            | 5         | 5                         | 5                           |   |
| 4  | Федорова                | 4           | 3                        | 3         | 3                | 3,25                      | 5              | 4            | 3         | 4                         | 3,625                       |   |
| 5  | Зяц                     | 5           | 4                        | 3         | 5                | 4,25                      | 3              | 4            | 4         | 3,666667                  | 3,958333                    |   |
| 6  | Николаев                | 4           | 5                        | 5         | 4                | 4,5                       | 5              | 5            | 5         | 5                         | 4,75                        |   |
| 7  | Средний балл (1 группа) | 4,2         | 4,2                      | 4,2       | 4,4              | 4,25                      | 4,4            | 4,6          | 4         | 4,333333                  | 4,291667                    |   |
| 8  | Ваглык                  | 3           | 4                        | 5         | 5                | 4,25                      | 4              | 5            | 3         | 4                         | 4,125                       |   |
| 9  | Струк                   | 5           | 5                        | 5         | 5                | 5                         | 5              | 5            | 5         | 5                         | 5                           |   |
| 10 | Иванченко               | 4           | 3                        | 3         | 3                | 3,25                      | 5              | 4            | 3         | 4                         | 3,625                       |   |
| 11 | Романов                 | 5           | 4                        | 3         | 5                | 4,25                      | 3              | 4            | 4         | 3,666667                  | 3,958333                    |   |
| 12 | Сенько                  | 4           | 5                        | 5         | 4                | 4,5                       | 5              | 5            | 5         | 5                         | 4,75                        |   |
| 13 | Кот                     | 3           | 4                        | 3         | 3                | 3,25                      | 5              | 4            | 3         | 4                         | 3,625                       |   |
| 14 | Петухов                 | 4           | 5                        | 4         | 5                | 4,5                       | 3              | 4            | 4         | 3,666667                  | 4,083333                    |   |
| 15 | Науменко                | 5           | 5                        | 5         | 5                | 5                         | 5              | 5            | 5         | 5                         | 5                           |   |
| 16 | Средний балл (2 группа) |             |                          |           |                  |                           |                |              |           |                           |                             |   |

Рис. 8.17. Пример структуризации данных на рабочем листе

|    | A                       | F                         | J                         | K                           | L |
|----|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---|
| 1  | Студенты                | Средний балл за 1 семестр | Средний балл за 2 семестр | Средний балл за учебный год |   |
| 7  | Средний балл (1 группа) | 4,25                      | 4,333333333               | 4,291666667                 |   |
| 16 | Средний балл (2 группа) | 4,25                      | 4,291666667               | 4,270833333                 |   |
| 24 | Средний балл (3 группа) | 4,214285714               | 4,333333333               | 4,273809524                 |   |
| 25 | Всего (средний балл)    | 4,238095238               | 4,319444444               | 4,278769841                 |   |

Рис. 8.18. Скрытие низших уровней в структуре данных

Таблица 8.1. Символы структуры

| Символ структуры                                                                  | Назначение                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|  | Кнопка для показа детальных данных           |
|  | Кнопка для скрытия детальных данных          |
|  | Номера последовательных уровней для строк    |
|  | Номера последовательных уровней для столбцов |
|  | Все детальные строки одного уровня           |
|   | Все детальные столбцы одного уровня          |

Для *автоматического* создания структуры следует:

- ☐ удостовериться, что в итоговых формулах содержатся ссылки на детальные данные, расположенные в одном направлении относительно итоговых;
- ☐ выделить нужный диапазон ячеек — для структуризации части рабочего листа или выбрать одну ячейку — для структуризации всего рабочего листа;
- ☐ выполнить команду **Данные | Группа и структура | Создание структуры**.

При структуризации рабочего листа "вручную" необходимо:

- ☐ выделить нужные ячейки строк и столбцов, которые подлежат объединению в структуру (за исключением ячейки с итоговой формулой);
- ☐ выполнить команду **Данные | Группа и структура | Группировать**.

В случае ошибочных действий или для разгруппировки данных выбрать команду **Данные | Группа и структура | Разгруппировать**;

- указать вид организации документа и создать структуру, выполнив команду **Данные | Группа и структура | Настройка**.

Для возврата рабочего листа в исходное состояние следует воспользоваться командой **Данные | Группа и структура | Удалить структуру**.

Для структурированных данных имеется возможность создавать диаграммы с заданных уровней структуры.

## Автоматическое подведение итогов

Итоги необходимы для создания разнообразных отчетов и для обобщения большого количества однотипной информации. Итоги подразделяются на:

- простые промежуточные;
- сложные промежуточные;
- связанные с вычислением частичных сумм (используется *мастер частичных сумм*).

Промежуточные итоги формируются с помощью команды **Данные | Итоги**. MS Excel автоматически создает необходимые математические выражения, вставляет строки промежуточных и общих итогов, а также структурирует данные. Такую информацию легко обрабатывать — форматировать ячейки, создавать диаграммы и т. д.

С помощью операции **Итоги** можно:

- указать способ группировки данных;
- вывести промежуточные и общие итоги для одной группы в списке;
- вывести промежуточные и общие итоги для нескольких групп в списке;
- выполнить расчеты над данными.

Подведение промежуточных итогов предполагает использование следующей методики:

1. Подготовить список данных и оставить в нем указатель ячейки. Определиться с тем, какие нужны итоги.

2. Провести сортировку по необходимому полю или полям (команда **Данные | Сортировка**).
3. Подвести итоги (команда **Данные | Итоги**).

### Совет

При создании вложенных промежуточных итогов следует четко представлять уровни итогов и создавать их в порядке увеличения уровня детализации: сначала — по первому ключу, далее, снимая флажок **Заменить текущие итоги**, — по вторичному ключу и т. д.

Чтобы убрать итоги, необходимо установить указатель в список с итогами и выполнить команду **Данные | Итоги | кнопка Убрать все**.

При создании итогов при необходимости можно:

- ☐ использовать одну операцию для нескольких столбцов данных;
- ☐ использовать несколько операций для одного набора данных (например, вычислить среднее и суммарное значение для столбца с числовыми данными);
- ☐ подвести итоги по отфильтрованным данным (сначала — отфильтровать, затем — отсортировать по необходимому полю (полям) и, наконец, — подвести итоги;
- ☐ использовать мастер суммирования (команда **Сервис | Мастер | Частичная сумма**) позволяет просуммировать только те данные в списке (рис. 8.19), которые удовлетворяют заданному критерию (например, вычислить сумму продаж для товаров, цена которых больше некоторого значения).

### ПРИМЕР

Дан список со следующими полями (рис. 8.20): **№ пп, Продавец, Товар, Номер партии, Цена, Количество, Итого, Дата продажи, Покупатель**. Определить количество товаров, проданных конкретным продавцом за конкретную дату.

### Решение

1. Выделите список (или — установите в список указатель ячейки) и проведите сортировку (команда **Данные | Сортировка**) сначала — по полю **Продавец**, затем — по полю **Дата продажи** (рис. 8.21).

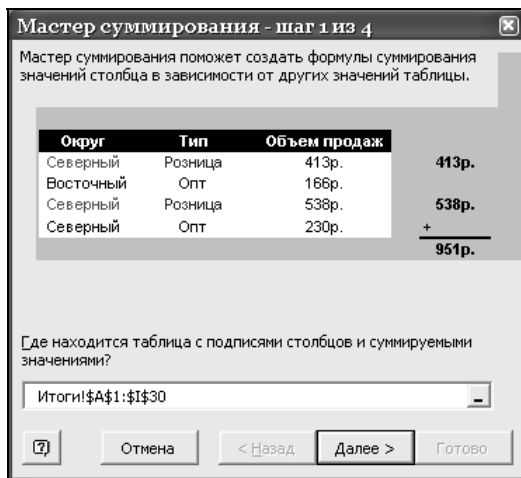


Рис. 8.19. Окно Мастер суммирования

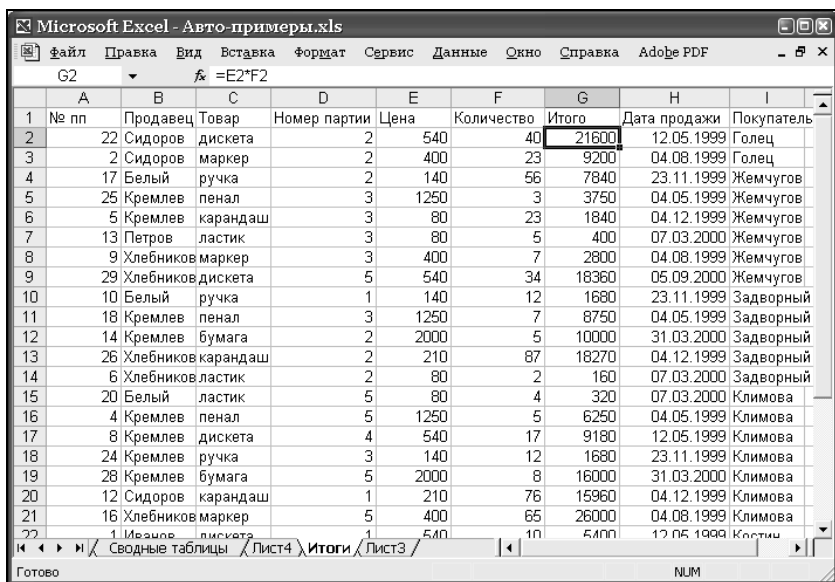


Рис. 8.20. Список продаж

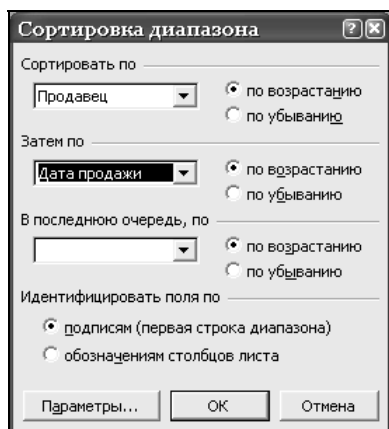
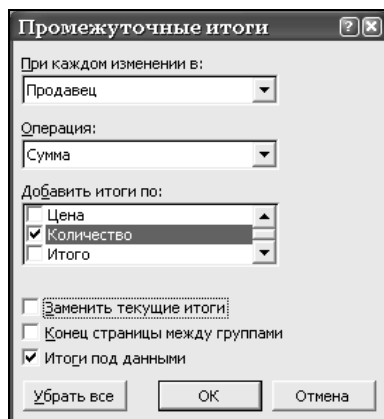


Рис. 8.21. Сортировка списка

2. Примените команду **Данные | Итоги**. В окне **Промежуточные итоги** установите параметры в соответствии с рис. 8.22: для получения верхнего (первого) уровня итогов — общее количество товаров, проданных конкретным продавцом.

Рис. 8.22. Окно **Промежуточные итоги** для получения итогов по полю **Продавец**

3. Для получения второго уровня итогов поместите указатель ячейки в список с полученными итогами, затем выполните

команду **Данные | Итоги**, установив в окне **Промежуточные итоги** параметры в соответствии с рис. 8.23.

4. Полученные промежуточные итоги представлены на рис. 8.24.

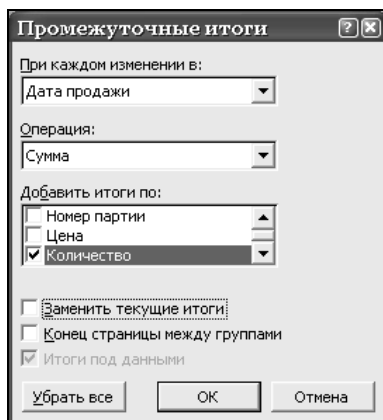


Рис. 8.23. Окно **Промежуточные итоги** для получения итогов по полю **Дата продажи**

| Microsoft Excel - Авто-примеры.xls                                  |      |                     |         |              |      |            |       |                         |            |
|---------------------------------------------------------------------|------|---------------------|---------|--------------|------|------------|-------|-------------------------|------------|
| файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Adobe PDF |      |                     |         |              |      |            |       |                         |            |
| K20                                                                 |      |                     |         |              |      |            |       |                         |            |
|                                                                     | A    | B                   | C       | D            | E    | F          | G     | H                       | I          |
| 1                                                                   | № пп | Продавец            | Товар   | Номер партии | Цена | Количество | Итого | Дата продажи            | Покупатель |
| 2                                                                   | 17   | Белый               | ручка   | 2            | 140  | 56         | 7840  | 23.11.1999              | Жемчугов   |
| 3                                                                   | 10   | Белый               | ручка   | 1            | 140  | 12         | 1680  | 23.11.1999              | Задворный  |
| 4                                                                   |      |                     |         |              |      | 68         |       | <b>23.11.1999 Итого</b> |            |
| 5                                                                   | 20   | Белый               | ластик  | 5            | 80   | 4          | 320   | 07.03.2000              | Климова    |
| 6                                                                   | 27   | Белый               | ластик  | 5            | 80   | 7          | 560   | 07.03.2000              | Лесная     |
| 7                                                                   |      |                     |         |              |      | 11         |       | <b>07.03.2000 Итого</b> |            |
| 8                                                                   | 7    | Белый               | бумага  | 5            | 2000 | 2          | 4000  | 31.03.2000              | Лесная     |
| 9                                                                   |      |                     |         |              |      | 2          |       | <b>31.03.2000 Итого</b> |            |
| 10                                                                  |      | <b>Белый Итого</b>  |         |              |      | 81         |       |                         |            |
| 11                                                                  | 11   | Иванов              | пенал   | 2            | 1250 | 4          | 5000  | 04.05.1999              | Лесная     |
| 12                                                                  |      |                     |         |              |      | 4          |       | <b>04.05.1999 Итого</b> |            |
| 13                                                                  | 1    | Иванов              | дискета | 1            | 540  | 10         | 5400  | 12.05.1999              | Костин     |
| 14                                                                  |      |                     |         |              |      | 10         |       | <b>12.05.1999 Итого</b> |            |
| 15                                                                  | 21   | Иванов              | бумага  | 1            | 2000 | 7          | 14000 | 31.03.2000              | Костин     |
| 16                                                                  |      |                     |         |              |      | 7          |       | <b>31.03.2000 Итого</b> |            |
| 17                                                                  |      | <b>Иванов Итого</b> |         |              |      | 21         |       |                         |            |
| 18                                                                  | 25   | Кремлев             | пенал   | 3            | 1250 | 3          | 3750  | 04.05.1999              | Жемчугов   |
| 19                                                                  | 18   | Кремлев             | пенал   | 3            | 1250 | 7          | 8750  | 04.05.1999              | Задворный  |
| 20                                                                  | 4    | Кремлев             | пенал   | 5            | 1250 | 5          | 6250  | 04.05.1999              | Климова    |
| 21                                                                  |      |                     |         |              |      | 15         |       | <b>04.05.1999 Итого</b> |            |
| 22                                                                  | 8    | Кремлев             | дискета | 4            | 540  | 17         | 9180  | 12.05.1999              | Климова    |
| 23                                                                  | 15   | Кремлев             | дискета | 4            | 540  | 13         | 7020  | 12.05.1999              | Лесная     |
| 24                                                                  |      |                     |         |              |      | 30         |       | <b>12.05.1999 Итого</b> |            |
| 25                                                                  | 24   | Кремлев             | ручка   | 3            | 140  | 12         | 1680  | 23.11.1999              | Климова    |

Рис. 8.24. Вложенные промежуточные итоги

## Консолидация данных

Консолидация предназначена для обобщения однородных данных. Ее осуществление предполагает использование следующей методики:

1. Указать местоположение будущих консолидированных данных.
2. Выбрать команду **Данные | Консолидация**.
3. В открывшемся окне указать диапазоны данных, подлежащие консолидации.
4. Указать способ консолидации:
  - согласно расположению в диапазоне — сняты все флажки области **Использовать в качестве имен**;
  - согласно заголовкам строк и столбцов — установлены флажки **подписи верхней строки** и **значения левого столбца**.
5. Выбрать тип консолидации, т. е. указать, какая операция будет проводиться с консолидируемыми данными.
6. При необходимости указать добавление структуры — установить флажок **Создавать связи с исходными данными**.

### ПРИМЕР

---

Данные, которые представлены в виде списка со следующими полями (рис. 8.25): **Товар**, **Стоимость**, **Количество**, расположены на листе 2, листе 4 и листе 5. Объединить данные о количестве и стоимости проданных товаров в сети магазинов.

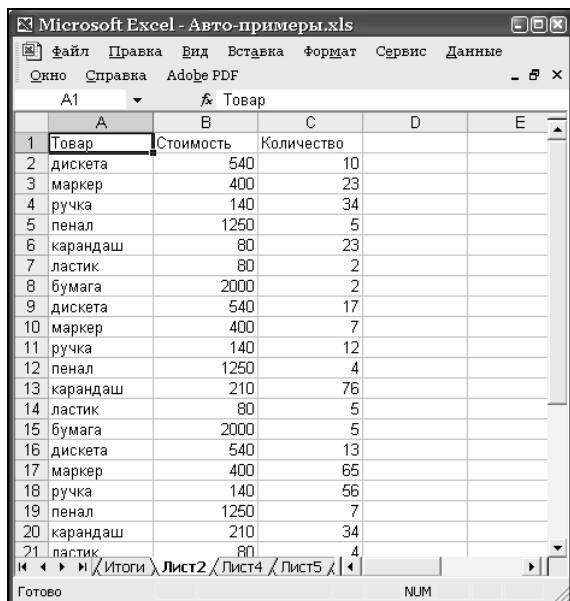
### Решение

Следуя рекомендациям методики проведения консолидации, заполните окно **Консолидация** в соответствии с данными рис. 8.26. Объединенные данные представлены на рис. 8.27.

## Сводные таблицы

Сводные таблицы представляют собой средство для группировки, обобщения и анализа данных, находящихся в списках MS Excel или в таблицах, созданных в других приложениях. Внешне сводные





Microsoft Excel - Авто-примеры.xls

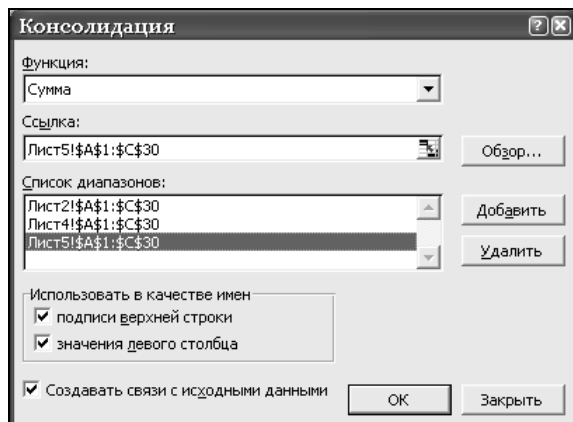
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные  
Окно Справка Adobe PDF

|    | A1       | Товар     |            |   |   |
|----|----------|-----------|------------|---|---|
|    | A        | B         | C          | D | E |
| 1  | Товар    | Стоимость | Количество |   |   |
| 2  | дискета  | 540       | 10         |   |   |
| 3  | маркер   | 400       | 23         |   |   |
| 4  | ручка    | 140       | 34         |   |   |
| 5  | пенал    | 1250      | 5          |   |   |
| 6  | карандаш | 80        | 23         |   |   |
| 7  | ластик   | 80        | 2          |   |   |
| 8  | бумага   | 2000      | 2          |   |   |
| 9  | дискета  | 540       | 17         |   |   |
| 10 | маркер   | 400       | 7          |   |   |
| 11 | ручка    | 140       | 12         |   |   |
| 12 | пенал    | 1250      | 4          |   |   |
| 13 | карандаш | 210       | 76         |   |   |
| 14 | ластик   | 80        | 5          |   |   |
| 15 | бумага   | 2000      | 5          |   |   |
| 16 | дискета  | 540       | 13         |   |   |
| 17 | маркер   | 400       | 65         |   |   |
| 18 | ручка    | 140       | 56         |   |   |
| 19 | пенал    | 1250      | 7          |   |   |
| 20 | карандаш | 210       | 34         |   |   |
| 21 | ластик   | 80        | 4          |   |   |

Итого Лист2 Лист4 Лист5

Готово NUM

Рис. 8.25. Данные о реализованных товарах



Консолидация

Функция:  
Сумма

Ссылка:  
Лист5!\$A\$1:\$C\$30

Список диапазонов:  
Лист2!\$A\$1:\$C\$30  
Лист4!\$A\$1:\$C\$30  
Лист5!\$A\$1:\$C\$30

Использовать в качестве имен  
☒ подписи верхней строки  
☒ значения левого столбца

☒ Создавать связи с исходными данными

Обзор...  
Добавить  
Удалить  
ОК  
Закрыть

Рис. 8.26. Ввод данных в окно Консолидация

Microsoft Excel - Авто-примеры.xls

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные

Окно Справка Adobe PDF

D30 fx =СУММ(D18:D29)

|    | A        | B | C         | D          | E | F |
|----|----------|---|-----------|------------|---|---|
| 1  |          |   | Стоимость | Количество |   |   |
| 17 | дискета  |   | 8100      | 342        |   |   |
| 18 | Авто-П   |   | 400       | 23         |   |   |
| 19 |          |   | 400       | 7          |   |   |
| 20 |          |   | 400       | 65         |   |   |
| 21 |          |   | 400       | 1          |   |   |
| 22 | Авто-П   |   | 400       | 23         |   |   |
| 23 |          |   | 400       | 7          |   |   |
| 24 |          |   | 400       | 65         |   |   |
| 25 |          |   | 400       | 1          |   |   |
| 26 | Авто-П   |   | 400       | 23         |   |   |
| 27 |          |   | 400       | 7          |   |   |
| 28 |          |   | 400       | 65         |   |   |
| 29 |          |   | 400       | 1          |   |   |
| 30 | маркер   |   | 4800      | 288        |   |   |
| 43 | ручка    |   | 1680      | 342        |   |   |
| 56 | пенал    |   | 15000     | 57         |   |   |
| 69 | карандаш |   | 2130      | 660        |   |   |
| 82 | ластик   |   | 960       | 54         |   |   |
| 95 | бумага   |   | 24000     | 66         |   |   |
| 96 |          |   |           |            |   |   |
| 97 |          |   |           |            |   |   |

Готово NUM

Рис. 8.27. Представление консолидированных данных

таблицы являются структурой, позволяющей размещать данные в трехмерном виде. Сводные таблицы могут использоваться:

- ☐ для обобщения большого количества однотипных данных;
- ☐ для реорганизации данных (с помощью перетаскивания);
- ☐ для отбора и группировки данных;
- ☐ для построения диаграмм.

Сводные таблицы создаются с помощью мастера сводных таблиц (команда **Данные | Сводная таблица**) по следующей методике:

1. Выбрать место для сводной таблицы, т. е. установить указатель ячейки в необходимое место на рабочем листе.
2. Выполнить команду **Данные | Сводная таблица**.
3. Задать исходный диапазон данных, выполнив шаги 1 и 2 мастера (рис. 8.28 и 8.29). После нажатия кнопки **Далее** в окне мастера, приведенном на рис. 8.29, откроется окно 3-го шага мастера (рис. 8.30).

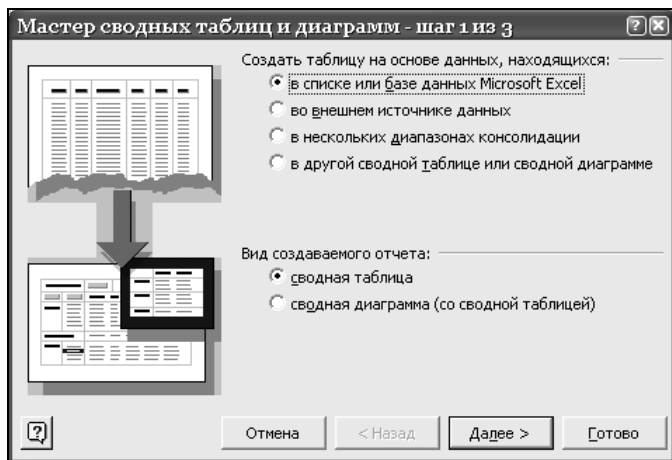


Рис. 8.28. Определение местоположения данных для сводной таблицы

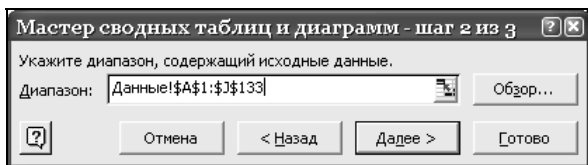


Рис. 8.29. Диапазон данных для сводной таблицы

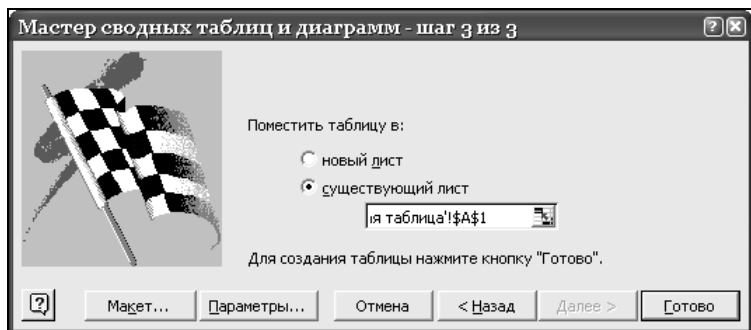


Рис. 8.30. Указание местоположения будущей сводной таблицы

4. Прежде чем указать местоположение будущей таблицы (рис. 8.30), необходимо нажать кнопку **Макет** и в открывшемся окне (рис. 8.31) сформировать макет сводной таблицы (т. е. задать страницу, строки, столбцы, итоговые и вычисляемые поля сводной таблицы).

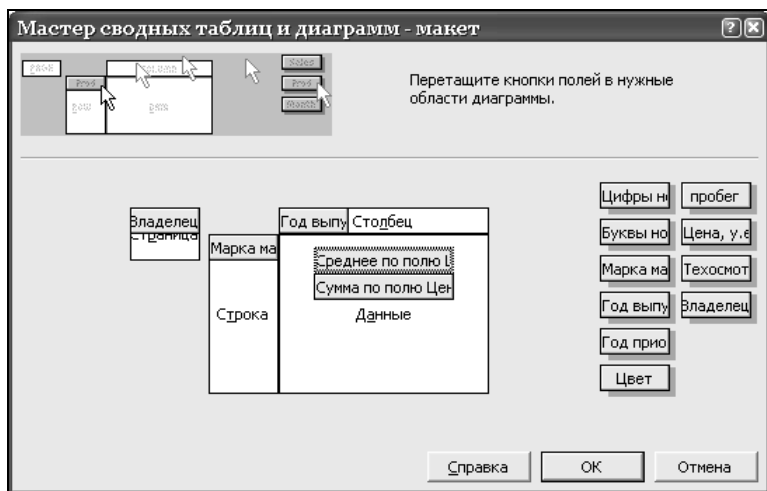


Рис. 8.31. Формирование макета сводной таблицы

5. Для определения необходимой операции для полей, помещенных в область **Данные**, либо задания вычисляемого поля дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на поле, помещенном в область **Данные** (рис. 8.31), и выбрать необходимые действия в окне **Вычисление поля сводной таблицы** (рис. 8.32).
6. Нажать кнопку **Параметры** (рис. 8.30) и в открывшемся окне (рис. 8.33) установить необходимые параметры сводной таблицы.
7. После проведения всех подготовительных операций нажать кнопку **Готово** (рис. 8.30).

При создании, редактировании и работе со сводными таблицами необходимо учитывать следующее:

- местоположение сводной таблицы — желательно располагать ее на отдельном листе, т. к. при обновлении, группировках

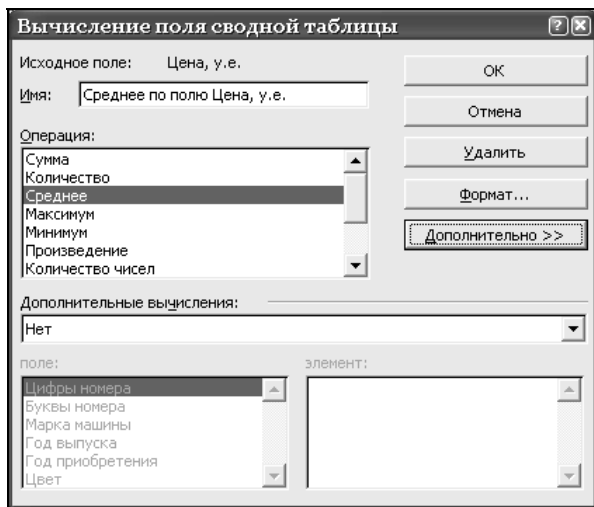


Рис. 8.32. Окно Вычисление поля сводной таблицы

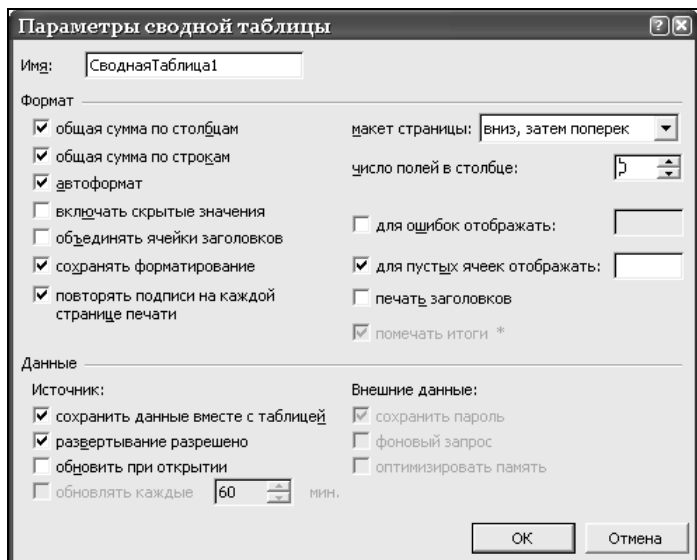


Рис. 8.33. Установка параметров сводной таблицы

сводной таблицы информация, содержащаяся на рабочих листах рядом со сводной таблицей, может оказаться скрытой;

- ❑ местонахождение исходных данных — список MS Excel, внешний источник данных, диапазоны консолидации, находящиеся в другой сводной таблице;
- ❑ необходимость при задании структуры сводной таблицы определить:
  - поля, находящиеся в строках и столбцах таблицы;
  - поля, по которым подводятся итоги (с выбором необходимой операции);
  - поля для страниц, что позволяет представить информацию в трехмерном виде;
- ❑ сводная таблица — это средство только для *отображения* данных. Поэтому в самой таблице данные редактировать нельзя. Для изменения данных в сводной таблице необходимо внести изменения в источник данных, а затем обновить сводную таблицу (кнопкой  **Обновить данные** панели инструментов **Сводные таблицы** (рис. 8.34);

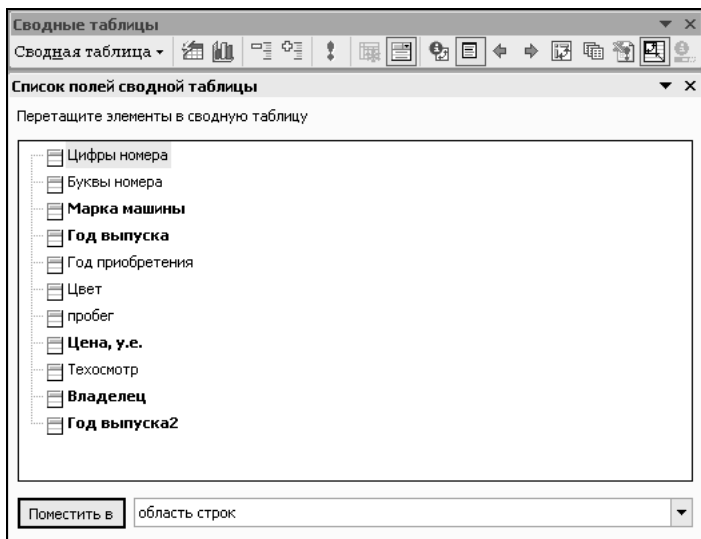


Рис. 8.34. Панель инструментов Сводные таблицы

- ❑ в сводных таблицах можно изменять названия полей, что не влечет изменений в полях исходных данных. Манипулирование элементами сводной таблицы можно также осуществлять мышью — для удаления какого-либо поля из сводной таблицы следует перетащить удаляемый элемент за ее границы. Изменения в перестановке полей для страниц, столбцов и строк также осуществляется перетаскиванием;
- ❑ сводные таблицы допускают возможность группировки элементов полей по различным уровням иерархии путем объединения в группы (выделение данных сводной таблицы осуществляется, например, с помощью мыши). Для этой цели в меню **Данные | Группа и структура** существуют две кнопки:  **Группировать** и  **Разгруппировать**. Группы эти можно переименовывать по желанию.

Детали в группе можно скрывать и показывать. Элементы самого высокого уровня группировки (обобщающие элементы) располагаются по верхней или по крайней левой границе сводной таблицы (отображение исходных данных в этом случае производится путем выделения группированной ячейки сводной таблицы и выполнения команды отображения данных кнопкой  **Отобразить детали**). Применяются следующие варианты группировки сводной таблицы:

- группировка элементов по их именам;
  - группировка чисел по диапазонам (для числовых данных, кнопка **Группировать** меню **Данные | Группа и структура**);
  - группировка по временным диапазонам (данные в формате **Дата/Время**);
- ❑ возможность построения диаграмм на основе сводных таблиц;
  - ❑ некоторые дополнительные возможности сводных таблиц (многие из них производятся путем выбора соответствующей команды контекстного меню необходимого поля или выделенной области):

- сортировка элементов в сводной таблице;
- размещение страниц сводной таблицы на различных рабочих листах (кнопкой **Отобразить страницы**);
- управление общими и промежуточными итогами;
- использование различных итоговых функций для анализа данных и дополнительных вычислений;
- вставка в сводную таблицу вычисляемого поля;
- использование автоформата для форматирования сводной таблицы.

## ПРИМЕР

---

Создать сводную таблицу, выводящую итоги по средней цене и суммарному пробегу машин, а также использующую в качестве страницы фамилию владельца, в качестве строк — марку машины, в качестве столбцов — год выпуска.

## Решение

1. Выделите подготовленный диапазон данных либо установите в него указатель ячейки.
2. Выполните команду **Данные | Сводная таблица**.
3. Работая с мастером сводных таблиц, определите все необходимые элементы сводной таблицы.
4. Выполните группировку по полю **Год выпуска** — после создания сводной таблицы поочередно выделите мышью необходимые года выпуска: 1978—1990, 1991—1995, 1996—1999 и воспользуйтесь командой **Группировать** контекстного меню **Группа и структура** либо соответствующей командой меню **Данные | Группа и структура**.
5. Отформатируйте сводную таблицу, вызвав кнопкой **Формат отчета** панели инструментов **Сводные таблицы** диалоговое окно **Автоформат** с вариантами форматирования.
6. Подготовленная сводная таблица представлена на рис. 8.35.



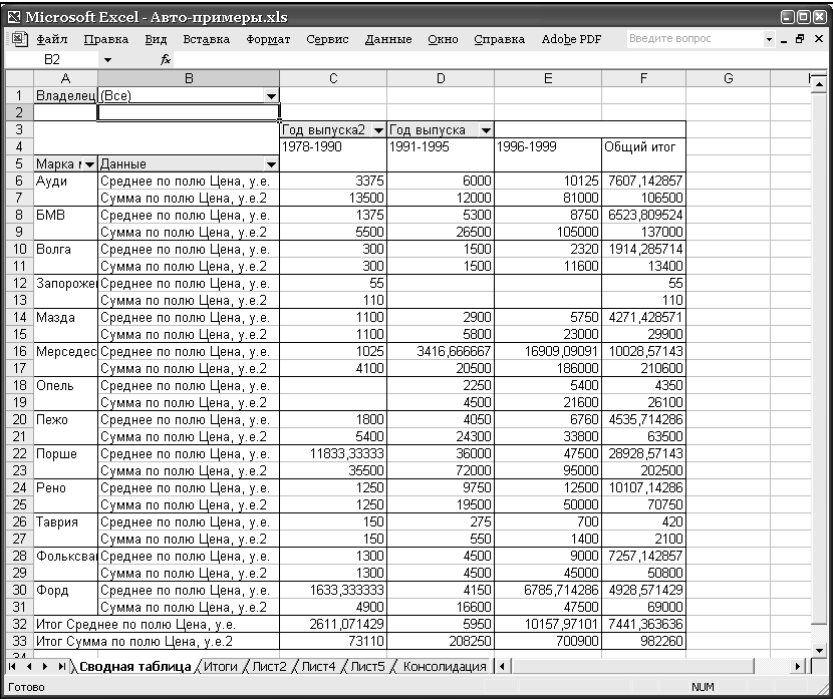


Рис. 8.35. Пример сводной таблицы

Задания

Исходные данные для выполнения заданий

Подготовить на рабочих листах данные в соответствии со следующей структурой строки заголовка.

Комплект 1

|              |              |              |             |                  |             |        |      |          |
|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|-------------|--------|------|----------|
| Марка машины | Цифры номера | Буквы номера | Год выпуска | Год приобретения | Цвет машины | Пробег | Цена | Владелец |
|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|-------------|--------|------|----------|

**Комплект 2**

|      |       |             |                    |             |          |                   |            |
|------|-------|-------------|--------------------|-------------|----------|-------------------|------------|
| Дата | Город | Вид осадков | Количество осадков | Температура | Давление | Направление ветра | Сила ветра |
|------|-------|-------------|--------------------|-------------|----------|-------------------|------------|

**Комплект 3**

|         |     |          |               |                 |            |      |                     |           |               |
|---------|-----|----------|---------------|-----------------|------------|------|---------------------|-----------|---------------|
| Фамилия | Имя | Отчество | Дата рождения | Год поступления | Факкультет | Курс | Спортивный норматив | Результат | Оценка (балл) |
|---------|-----|----------|---------------|-----------------|------------|------|---------------------|-----------|---------------|

**Комплект 4**

|                  |       |                 |            |      |      |                    |
|------------------|-------|-----------------|------------|------|------|--------------------|
| Продавец (фирма) | Товар | Страна-импортер | Количество | Цена | Дата | Покупатель (фирма) |
|------------------|-------|-----------------|------------|------|------|--------------------|

**Комплект 5**

|         |     |          |      |        |                      |                      |         |                     |             |        |
|---------|-----|----------|------|--------|----------------------|----------------------|---------|---------------------|-------------|--------|
| Фамилия | Имя | Отчество | Курс | Группа | Тема курсовой работы | Научный руководитель | Кафедра | Дата выдачи задания | Дата защиты | Оценка |
|---------|-----|----------|------|--------|----------------------|----------------------|---------|---------------------|-------------|--------|

**Комплект 6**

|                |         |            |             |                       |              |                    |       |      |
|----------------|---------|------------|-------------|-----------------------|--------------|--------------------|-------|------|
| Название книги | Автор/ы | Тема книги | Год издания | Место издания (город) | Издательство | Количество страниц | Тираж | Цена |
|----------------|---------|------------|-------------|-----------------------|--------------|--------------------|-------|------|

## **Задания на использование автофильтрации**

**Для комплекта 1**

- ☐ Определить белые Ауди, год выпуска которых больше 1990, но меньше либо равен 1996. Отсортировать полученные данные по возрастанию года выпуска автомобилей.

- ❑ Определить красные Форды, пробег которых больше либо равен 150 000 км, а цена — меньше либо равна 10 000 у. е. Отсортировать полученные данные по убыванию цены.
- ❑ Определить автомобили, год приобретения которых больше либо равен 1997, и цена находится в следующих пределах: от 5000 до 14 000 у. е. Отсортировать эти данные сначала по возрастанию года выпуска, а затем — по убыванию цены.
- ❑ Определить желтые автомобили, пробег которых меньше либо равен 50000 км, и год выпуска 1998. Отсортировать полученные данные сначала по марке автомобиля (по алфавиту), а затем — по возрастанию пробега автомобилей.

## Для комплекта 2

- ❑ Определить города, температура в которых за конкретную дату превышала 9 °С. Отсортировать полученные данные сначала по городу, а затем — по возрастанию температуры.
- ❑ Определить данные по погоде для конкретного города за конкретный промежуток времени. Отсортировать полученные данные сначала по виду, а затем — по возрастанию количества осадков.
- ❑ Определить города, в которых наблюдалось северо-восточное направление ветра за конкретный период времени. Отсортировать эти данные сначала по городам, а затем — по возрастанию даты.
- ❑ Определить города, температура в которых наблюдалась в пределах от 5 до 14 °С за конкретную дату. Отсортировать полученные данные сначала по городам, а затем — по возрастанию температуры.

## Для комплекта 3

- ❑ Определить студентов конкретного года рождения, оценки которых за спортивные нормативы больше 3. Отсортировать эти данные сначала по факультету, затем — по фамилии студента.
- ❑ Определить студентов конкретного года рождения, которые сдали определенный норматив. Отсортировать эти данные

сначала по году поступления студентов, а затем — по результатам сдачи.

- ❑ Определить студентов конкретного факультета, которые сдали определенный норматив. Отсортировать эти данные сначала по курсу, а затем — по результатам сдачи.
- ❑ Определить студентов конкретного курса, оценка которых за сдачу спортивного норматива больше 2, но меньше либо равна 4. Отсортировать полученные данные сначала по факультету, а затем — по оценке.

## Для комплекта 4

- ❑ Определить товары, цена которых находится в некоторых пределах и которые проданы за конкретную дату. Отсортировать полученные данные сначала по стране-импортеру, а затем — по фирме-продавцу.
- ❑ Определить фирмы-покупатели, количество купленных товаров которых за конкретную дату превысило 100 единиц. Отсортировать полученные данные сначала по товару, затем — по возрастанию цены товара.
- ❑ Определить страны-импортеры, продающие конкретные виды товаров (например, дискеты и бумагу для офиса), цена которых больше некоторого значения. Отсортировать эти данные сначала по стране, а затем — по виду товаров.
- ❑ Определить товары, проданные за конкретный промежуток времени некоторой страной-импортером. Отсортировать полученные данные сначала по наименованию товара, а затем — по дате продажи.

## Для комплекта 5

- ❑ Определить студентов данного научного руководителя, защитивших курсовые работы на 4 и 5. Отсортировать эти данные сначала по дате выдачи курсового задания, затем — по фамилии студентов.
- ❑ Определить работы, выданные не позднее конкретного числа и защищенные до конкретной даты включительно. Отсортиро-

вать полученные данные сначала по кафедре, затем — по научному руководителю.

- ❑ Определить студентов данного курса, имеющих курсовые работы по заданной кафедре. Отсортировать полученные данные сначала по группе, а затем — по научному руководителю.
- ❑ Определить студентов данной группы и данного курса, защитивших курсовые работы не позднее конкретного числа. Отсортировать полученные данные сначала по кафедре, затем — по оценке.

## **Для комплекта 6**

- ❑ Определить книги данного года издания, тираж которых находился в некоторых пределах. Отсортировать полученные данные сначала по городу издания, а затем — по издательству.
- ❑ Определить книги заданной темы, цена которых находится в некоторых пределах. Отсортировать эти данные сначала по году издания, а затем — по цене.
- ❑ Определить авторов книг, публикующихся по конкретной теме, место издания книг которых — два конкретных города. Отсортировать полученные данные сначала по тиражу, а затем — по цене книг.
- ❑ Определить книги, количество страниц которых больше заданного числа, а тираж находится в некоторых пределах. Отсортировать эти данные сначала по теме, затем — по цене книг.

## **Задания на использование расширенного фильтра**

Выполнить каждое задание двумя способами: с помощью расширенного фильтра и с помощью функции условий.

## **Для комплекта 1**

- ❑ Определить белые или черные Мерседесы или Ауди, год выпуска которых больше 1990 года, а пробег находится в пределах от 150 000 до 200 000 км.

- ☐ Определить машины, год выпуска и год приобретения которых совпадает, а также — вторая буква номера которых "С" или "Х".
- ☐ Определить машины, цена которых не превосходит 15% средней цены для машин 1996 года выпуска, или машины, пробег которых больше максимального пробега для черных Мерседесов.
- ☐ Определить владельцев автомобилей, фамилии которых заканчиваются на "-ов", или владельцев автомобилей, год выпуска которых больше 1990 года, но меньше 1995 года.
- ☐ Определить синие или зеленые БМВ или Пежо, в цифрах номера которых содержатся "2" или "4", а также — год выпуска которых совпадает с годом приобретения.
- ☐ Определить белые или черные автомобили, год выпуска которых больше 1996 года, пробег которых меньше либо равен максимальному значению пробега для всех Фордов.
- ☐ Определить автомобили, фамилии владельцев которых начинаются на букву "Д" или "П", и пробег которых больше среднего для всех автомобилей.

## Для комплекта 2

- ☐ Определить города, для которых направление ветра — северное или северо-западное, температура воздуха в которых больше 8 °С, но меньше 12 °С.
- ☐ Определить данные о погоде для Санкт-Петербурга или Минска за некоторый конкретный промежуток времени.
- ☐ Определить города, в которых за конкретный промежуток времени выпал снег или снег с дождем, а также — температура в которых находилась в пределах от -5 °С до +3 °С.
- ☐ Определить города, сила ветра в которых не превышает 10% от средней силы ветра для города Гродно и количество осадков в которых больше либо равно среднему значению для всех городов, или города, вид осадков в которых — град с дождем.
- ☐ Определить города с западным или юго-западным направлением ветра, сила которого больше минимальной для Минска,

или города, температура в которых за некоторый промежуток времени составляет 20% от средней температуры для Могилева.

### Для комплекта 3

- Определить студентов одного года рождения, обучающихся на математическом, физико-техническом или экономическом факультетах, сдавших с оценкой "4" бег на 100 м или с оценкой "5" прыжки в длину.
- Определить студентов первого или второго курса исторического и юридического факультетов, оценки которых за спортивный норматив больше либо равны средней оценке для всех студентов.
- Определить студентов с максимальными показателями (оценками) по всем спортивным нормативам для каждого курса и факультета.
- Определить студентов с неудовлетворительными оценками для всех курсов и факультетов.
- Определить студентов данного года рождения и данного года поступления, сдавших бег на 100 м или прыжки в длину с оценкой "4" и выше.

### Для комплекта 4

- Определить товары, проданные фирмами-продавцами из Франции, Германии или Бельгии, количество которых больше 100 единиц и меньше либо равно 1000 единиц.
- Определить фирмы-покупатели из стран России или Беларуси, купившие товар за конкретный период времени и по цене, меньшей или равной средней цены для фирм-продавцов из Германии.
- Определить фирмы-продавцов с максимальным и минимальным объемами продаж.
- Для каждой фирмы-покупателя определить сумму трат за некоторый период времени.

## Для комплекта 5

- ☐ Определить студентов данного научного руководителя, получивших "4" или "5" по курсовой работе и сдавших работу до определенного числа.
- ☐ Определить студентов третьего или четвертого курса, специализирующихся на кафедре ИВТ или на кафедре математического анализа, оценка которых за курсовую работу больше либо равна средней оценке для студентов четвертого курса.

## Для комплекта 6

- ☐ Определить книги, цена которых отличается не более, чем на 15% для книг математической тематики, или не более 25% для книг биологической тематики.
- ☐ Определить книги, изданные в Москве или Минске, тираж которых составляет 50% от тиража книг, изданных в Киеве, или больше либо равен максимальному тиражу книг, изданных в Санкт-Петербурге.
- ☐ Определить книги, изданные в Санкт-Петербурге или Минске, средняя цена которых составляет 70% от средней цены книг, изданных в Москве, или количество страниц которых находится в пределах от 200 до 350.
- ☐ Определить книги заданной тематики, тираж которых больше среднего тиража книг, изданных в Минске, или книги, в фамилии авторов которых есть буквы "ск".

## Задания на подведение промежуточных итогов

Вывести следующие итоги.

## Для комплекта 1

- ☐ Средняя, максимальная и минимальная цены определенной марки машины с учетом конкретного года приобретения.
- ☐ Суммарный и средний пробег определенной марки машины с учетом конкретного года выпуска.



- ☐ Количество и средняя цена машин определенного цвета с учетом конкретного года приобретения.
- ☐ Суммарный пробег для конкретного года выпуска машин, учитывающий среднюю цену данной марки машины.

## **Для комплекта 2**

- ☐ Среднее количество осадков данного вида с учетом данного города и конкретной даты.
- ☐ Суммарное и среднее количество осадков данного вида для конкретного города.
- ☐ Количество случаев с определенным направлением ветра с учетом конкретной даты.
- ☐ Средние температуру и давление для конкретного города с учетом конкретной даты.
- ☐ Средняя сила ветра определенного направления для конкретного города.

## **Для комплекта 3**

- ☐ Количество однофамильцев и их средний балл с учетом года поступления.
- ☐ Суммарный балл для каждого факультета с учетом вида спортивного норматива.
- ☐ Средний результат для данного спортивного норматива с учетом курса и факультета.
- ☐ Средние балл и результат по данному спортивному нормативу, учитывающие суммарные балл и результат по каждому факультету и группе.

## **Для комплекта 4**

- ☐ Средние цену и количество проданных товаров конкретной фирмой-продавцом за конкретную дату.
- ☐ Общее количество товаров данного вида с учетом среднего количества товаров, проданных конкретной страной.

- ☐ Общее количество товаров, купленное фирмой-покупателем с учетом вида товара и его средней цены.
- ☐ Количество торговых сделок за конкретную дату, учитывающих общее количество и среднюю цену данного вида товара.

### **Для комплекта 5**

- ☐ Количество курсовых работ, выданных с конкретной датой на данной кафедре конкретным научным руководителем.
- ☐ Средняя оценка по курсовым работам за конкретную дату защиты по конкретным курсам и группам.
- ☐ Количество курсовых работ, защищенных с конкретной датой, со средней оценкой по данному курсу.

### **Для комплекта 6**

- ☐ Суммарный тираж книг данной темы, учитывающий средний тираж каждого года издания.
- ☐ Средняя цена книг данного автора с учетом суммарного тиража за конкретный год издания.
- ☐ Среднее количество страниц для данного издательства за конкретный год издания.
- ☐ Общее количество страниц для данного автора с учетом средней цены для конкретной темы.

## **Задания**

### **на использование консолидации**

- ☐ Определить среднюю цену автомобилей данных марок, которые реализуются некоторой сетью магазинов.
- ☐ Определить среднее количество осадков, среднюю температуру и давление для некоторых городов области.
- ☐ Суммарный балл за конкретные спортивные нормативы для данных групп.
- ☐ Определить общее количество некоторых видов товаров, проданных через магазины некоторой фирмы.

- ❑ Определить среднюю оценку по защите курсовых работ для данного научного руководителя по данным защиты за несколько дней.
- ❑ Определить общий тираж книг данной тематики, издающихся в различных городах.

## **Задания**

### **на использование сводных таблиц**

1. Создать сводную таблицу, выводящую для каждой марки автомобилей итоги по суммарному пробегу, средней цене и вычисляемому полю — цена из у. е. переводится на российские рубли (или наоборот). Произвести следующие группировки:
  - фамилии объединить по первой букве алфавита (А, Б, В и т. д.);
  - год выпуска объединить с интервалом в 3 года.
2. Создать сводную таблицу, выводящую для каждой марки автомобилей итоги по суммарному пробегу, средней цене и вычисляемому полю — пробег из километров переводится в метры и в мили. Произвести следующие группировки:
  - фамилии объединить по двум буквам алфавита (А-Б, В-Г и т. д.);
  - год приобретения объединить с интервалом в 4 года.
3. Создать сводную таблицу, выводящую для каждого города по конкретной дате суммарное количество осадков, среднюю температуру и по вычисляемому полю, переводящему среднее давление из мм рт. ст. в гектопаскали. Произвести следующие группировки:
  - по дате с некоторым интервалом;
  - объединить некоторые виды осадков по конкретному признаку.
4. Создать сводную таблицу, выводящую для каждого города по конкретной дате суммарное количество осадков, среднюю температуру и по вычисляемому полю, переводящему сред-

нюю температуру из градусов Цельсия в градусы Кельвина. Произвести следующие группировки:

- по силе ветра с некоторым интервалом;
- объединить некоторые виды направлений ветра.

5. Создать сводную таблицу, выводящую для данного курса и факультета суммарный балл, средний результат. Вычисляемое поле — **Балл**, деленный на 1000. Произвести следующие группировки:

- по дате рождения (с некоторым интервалом);
- фамилии объединить по первой букве алфавита (А, Б, В и т. д.).

6. Создать сводную таблицу, выводящую для данного курса и факультета суммарный балл, средний результат. Вычисляемое поле — **Результат**, деленный на 250. Произвести следующие группировки:

- по году поступления (с некоторым интервалом);
- по виду спортивного норматива (объединить близкие виды нормативов в группы).

7. Создать сводную таблицу, выводящую для данного вида товара среднюю цену и суммарное количество. Вычисляемое поле — **Стоимость товара**. Произвести следующие группировки:

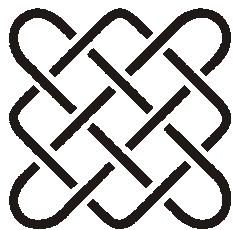
- по дате с некоторым интервалом;
- по фирме-продавцу (объединить фирмы, реализующие товары одинаковой номенклатуры).

8. Создать сводную таблицу, выводящую для данного вида товара среднюю цену и суммарное количество. Вычисляемое поле — **Цена** из российских рублей переводится в у. е. (или наоборот). Произвести следующие группировки:

- по количеству товаров с интервалом в 50 единиц;
- по фирме-покупателю (объединить по некоторому соответствию).

9. Создать сводную таблицу, выводящую для каждого курса и группы максимальную, минимальную и среднюю оценки. Вычисляемое поле — **Время**, прошедшее от даты выдачи курсового проекта до защиты. Произвести следующие группировки:
  - фамилии студентов объединить по первой букве алфавита (А, Б, В и т. д.);
  - по дате выдачи курсового проекта (с некоторым интервалом).
10. Создать сводную таблицу, выводящую для каждого курса и группы максимальную, минимальную и среднюю оценки. Вычисляемое поле — **Время**, прошедшее от даты выдачи курсового проекта до защиты. Произвести следующие группировки:
  - фамилии научных руководителей объединить по трем буквам алфавита (А-Б-В, Г-Д-Е и т. д.);
  - по дате защиты курсового проекта (с некоторым интервалом).
11. Создать сводную таблицу, выводящую для данной темы книг общее количество страниц и средний тираж. Вычисляемое поле переводит цену книги из российских рублей в у. е. (или наоборот). Произвести следующие группировки:
  - объединить по году издания (с некоторым интервалом);
  - фамилии авторов объединить по двум буквам алфавита (А-Б, В-Г и т. д.).
12. Создать сводную таблицу, выводящую для данной темы книг общее количество страниц и средний тираж. Вычисляемое поле переводит количество страниц каждой книги в авторские листы. Произвести следующие группировки:
  - по цене книг с интервалом в 3000;
  - по месту издания (по городам, но не по издательствам).

## ГЛАВА 9



# Автоматическая запись команд Microsoft Excel. Настройка панелей инструментов и меню

## Создание процедуры VBA с помощью автоматической записи команд

Создание процедур VBA в MS Excel осуществляется, как правило, в процессе записи *макросов*.

### Понятие макроса

Макрос — это программа, состоящая из списка команд, которые должны быть выполнены приложением. Макрос служит для объединения нескольких различных действий в одну процедуру, которую можно *вызвать*. Такой список команд состоит, в основном, из *макрооператоров*, тесно связанных с командами приложений из Microsoft Office. Большая часть макрооператоров соответствует командам меню или параметрам, которые задаются в диалоговых окнах.

Выделяются три основные разновидности макросов:

- ❑ **командные** — наиболее распространенные макросы, которые обычно состоят из операторов, эквивалентных тем или иным

командам меню или параметрам диалоговых окон. Основным предназначением таких макросов является выполнение действий, аналогичных командам меню — т. е. изменение окружения и основных объектов приложения. Например, изменение рабочего листа или рабочего пространства MS Excel, сохранение или вывод на печать и т. п. Таким образом, в результате выполнения макроса вносятся изменения либо в обрабатываемый документ, либо в общую среду приложения;

- **пользовательские функции** — работают аналогично встроенным функциям MS Excel. Отличие этих функций от командных макросов состоит в том, что они используют значения передаваемых им аргументов, производят некоторые вычисления и возвращают результат в точку вызова, но не изменяют среды приложения;
- **макрофункции** — представляют собой сочетание командных макросов и пользовательских функций. Наряду с тем, что они, подобно пользовательским функциям, могут использовать аргументы и возвращать результат, макрофункции, как и командные макросы, способны еще и изменять среду приложения. Чаще всего макрофункции вызываются из других макросов и активно используются для модульного программирования. Если необходимо в различных макросах выполнить ряд одинаковых действий, то эти действия обычно выделяются в отдельную макрофункцию (подпрограмму), которая вызывается каждый раз, когда необходимо выполнить эти повторяющиеся действия.

## Методика записи и выполнения макроса

Подготовка к записи макроса включает в себя ряд этапов:

1. Логическая разработка процедуры — необходимо точно определить, что следует получить в результате выполнения макроса, и какова логическая последовательность действий для получения данного результата.
2. Подготовка рабочего листа — следует произвести предварительные действия, которые не нужно включать в процедуру

(например, создание нового рабочего листа или перемещение в конкретную часть рабочего листа).

3. Запись макроса с помощью макрорекордера (команда **Сервис | Макрос | Начать запись**):

- в открывшемся диалоговом окне **Запись макроса** установите параметры записываемой процедуры (ее имя, описание, сочетание клавиш для выполнения записанной процедуры) и войдите в режим записи макроса — на экране появится плавающая панель инструментов **Остановка записи**;
- последовательно выполните все необходимые действия с рабочим листом и данными, предусмотренные на первом этапе;
- остановите запись (кнопка **Остановить запись** на панели инструментов **Остановка записи**).

4. Просмотр и редактирование созданной процедуры:

- выполните команду **Сервис | Макрос | Макросы**, в открывшемся диалоговом окне **Макрос** выберите в списке имя макроса и нажмите кнопку **Изменить**, откроется главное окно редактора Microsoft Visual Basic и окно **Module** с текстом выбранного макроса;
- внесите в текст макроса необходимые изменения и закройте окно редактора.

5. Выполнение макроса — воспользуйтесь командой **Сервис | Макрос | Макросы**, в открывшемся диалоговом окне **Макрос** выберите в списке имя макроса и нажмите кнопку **Выполнить**.

### Совет

Записанной процедуре можно назначить команду меню, кнопку на панели инструментов, собственную кнопку или другой объект, помещенный на рабочий лист. Им может быть графический объект, созданный с помощью панели инструментов **Рисование** либо вынесенный на рабочий лист с помощью панели инструментов **Формы**. Воспользовавшись контекстным меню объекта, выберите команду **Назначить макрос**.



## Настройка и создание панелей инструментов и меню

Разрабатываемые в MS Excel приложения предназначены для решения конкретных задач. Они часто требуют создания собственных меню и панелей инструментов, содержащих команды и кнопки, отличные от стандартных. MS Excel предоставляет разработчику в этом плане широкие возможности, начиная от простого добавления или удаления кнопок и заканчивая созданием всевозможных меню и панелей инструментов на основе макросов и процедур VBA.

Работа с меню и панелями инструментов включает:

- ☐ работу с кнопками;
- ☐ настройку и создание панелей инструментов;
- ☐ настройку и создание меню.

Любые действия по настройке и созданию меню и панелей инструментов пользователями производятся лишь после вхождения в так называемый *Режим редактирования инструментов*. Чтобы перейти в этот режим, выполните команду **Сервис | Настройка** или **Вид | Панели инструментов | Настройка**. Можно также выбрать команду **Настройка** в контекстном меню панелей инструментов. В результате откроется диалоговое окно **Настройка** (рис. 9.1). Рекомендации по работе с настраиваемыми элементами приведены в табл. 9.1.

### Внимание!

Все операции с настраиваемыми элементами, описанные в табл. 9.1, осуществляются при открытом окне **Настройки**.

**Таблица 9.1.** Работа с кнопками, панелями инструментов и меню

| Настраиваемые элементы |          | Последовательность действий в окне <i>Настройка</i>                                                                                                                                    |
|------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Кнопка                 | Добавить | На вкладке <b>Команды</b> в поле <b>Категории</b> выбрать необходимую категорию, а в поле <b>Команды</b> — нужную кнопку, которую левой кнопкой мыши перетащить на панель инструментов |

Таблица 9.1 (продолжение)

| Настраиваемые элементы |                                    | Последовательность действий в окне <i>Настройка</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (прод.)                | Удалить                            | Кнопку, которую следует удалить, перетащить мышью в область рабочего листа (за пределы панелей инструментов и меню)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                        | Переупорядочить                    | Мышью можно изменить размеры некоторых кнопок и их местоположение на панели инструментов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                        | Изменить изображение               | Выделить на панели инструментов рабочего окна MS Excel необходимую кнопку, на вкладке <b>Команды</b> окна <b>Настройки</b> нажать кнопку <b>Изменить выделенный объект</b> , в выпадающем меню выбрать команду <b>Выбрать значок для кнопки</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                        | Рисовать                           | Выделить на панели инструментов рабочего окна MS Excel необходимую кнопку, на вкладке <b>Команды</b> окна <b>Настройки</b> нажать кнопку <b>Изменить выделенный объект</b> , в выпадающем меню выбрать команду <b>Изменить значок на кнопке</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                        | Назначить макрос или процедуру VBA | <p>Выделить на панели инструментов рабочего окна MS Excel необходимую кнопку, на вкладке <b>Команды</b> окна <b>Настройки</b> нажать кнопку <b>Изменить выделенный объект</b>, в выпадающем меню выбрать команду <b>Назначить макрос</b>.</p> <p>Можно также на вкладке <b>Команды</b> выбрать категорию <b>Макросы</b>, затем команду <b>Настраиваемая кнопка</b>. Вытащить значок кнопки на панель инструментов рабочего окна MS Excel и назначить ей соответствующий макрос с помощью контекстного меню этой кнопки</p> |
| Панель инструментов    | Создать                            | На вкладке <b>Панели инструментов</b> нажать кнопку <b>Создать</b> . В появившееся поле вписать имя новой панели инструментов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Таблица 9.1 (продолжение)

| Настраиваемые элементы |                                 | Последовательность действий в окне <i>Настройка</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (прод.)                | Удалить                         | На вкладке <b>Панели инструментов</b> выделить нужную панель, нажать кнопку <b>Удалить</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                        | Включить или выключить          | На вкладке <b>Панели инструментов</b> установить (или снять) флажки нужных панелей.<br>Можно также воспользоваться контекстным меню панелей инструментов рабочего окна MS Excel, открываемым щелчком правой кнопкой мыши                                                                                                                           |
| Меню                   | Добавить команду в линейку меню | Раскрыть пункт линейки меню рабочего окна MS Excel, в который добавляется команда. Выбрать на вкладке <b>Команды</b> окна <b>Настройки</b> нужную команду. Перетащить ее мышью в выбранное место линейки меню рабочего окна                                                                                                                        |
|                        | Переименовать команду           | Раскрыть пункт линейки меню рабочего окна MS Excel, щелкнуть правой кнопкой мыши на выбранной команде (т. е. вызвать контекстное меню для данной команды), в поле <b>Имя</b> вписать новое имя команды.<br>При совпадении "горячих клавиш" для вызова команд меню в поле <b>Имя</b> символ <b>&amp;</b> поместить перед другой буквой команды меню |
|                        | Создать группу                  | Раскрыть пункт линейки меню рабочего окна MS Excel или выделить на панели инструментов рабочего окна необходимую кнопку, щелкнуть правой кнопкой мыши на выбранной команде, из контекстного меню для данной команды выбрать команду <b>Начать группу</b>                                                                                           |
|                        | Создать меню                    | На вкладке <b>Команды</b> окна <b>Настройки</b> выбрать категорию <b>Новое меню</b> . Команду <b>Новое меню</b> мышью перетащить в выбранное место меню или панели инструментов рабочего окна MS Excel                                                                                                                                             |

Таблица 9.1 (окончание)

| Настраиваемые элементы |                                                                | Последовательность действий в окне <i>Настройка</i>                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (прод.)                | Удалить меню                                                   | Выделить меню, щелкнуть на нем правой кнопкой мыши, в контекстном меню выбрать команду <b>Удалить</b>                                                                                                                                                    |
|                        | Создать новое меню рабочего листа                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Создать новую панель инструментов.</li> <li>• Дополнить ее необходимыми меню.</li> <li>• В каждое меню поместить нужные команды</li> </ul>                                                                      |
|                        | Добавить в меню команду, выполняющую макрос либо процедуру VBA | В списке <b>Категории</b> вкладки <b>Команды</b> выбрать элемент <b>Макрос</b> , из списка команд перетащить мышью в меню рабочего окна MS Excel элемент <b>Настраиваемая команда меню</b> . Назначить ей макрос (например, с помощью контекстного меню) |

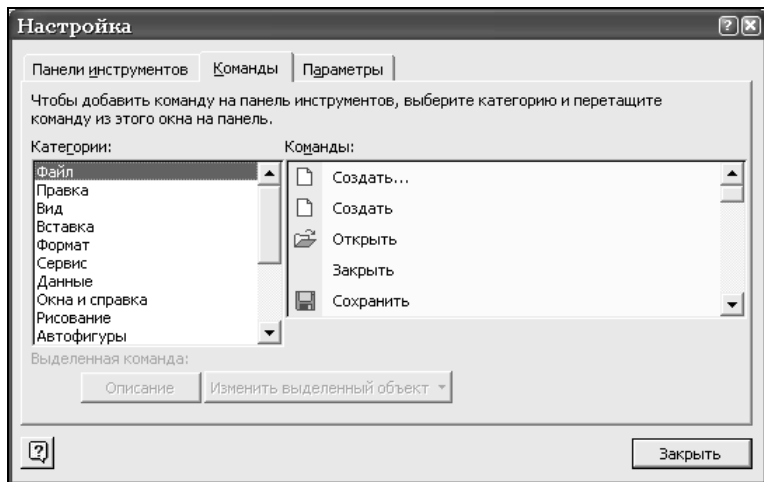


Рис. 9.1. Окно Настройка

Вновь созданную панель инструментов можно передать другим пользователям. Для этого ее следует присоединить к рабочей книге.

1. Откройте книгу, к которой необходимо присоединить панель инструментов.
2. Выполните команду **Сервис | Настройка | вкладка Панели инструментов | кнопка Вложить**.
3. Добавьте нужные панели пользователя в список **Панели книги**.
4. Сохраните активную рабочую книгу с новыми панелями инструментов.

## ПРИМЕР

Нарисовать кнопку для команды **Заккрыть** (категории **Файл**).

## Решение

1. Выполните команду **Вид | Панели инструментов | Настройка | вкладка Команды** (здесь приведен один из способов открытия диалогового окна **Настройка**, см. рис. 9.1).
2. В категории **Файл** вкладки **Команды** окна **Настройка** выберите команду **Заккрыть** и перетащите ее на одну из панелей инструментов рабочего окна MS Excel (рис. 9.2).

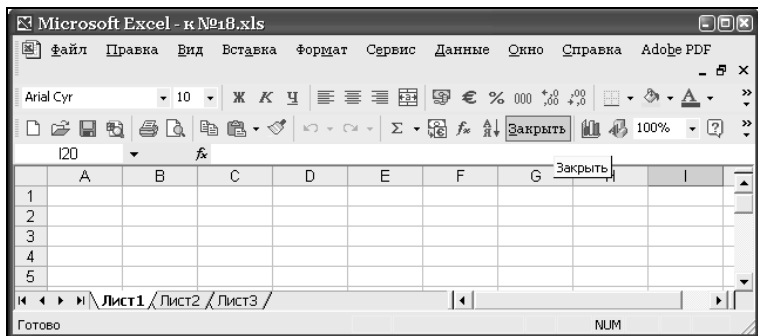


Рис. 9.2. Команда **Заккрыть** на панели инструментов **Форматирование**

3. Не закрывая окна **Настройка**, создайте изображение кнопки:
  - выделите мышью перенесенную кнопку и щелкните на кнопке **Изменить выделенный объект** вкладки **Команды** окна **Настройка**;
  - выполните команду **Изменить значок на кнопке** (рис. 9.3).

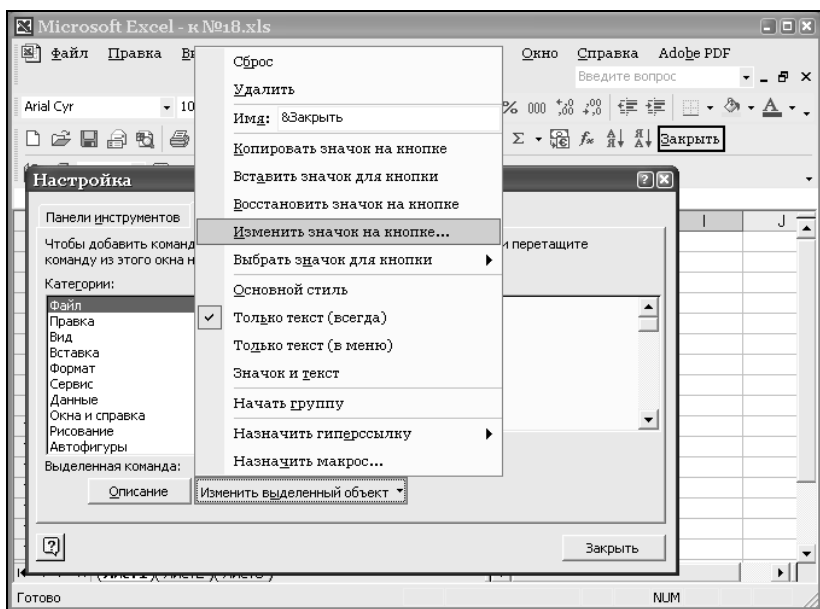


Рис. 9.3. Активизация команд для работы с настраиваемой кнопкой

4. Нарисуйте изображение для кнопки, используя редактор кнопок (рис. 9.4).

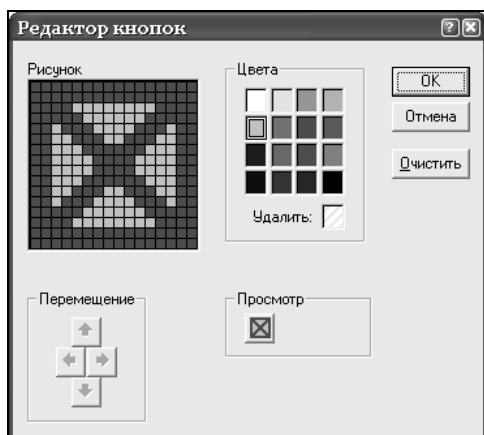


Рис. 9.4. Редактор кнопок



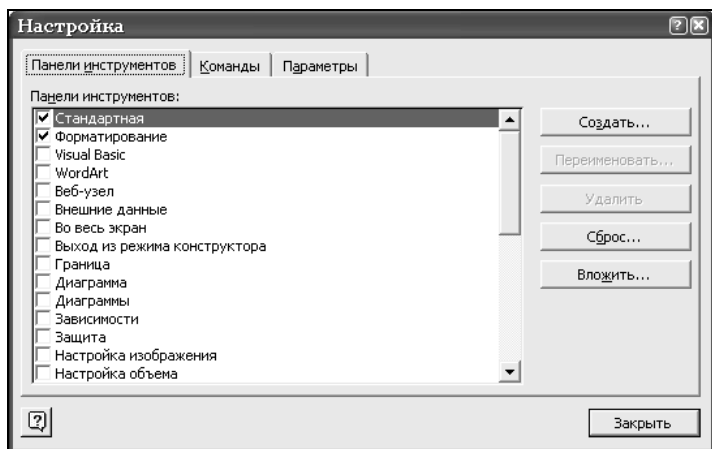


Рис. 9.6. Окно Настройка, вкладка Панели инструментов

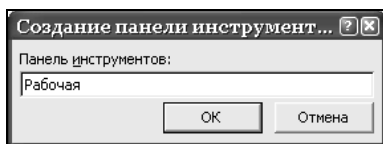


Рис. 9.7. Создание панели инструментов Рабочая

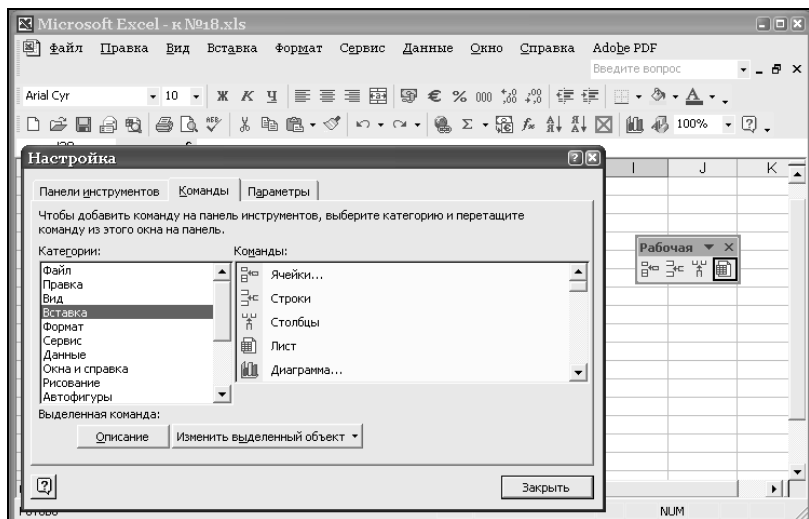


Рис. 9.8. Добавление кнопок на панель инструментов Рабочая



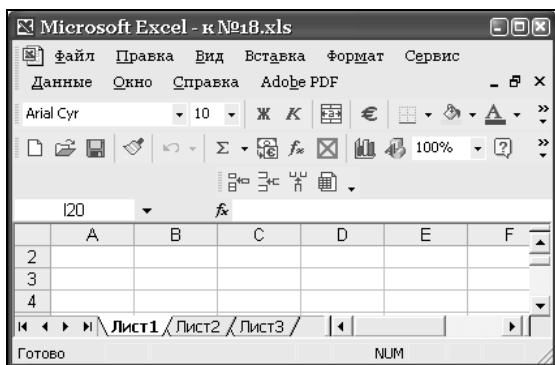


Рис. 9.9. Панель инструментов Рабочая

тый, Перебор цветов шрифта) и Работа с окном (включает подменю Вид (команды: Обычный и Разметка страницы) и группу, в которую входят команды Новое, Расположить, Скрыть).

### Решение

1. Создайте новую панель инструментов с названием **Новая строка меню** (рис. 9.10).

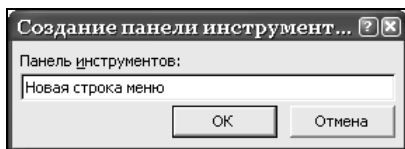


Рис. 9.10. Создание панели инструментов Новая строка меню

2. Перетащите на панель инструментов **Новая строка меню** необходимое количество кнопок **Новое меню** (в нашем случае две) из категории **Новое меню** окна **Настройка**, вкладка **Команды**. Сделайте необходимые подписи, используя кнопку **Изменить выделенный объект** — таким образом образуются категории новой линейки меню (рис. 9.11).
3. Дополните каждую категорию линейки меню необходимыми командами, подменю и группами (рис. 9.12).
4. Закройте окно **Настройка** и перетащите мышью новую строку меню в подходящее для нее место (рис. 9.13).

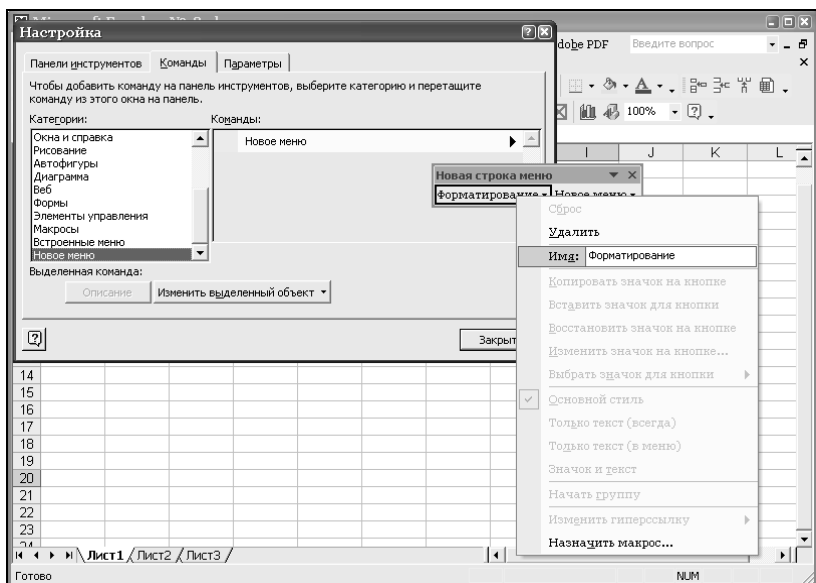


Рис. 9.11. Добавление кнопок Новое меню

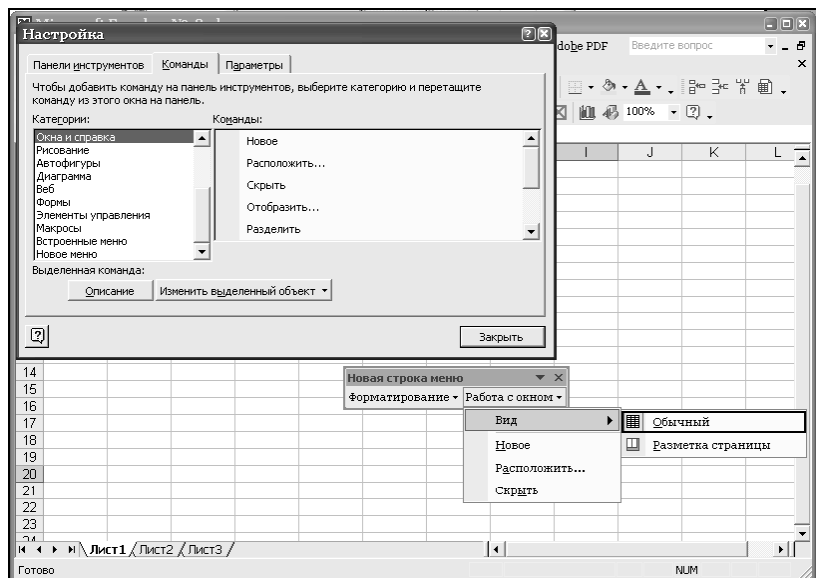


Рис. 9.12. Настройка новой строки меню

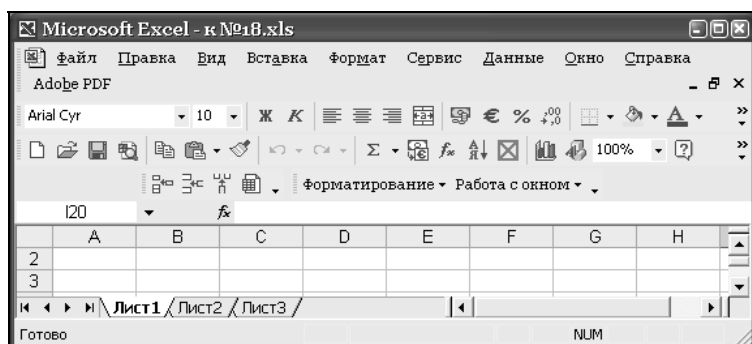


Рис. 9.13. Разработанная строка меню

## Задания

### Работа с макросами

Создать кнопку для панели инструментов или категорию линейки меню и назначить им макрос, выполняющий следующие действия:

- Добавляет 3 рабочих листа в книгу MS Excel, переименовывает все видимые листы арабскими цифрами, устанавливает синий цвет сетки рабочих листов и запоминает 5 файлов, с которыми работали в последнее время.
- Числа, находящиеся в выделенной области рабочего листа, форматирует следующим образом:
  - от 0 до 1000 — представлены красным цветом;
  - от 1000 до 10 000 — зеленым;
  - свыше 10 000 — черным;
  - формат данных для положительных чисел #000,000;
  - ноль прописывается фиолетовым цветом — **Нуль!!!**;
  - отрицательные числа выделяются синим цветом с форматом #000,000.
- В заданном двумерном массиве переставляет первый и последний столбцы местами, при этом положительные числа

выделяются красным цветом, отрицательные — синим, нуль — зеленым.

4. Строит поверхность:

$$z = (x + 3)^3 - 2(y - 1)^2,$$

где  $x, y \in [-2, 2]$ .

5. Для заданной действительной двумерной матрицы размером  $10 \times 10$  находит наибольший, наименьший элементы и количество нулевых элементов.
6. Вычисляет среднее арифметическое каждой строки двумерного массива  $A(15 \times 20)$ , а также всего массива.
7. Вычисляет сумму квадратов элементов двумерного массива, расположенных на главной диагонали для матрицы  $A(10 \times 10)$ .
8. По имеющейся информации:

|        |         |            |
|--------|---------|------------|
| Ф.И.О. | Телефон | Улица, Дом |
|--------|---------|------------|

создает конструкцию:

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| Ф.И.О., Телефон {формат: #00-00-00}, ул. Улица, Дом |
|-----------------------------------------------------|

9. По имеющейся информации:

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| Ф.И.О., Телефон {формат: #00-00-00}, ул. Улица, Дом |
|-----------------------------------------------------|

создает конструкцию:

|        |         |            |
|--------|---------|------------|
| Ф.И.О. | Телефон | Улица, Дом |
|--------|---------|------------|

10. Рассчитывает 20-летнюю ипотечную ссуду со ставкой 10% годовых при начальном взносе 25% и ежемесячной (ежегодной) выплате с помощью функции ППЛАТ().

11. Для записей, находящихся в списке вида:

|                      |                 |                 |                     |                          |                |        |      |               |
|----------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------------|----------------|--------|------|---------------|
| Марка<br>маши-<br>ны | Цифры<br>номера | Буквы<br>номера | Год<br>вы-<br>пуска | Год<br>приоб-<br>ретения | Цвет<br>машины | Пробег | Цена | Вла-<br>делец |
|----------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------------|----------------|--------|------|---------------|

Определяет черные Форды, год выпуска которых больше 1990, но меньше либо равен 1995, и сортирует полученные данные по возрастанию года выпуска автомобилей.

12. Для списка из задания 11 выводит следующие итоги — суммарный и средний пробег определенной марки машины с учетом конкретного года выпуска.

## Создание панелей инструментов и меню

Создать панель инструментов **Личная** и категорию линейки меню **Персональное** (обязательно должна содержать группу, выпадающий список и подменю, "горячие" клавиши), включающие, как минимум, команды и следующие кнопки (при отсутствии соответствующих значков для команд нарисовать собственные кнопки):

- ☐ **Обновить файл, Вставить формат, Закрыть, Сохранить как, Параметры страницы;**
- ☐ **Вставить значение, Очистить, Специальная вставка, Заменить, Перейти;**
- ☐ **Очистить формат, Выделить видимые ячейки, Строка формул (кнопка), Строка состояния (кнопка), Колонтитулы;**
- ☐ **Выделить область, Обычный (для вида экрана), Во весь экран, Разрыв страницы, Объект;**
- ☐ **Разметка страницы (для вида экрана), Вставка листа, Стил, Автозамена, Доступ к книге;**
- ☐ **Из файла, Картинки, Объединить книги, Принять/Отклонить исправления, Защитить лист;**
- ☐ **Автофигуры, Организационная диаграмма, Защитить книгу, Сценарии, Настройка;**
- ☐ **Примечание, Двойное подчеркивание, Параметры, Расширенный фильтр, Форма;**
- ☐ **Зачеркнутый, Перебор цветов шрифта, Итоги, Проверка, Таблица подстановки;**

- ❑ Подбор, Уменьшить/Увеличить отступ, Расположить (для окон), Текст по столбцам, Консолидация;
- ❑ Структура документа (символы), Сводная таблица, Разделить, Создать структуру, Удалить структуру;
- ❑ Закрепить области, Выделить исправления, Защитить книгу, Дать общий доступ, Панель зависимостей, Разрыв страницы.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

---

---

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## Создание элементов управления на рабочем листе

### Понятие элемента управления

*Элементы управления* представляют собой объекты, упрощающие ввод данных. Такими объектами, например, являются прокручивающиеся списки или флажки. Элементы управления — не только удобное средство ввода, они также позволяют уменьшить количество ошибок при наборе.

Элементы управления связываются с определенными ячейками рабочего листа. Каждое изменение состояния элемента управления отражается на содержимом соответствующей ячейки. Данные из этой ячейки могут использоваться в стандартных вычислениях.

Для создания элементов управления необходима мышь или другое эквивалентное устройство. Элементы управления располагаются на панели инструментов **Формы**. Каждый необходимый элемент выбирается и рисуется на рабочем листе с помощью левой кнопки мыши. После того как элемент управления нарисован, с ним необходимо связать определенную ячейку на рабочем листе. В эту ячейку помещается значение, выбранное с помощью элемента управления.

Элемент управления и связанная с ним ячейка влияют друг на друга — от изменения в одном из них зависят изменения в дру-



гом. Эта связь необходима для синхронизации элементов управления рабочего листа.

Для изменения формата элементов управления (цвета, размера, свойства — связи с ячейкой и т. д.) необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на элементе управления и выбрать команду **Формат объекта**. Названия и назначение элементов управления приведены в табл. П1.1.

**Таблица П1.1. Элементы управления**

| Элемент управления                                                                                                                                                                                         | Описание                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Флажок                                                                                                                    | Позволяет выбрать одно из двух значений: ИСТИНА или ЛОЖЬ                     |
| Переключатель                                                                                                             | Используется для выбора одного значения из нескольких имеющихся              |
| Список  и поле с раскрывающимся списком  | Позволяют сделать выбор из ограниченного списка возможных элементов          |
| Счетчик                                                                                                                   | Позволяет увеличивать или уменьшать величину, размещенную в связанной ячейке |
| Полоса прокрутки                                                                                                          | Позволяет вводить числа из широкого диапазона значений                       |

## Флажок

Флажок связывается с определенной ячейкой, в которой появляется результат. Если флажок установлен, результатом будет значение **ИСТИНА**, если снят — **ЛОЖЬ**. С помощью функции **ЕСЛИ()** можно проверить содержимое ячейки, распознав состояние флажка. Например, если с флажком связана ячейка **A40**, формула **=ЕСЛИ(\$A\$40, "Рабочий", "Выходной")**

возвратит значение **РАБОЧИЙ**, если флажок установлен (в ячейке **A40** — **ИСТИНА**), или значение **ВЫХОДНОЙ**, когда флажок снят (в ячейке

ке **A40** — ложь). Следует учесть, что сама формула не может находиться в связанной с флажком ячейке **A40**.

## Переключатель

Переключатели применяются для выбора одного значения из нескольких имеющихся. Как правило, переключатели — это круглые кнопки, объединенные в группы. Использование любого переключателя группы исключает выбор другого: если один выделен — другие не выделены. Если переключатели просто нарисованы на рабочем листе, MS Excel считает их принадлежащими одной группе. Чтобы разбить переключатели на несколько групп, необходимо нарисовать границы группы с помощью кнопки **Рамка**  панели инструментов **Формы**. Все переключатели из одной группы связываются с одной и той же ячейкой, в которой помещается общий результат.

Для создания группы переключателей следует:

1. Обозначить границу группы и ввести ее заголовок.
2. Внутри группы добавить нужное число переключателей, причем для каждого из них установить значение по умолчанию:
  - **установлен;**
  - **снят;**
  - **не определено;**

Для выбора значения щелкните правой кнопкой мыши на переключателе, затем выберите команду **Формат объекта**. В открывшемся окне **Формат элемента управления** перейдите на вкладку **Элемент управления**.

### Внимание!

В группе только один переключатель может иметь значение **установлен**!

3. Установить связь с ячейкой, в которой будет отображаться состояние группы. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на элементе управления, выберите команду **Формат объекта**, на

вкладке **Элемент управления** в поле **Связать с ячейкой** укажите связанную ячейку рабочего листа.

### Внимание!

Следует помнить, что все переключатели ссылаются на одну и ту же ячейку!

Как правило, группа переключателей используется для выбора одного значения из нескольких. С помощью функции **ВЫБОР** можно получить различные представления выбора:

**ВЫБОР** (Связанная Ячейка; Результат 1; Результат 2;...).

Пусть, например, группа переключателей связана с ячейкой **С3**. Выбор одного из переключателей вызовет появление в ячейке соответствующего числа: 1, 2 или 3.

Чтобы преобразовать полученное выражение в текст, можно воспользоваться следующей формулой, введенной в некоторой другой ячейке:

**=ВЫБОР (\$С\$3;"Янв";"Февр";"Март").**

Именно в этой ячейке и будет отображаться в зависимости от выбора: **Янв, Февр, Март**. Если ячейка, содержащая эту формулу, отформатирована для вывода даты, можно использовать следующую формулу для отображения вчерашнего, сегодняшнего и завтрашнего числа:

**=ВЫБОР (\$С\$3; СЕГОДНЯ()-1; СЕГОДНЯ (); СЕГОДНЯ()+1).**

## Список и раскрывающийся список

Списки и раскрывающиеся списки позволяют сделать выбор из ограниченного перечня возможных элементов. Списки работают одинаково, хотя имеют различный внешний вид. В простом списке одновременно отображаются несколько элементов, в то время как сам список имеет всегда одни и те же размеры. Раскрывающийся список отображает только один элемент.

Для создания списка следует:

1. Подготовить на рабочем листе перечень элементов списка, помещая по одному элементу в ячейку.
2. Используя панель инструментов **Формы**, выбрать и нарисовать мышью нужный список.
3. Связать список с ячейкой рабочего листа, куда будет помещаться результат.

Результатом выбора элемента из списка является его порядковый номер в списке значений. В большинстве случаев нет необходимости преобразовывать это число в сам элемент списка. Если же это все-таки нужно, используется функция:

**ИНДЕКС** (Ссылка на Список; Связанная Ячейка; 1).

Например, команда **=ИНДЕКС (B5:B15; C4; 1)** просматривает сверху вниз массив **B5:B15** до строки с порядковым номером, хранящимся в ячейке **C4**. Элемент, находящийся в этой ячейке, возвращается в качестве ее значения.

Существует также возможность делать выбор из одного списка, но использовать соответствующее значение из другого. Для этого необходимо завести два (и более) перечней. Один, например, **B5:B15**, используется для создания списка. Во втором хранятся интересующие нас величины:

**=ИНДЕКС (F5:F15; C4; 1).**

Эта формула возвращает значение из перечня **F5:F15** с порядковым номером, который хранится в ячейке **C4**, связанной со списком **B5:B15**.

## Счетчик

Счетчик представляет собой две стрелки, направленные вверх и вниз. Такой элемент управления позволяет увеличивать или уменьшать величину, размещенную в связанной ячейке.

Для размещения счетчика следует:

1. Используя панель инструментов **Формы**, выбрать и нарисовать счетчик мышью на рабочем листе.

2. Установить параметры для счетчика (щелкнуть правой кнопкой мыши на счетчике и выбрать команду **Формат объекта**).
3. Связать его с нужной ячейкой.

## Полоса прокрутки

Полосы прокрутки позволяют вводить числа из широкого диапазона значений. Результат помещается в связанную с полосой прокрутки ячейку. Можно создавать как вертикальные, так и горизонтальные полосы прокрутки.

Для создания полосы прокрутки следует:

1. Используя панель инструментов **Формы**, выбрать и нарисовать полосу прокрутки мышью на рабочем листе.
2. Установить необходимые параметры полосы прокрутки (щелкнуть правой кнопкой мыши на полосе прокрутки и выбрать команду **Формат объекта**).
3. Осуществить связь с ячейкой, в которую будет помещаться результат.

## Дополнительные возможности элементов управления

### Управление пересчетом

Обычно при изменении состояния элемента управления рабочий лист сразу же пересчитывается. Этот пересчет не вызывает задержек, если выбор производится из списка или с помощью диалогового окна. Но когда изменение значения происходит с помощью счетчика, на котором удерживается нажатой одна из его стрелок, пересчет будет производиться после каждого изменения значения, что может привести к большим задержкам в работе. Существуют следующие возможности.

1. Отключение автоматического пересчета (командой **Сервис | Параметры | вкладка Вычисления** — установить переключатель в положение **вручную**). Теперь для пересчета рабочего

листа следует нажимать клавишу <F9>. Недостатком данного метода является необходимость выполнения большого количества действий вручную.

2. Поместить счетчик в качестве аргумента функции ЕСЛИ(), условием которой является проверка состояния флажка. Когда флажок установлен, функция ЕСЛИ() вернет результат счетчика. Когда флажок снят, функция ЕСЛИ() вернет сообщение об ошибке # Н/Д, полученное с помощью функции НД().

## Неопределенное состояние элементов управления

Часто бывает полезной установка элемента управления в неопределенное состояние. При этом элемент управления не имеет значения по умолчанию, а в связанной ячейке находится значение # Н/Д. Чтобы установить в неопределенное состояние элемент управления (флажок, список, группу переключателей), необходимо ввести в связанную ячейку формулу =НД() либо поместить в связанную ячейку 0.

## Печать формы без элементов управления

Для распечатки формы без элементов управления следует щелкнуть правой кнопкой мыши на элементе управления, выбрать команду **Формат Объекта** | вкладка **Свойства** и сбросить флажок **Выводить объект на печать**. При этом элемент управления не выводится на печать, но связанная с ним ячейка печатается.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

# Коллективная работа

Работа над многими проектами предусматривает работу групп людей с одинаковыми или схожими документами, поэтому необходимо знать, как использовать MS Excel и другие офисные приложения в сети.

Рабочую книгу, к которой имеется совместный доступ, можно одновременно просматривать и изменять нескольким пользователям. При сохранении локальной копии книги пользователь может увидеть изменения, внесенные другими.

Для управления доступом к рабочей книге следует воспользоваться командой **Сервис | Доступ к книге**, в результате выполнения которой появляется диалоговое окно **Управление доступом к файлу**. В этом окне можно разрешить другим пользователям просматривать и редактировать книгу одновременно, а также отслеживать изменения, внесенные другими. По умолчанию в MS Excel ведется журнал изменений, что позволяет отменить редактирование в случае необходимости.

При работе с совместно используемой рабочей книгой запрещается выполнять следующие операции:

- ☐ удалять рабочие листы;
- ☐ вставлять или удалять блоки ячеек (разрешается вставлять и удалять строки и столбцы);
- ☐ вставлять или изменять диаграммы, рисунки, объекты и гиперссылки;

- ☐ объединять ячейки;
- ☐ назначать или применять условные форматы;
- ☐ назначать или изменять условия на значения, а также сообщения, относящиеся к этим условиям;
- ☐ назначать пароль для отдельных рабочих листов или всей рабочей книги;
- ☐ изменять или удалять пароль;
- ☐ сохранять, просматривать или изменять сценарии;
- ☐ использовать инструменты рисования;
- ☐ группировать или структурировать данные;
- ☐ добавлять автоматические промежуточные итоги;
- ☐ создавать таблицы данных;
- ☐ создавать сводные таблицы или изменять формат существующих сводных таблиц;
- ☐ изменять диалоговые окна и меню;
- ☐ создавать, изменять, просматривать, записывать макросы и связывать их с каким-либо объектом.

Большинство указанных ограничений можно обойти, если задать использование относящихся к ним средств перед тем, как разрешить совместный доступ к рабочей книге (например, назначить рабочей книге пароль).



## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

# Использование MS Excel совместно с другими офисными приложениями

## Технологии обмена информацией

MS Excel входит в пакет MS Office, который предусматривает возможность использования технологий *OLE* (связывание и внедрение объектов) и *DDE* (динамический обмен данными). Это означает, что MS Excel, как и другие офисные пакеты, может поддерживать:

- ☐ автоматическое обновление связанной с рабочими листами MS Excel информации из других приложений;
- ☐ внедрение объектов в рабочие листы MS Excel;
- ☐ объединение документов различных приложений в подшивке с помощью MS Office Binder.

Для обмена информацией между документами, созданными в офисных приложениях, существуют следующие возможности:

- ☐ простая операция копирования/вставки (в этом случае данные не сохраняют связь с исходными документами);
- ☐ связывание;
- ☐ внедрение.

Следует отметить, что связывание и внедрение происходят через *буфер обмена* и основаны на технологии OLE. В терминологии

OLE перемещаемые данные называются *объектом*. Документ или приложение, куда перемещается OLE-объект, называется *клиентом*, а документ или приложение, откуда данные поступают — *сервером*. Тип данных может быть любым. Объект может быть внедрен в документ или связан с документом:

- ❑ *внедренный объект* содержит всю необходимую информацию для его обновления в документе, в который он вставлен;
- ❑ *связанный объект* содержит ссылку на исходный документ и изменяется при обновлении исходного документа.

Ряд приложений (MS Excel также принадлежит к ним) способны служить как сервером, так и клиентом. MS Excel может работать с несколькими клиентами и серверами.

Общая характеристика технологий связывания и внедрения приведена в табл. ПЗ.1.

**Таблица ПЗ.1. Характеристики технологий связывания и внедрения**

| Возможность                                                                         | Связывание (DDE-технология)                                                              | Внедрение (OLE-технология)                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Обслуживание связи с документом-сервером                                            | Требуется знать путь к документу-серверу, иначе обновление связанного объекта невозможно | Нет необходимости                                                            |
| Сохранение документа-сервера                                                        | Необходимо сохранение                                                                    | Нет необходимости, т. к. документ-сервер становится частью документа-клиента |
| Возможность запуска приложения-сервера из приложения-клиента для обновления объекта | Нет                                                                                      | Есть                                                                         |
| Обновление объекта                                                                  | Некоторые связи обновляются автоматически                                                | Только по желанию пользователя                                               |

Таблица ПЗ.1 (окончание)

| Возможность                        | Связывание (DDE-технология)                                                                                                                                                                                       | Внедрение (OLE-технология)                                                                                                                              |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Занимаемый объем                   | Меньший объем, чем документы с внедренными данными                                                                                                                                                                | Занимают больше места, т. к. внедренный объект сохраняется в документе целиком                                                                          |
| Качество представления в документе | Такое же, как в документе-сервере                                                                                                                                                                                 | После обновления внедренного в приложение объекта он может потерять форматирование или получить более низкое разрешение                                 |
| Коллективная работа                | Обновляет всех клиентов одновременно                                                                                                                                                                              | Обновление каждого внедренного объекта производится индивидуально                                                                                       |
| Использование                      | Необходимо объединение одного документа-сервера с несколькими документами-клиентами и одновременное обновление связей.<br><br>Необходимо немедленное обновление документа-клиента при изменении документа-сервера | Необходимо хранить рабочий лист и данные вместе.<br><br>Имеется единственный объект-сервер.<br><br>Необходимо вручную контролировать обновление объекта |

## Копирование данных из одного приложения в другое

Различают следующие способы копирования/вставки:

- ☐ копирование (перемещение) и вставка текста — командой **Правка | Копировать (Вырезать)** в исходном приложении и командой **Правка | Вставить** в приложении-приемнике;

- ❑ перетаскивание данных из одного приложения в другое — окна обоих приложений размещаются рядом и перемещение данных производится с помощью мыши. Для копирования следует при этом дополнительно удерживать клавишу <Ctrl>;
- ❑ копирование и вставка диаграмм и графики — в исходном приложении выполнить команду **Правка | Копировать**, в приложении-приемнике — команду **Правка | Вставить** (или **Специальная вставка**);
- ❑ копирование образа экрана (нажатием клавиши <Print Screen> или комбинации клавиш <Alt>+<Print Screen>) и вставка его в приложение (командой **Правка | Вставить**);

### Примечание

Комбинация клавиш <Alt>+<Print Screen> копирует в буфер обмена только активное окно.

- ❑ копирование изображения части рабочего листа:
  - выделить диапазон, подлежащий копированию;
  - удерживая нажатой клавишу <Shift>, выбрать команду **Правка | Копировать рисунок**;
  - в открывшемся диалоговом окне **Копировать рисунок** установить переключатель **как на печати** и нажать кнопку **ОК**;
  - активизировать приложение, в которое необходимо вставить объект, перейти на место вставки и воспользоваться командой **Правка | Вставить**;
- ❑ создание так называемых *фрагментов* — файлов, которые хранятся на рабочем столе и используются для передачи данных в любое приложение Windows.

Использование фрагментов по сравнению с буфером обмена имеет следующие преимущества:

- на рабочем столе можно создать несколько фрагментов с разнообразной информацией;
- их можно использовать в любое время и неограниченное число раз;

- в качестве фрагментов можно использовать стандартные формы ввода данных на рабочем месте, стандартные структуры баз данных, часто используемые заглавия, надписи и т. д.;
- фрагменты остаются на рабочем столе даже после перезагрузки компьютера.

Чтобы создать фрагмент, следует:

- расположить приложение, на основе которого будет формироваться фрагмент, таким образом, чтобы была видна часть рабочего стола;
- выделить часть документа и перетащить его правой кнопкой мыши на рабочий стол. При перетаскивании фрагмента на рабочий стол левой кнопкой мыши выбрать из появившегося контекстного меню команду **Создать фрагмент** или **Переместить фрагмент**.

Для использования фрагмента в другом документе следует перетащить фрагмент в то место документа, в которое его нужно вставить.

## Связывание данных из различных приложений

Связывание данных MS Excel с другими приложениями может осуществляться двумя способами:

- ☐ с помощью формулы удаленной ссылки (применяется для связывания рабочих книг MS Excel внешними ссылками). Формула удаленной ссылки вводится с клавиатуры или вставляется в ячейку с помощью команды **Правка | Специальная вставка**;
- ☐ с использованием макросов, управляющих динамическим обменом данными (DDE).

MS Excel может получать данные из других приложений, причем при изменении данных в приложении-сервере данные в MS Excel-клиенте обновляются автоматически.

Способ обновления связанных данных можно задать по выбору: автоматическое или ручное. Если обновления производятся вручную, то связанные приложения работают быстрее.

Для связывания MS Excel-клиента и другого приложения необходимо произвести следующие действия:

1. Открыть MS Excel и другое приложение. Активизировать приложение.
2. Выделить данные, которые подлежат связыванию.
3. Выполнить команду **Правка | Копировать**.
4. Активизировать MS Excel-клиент и задать точку вставки связываемых данных.
5. Выполнить команду **Правка | Специальная вставка**.
6. Установить переключатель **Связать** и нажать кнопку **ОК**. При необходимости задать способ обновления данных.

Режим обновления данных задается установкой флажка **Обновить удаленные ссылки** на вкладке **Вычисления** диалогового окна **Параметры**, вызываемого командой **Сервис | Параметры**. Чтобы часто не выдавался запрос на обновление связей, флажок можно снять.

Режим сохранения значений из связанного документа в файле MS Excel задается установкой флажка **Сохранять значения внешних ссылок** на вкладке **Вычисления** диалогового окна **Параметры**, вызываемого командой **Сервис | Параметры**.

### Совет

Чтобы уменьшить размер файла (т. е. не сохранять вместе с рабочим листом значения из связанного документа) или сократить время открытия рабочего листа, связанного с внешним документом, следует сбросить этот флажок.

Надо отметить, что при последующем обновлении рабочего листа MS Excel перечитывает внешний документ.

Режим обновления связей данных рабочего листа с другими приложениями задается установкой флажка **Игнорировать DDE-запросы от других приложений** на вкладке **Общие** диалогового окна **Параметры**, вызываемого командой **Сервис | Параметры**.

Для отключения обновления связей с другими приложениями следует этот флажок установить.

## Внедрение данных других приложений на рабочий лист

В MS Excel существует возможность внедрения данных в рабочий лист из любого приложения-сервера, поддерживающего OLE-технологию.

После внедрения данные становятся частью рабочего листа MS Excel. При редактировании таких данных приложение-сервер запускается из MS Excel. Вставленный объект сохраняется вместе с файлом рабочего листа, и его редактирование не приводит к изменению исходного файла.

После загрузки из MS Excel приложения-сервера можно просматривать и обрабатывать внедренный объект и одновременно видеть документ, в который внедрен этот объект. Такая возможность называется *местной активацией*.

Внедрение объекта в документ MS Excel производится двумя способами:

- ☐ с помощью команды **Вставка | Объект**, которая позволяет создать внедряемый объект сразу в MS Excel:
  - внедряемый объект по типу приложения-сервера можно выбрать на вкладке **Новый** диалогового окна **Вставка объекта**;
  - внедряемый объект в виде файла можно выбрать на вкладке **Из файла** диалогового окна **Вставка объекта**;
- ☐ путем копирования из того документа, в котором он находится.

Вставка внедряемых объектов в рабочий лист MS Excel производится с помощью двух типов приложений:

- ☐ любых приложений-серверов, поддерживающих OLE;
- ☐ надстроек, которые прилагаются к некоторым приложениям Windows. При установке такого приложения надстройки ста-

новятся доступными как для MS Excel, так и для других приложений-клиентов. Надстройки не являются самостоятельными приложениями и используются только из какого-либо приложения-клиента.

Приложения Windows, которые частично поддерживают OLE, могут не появиться в диалоговом окне **Вставка объекта**, вызываемом командой **Вставка | Объект**. Однако существует возможность внедрения таких объектов следующим образом:

- ☐ выполнить команду **Правка | Копировать** в документе, часть которого подлежит внедрению;
- ☐ выполнить команду **Правка | Специальная вставка** в приложении, в которое необходимо вставить объект (выводится окно **Специальная вставка** с предоставлением возможности внедрения объекта).



# Рекомендуемая литература

1. Абрамов С. А., Гнездилова Г. Г., Капустина Е. Н., Селюн М. И. Задачи по программированию. — М.: Наука, 1988.
2. Бухвалов А., Бухвалова В., Идельсон А. Финансовые вычисления для профессионалов. — Дюссельдорф, Киев, Москва, Санкт-Петербург: BNV, 2001.
3. Персон Р. Microsoft Excel 97 в подлиннике: В 2-х томах / Пер. с англ. — Санкт-Петербург: BNV, 1997.
4. Овчаренко Е. К., Ильина О. П., Балыбердин Е. В. Финансово-экономические расчеты в Excel. — М., Информационно-издательский дом "Филинь", 1999.
5. Гарнаев А. Использование MS Excel, VBA, Internet в экономике и финансах. — Дюссельдорф, Киев, Москва, Санкт-Петербург: BNV, 2001.
6. Шикин Е. В., Чхартишвили А. Г. Математические методы и модели в управлении: Учеб. пособие. — М.: Дело, 2000.
7. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, Д. М. Дайитбегов и др.; под ред. В. В. Федосеева. — М.: ЮНИТИ, 1999.
8. Кузнецов А. В. Высшая математика: Мат. программирование: Учеб. — 2-е изд., перераб. и доп. / А. В. Кузнецов, В. А. Сакович, Н. И. Холод; под общ. ред. А. В. Кузнецова. — Мн.: Выш. шк., 2001.

9. Лавренов С. М. Excel: Сборник примеров и задач. — М.: Финансы и статистика, 2002.
10. Орвис В. Excel для ученых, инженеров и студентов: Пер. с англ. — К.: Юниор, 1999.
11. Ткалич Т. А., Челноков М. А., Кочетова Н. А. Анализ финансового состояния предприятий с использованием табличного процессора Excel: Учеб.-метод. пособие. — Мн.: БГЭУ, 1999.
12. Курицкий Б. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. — Санкт-Петербург: BHV, 1997.
13. Комягин В. Б., Коцюбинский А. О. Excel 7 в примерах: Практ. пособ. — М.: Нолидж, 1996.
14. Долголаптев В. Г. Работа в Excel 7.0 для Windows 95 на примерах. — М.: Бином, 1995.
15. Курош А. Г. Курс высшей алгебры. — М.: Наука, 1975.
16. Гусак А. А. Элементы методов вычислений. — Мн.: Изд-во БГУ, 1982.
17. Уокенбах Д. Microsoft Excel 2000. Библия пользователя / Пер. с англ.: Учеб. пособие. — Москва, Санкт-Петербург, Киев: Компьютерное издательство "Диалектика", 2001.
18. Рахмина Г. В. Excel 2000. Руководство пользователя с примерами. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
19. Карлберг К. Бизнес-анализ с помощью Excel 2000 / Пер. с англ.: Уч. пособие. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2000.
20. Коттингхэм М. Excel 2000: Руководство разработчика. — Киев: BHV, 2000.

# Предметный указатель

## А

- Автозамена 32
- Автозаполнение 31
- Автофильтр 283, 285
- Адресация ячейки
  - ♦ абсолютная 43
  - ♦ в стиле R1C1 28
  - ♦ в стиле A1 27
  - ♦ относительная 43
  - ♦ по имени 28
  - ♦ смешанная 43

## Г

- График 175

## Д

- Данные:
  - ♦ анализ 281, 294
  - ♦ отбор 281, 283
  - ♦ сортировка 281
- Диаграмма 165
  - ♦ тип 167
- Диапазон:
  - ♦ данных 279
  - ♦ для извлечения 279
  - ♦ критериев 279
- Диспетчер сценариев 155, 227

## И

- Итоги 298

## К

- Карта географическая 200
- Консолидация 303
- Критерии поиска:
  - ♦ на основе сравнения 283
  - ♦ по близкому соответствию с использованием образца 284
  - ♦ по поиску соответствия с использованием множественного критерия 284
  - ♦ по точному соответствию 283

## Л

- Линейка меню 11
- Линия тренда 191

## М

- Макрооператор 325
- Макрорекордер 327
- Макрос 325
  - ♦ командный 325
  - ♦ макрофункция 326
  - ♦ пользовательская функция 326

Маркер автозаполнения 31

Массив-интервал 75

Мастер:

- ♦ карт 201

- ♦ суммирования 299

- ♦ функций 49, 50, 67

- ♦ диаграмм 165

## О

Область задач 13

Объединение ячеек 29

Отслеживание зависимостей 52

## П

Пакет анализа 117

Панель инструментов 13

Перенос текста в ячейке 29

Подбор параметра 138, 169, 220

Поиск решения 227

- ♦ отчет по пределам 239

- ♦ отчет по результатам 235

- ♦ отчет по устойчивости 239

- ♦ параметры 228

Поле имен 13

Примечание 32

## Р

Рабочая книга 11

- ♦ закрытие 21

- ♦ открытие 20

- ♦ создание 18

- ♦ сохранение 20

- ♦ удаление 21

Рабочая область 13

Рабочий лист 14

- ♦ вставка 15

- ♦ групповой режим 15

- ♦ защита 16

- ♦ копирование 15

- ♦ переименование 14

- ♦ перемещение 14, 15

- ♦ печать 22

- ♦ скрыть/показать 15

- ♦ структуризация 295

- ♦ удаление 14

Расширенный фильтр 283, 286

## С

Сводные таблицы 303

Сообщение:

- ♦ для ввода 33

- ♦ об ошибке 33

Специальная вставка 17

Список 279

Ссылка:

- ♦ на листы рабочей книги 44

- ♦ трехмерная 44

Стиль 42

Строка:

- ♦ заголовка 11

- ♦ перехода по листам рабочей книги 13

- ♦ состояния 13

- ♦ формул 13

## Т

Таблица подстановки 144

Транспонирование таблицы 18

## Ф

Форма данных 283, 284

Формат:

- ♦ данных 33

- ♦ пользовательский 33

- ♦ условное форматирование 40

Формула 42

- ♦ ошибка 52

- ♦ поиск ошибок 54

Функция:

- ♦ вложенная 50

- ♦ сложная 50