



С.М.Лавренов

# Excel

B3		=	=B3(\$A3,E	
Расчёт вклада				
	A	B	C	D
1	вклад:	\$1 000		
2	год	0	1	2
3	ставка			
4	0%	\$1 000	\$1 000	\$1 000
5	1%	\$1 000	\$1 010	\$1 020
6	2%	\$1 000	\$1 020	\$1 040
7	3%	\$1 000		
8	4%	\$1 000		
9	5%	\$1 000		

## СБОРНИК ПРИМЕРОВ И ЗАДАЧ



Издательство  
**"ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА"**

предлагает  
учебное пособие

**Ю.В. Васильков, Н.Н. Василькова**

Компьютерные технологии вычислений  
в математическом моделировании. — 256 с.



Пособие содержит общие сведения об особенностях математического моделирования и теоретические основы вычислительных методов как его инструментов. Рассмотрены методы обработки данных: интерполяция, аппроксимация, решение алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем, вычисление интегралов, методы оптимизации. Показаны способы реализации алгоритмов на Visual Basic для Excel 7.0. Даны характеристики наиболее распространенных программных средств для проведения вычислительных работ. Приведены контрольные вопросы к каждой теме и ответы на них.

Для самостоятельной работы студентов вузов очной и заочной форм обучения по экономическим специальностям, а также учащихся лицеев и гимназий.

Книгу можно приобрести в киоске издательства  
или заказать по почте

**Адрес: 101000, Москва, ул. Покровка, 7**  
(метро "Китай-город", выход на ул. Маросейка)

**Тел.: (095) 925-35-02, 923-18-68**

**Факс (095) 925-09-57**

**E-mail: mail@finstat.ru <http://www.finstat.ru>**

ДИАЛОГ С КОМПЬЮТЕРОМ

С.М.Лавренов

---

# Excel

**СБОРНИК  
ПРИМЕРОВ  
И ЗАДАЧ**



Москва  
"Финансы и статистика"  
2003

УДК 004.67(076.1)  
ББК 32.973.26-018.2я7  
Л13

Серия  
основана в 1994 году

Главный редактор серии *А. В. Гиглави*

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

доктор педагогических наук *О. А. Козлов;*  
преподаватель информатики *Р. А. Подбельская*

**Лавренов С. М.**

Л13      Excel: Сборник примеров и задач. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 336 с.: ил. - (Диалог с компьютером).

ISBN 5-279-02130-X.

Представленные в книге примеры, упражнения и задачи предназначены для углубленного изучения возможностей процессора электронных таблиц Excel (в основном версии Excel 97, Excel 2000, но большинство примеров могут выполняться в среде Excel 5.0/7.0). Задачи разнообразны по тематике и уровню трудности. Особое внимание уделено методам адресации, построению табличных формул (формул массива), работе с электронными таблицами как с базами данных.

Для широкого круга читателей: от начинающих до опытных пользователей. Большая часть материала доступна учащимся старших классов и студентам младших курсов экономических и технических вузов. Книгу можно использовать для самообразования и для проведения занятий с преподавателем.

Л 2404000000 - 045  
010(01) - 2003 324

УДК 004.67(076.1)  
ББК 32.973.26-018.2я7

ISBN 5-279-02130-X

© С. М. Лавренов, 2000



## К читателю

*...Примеры полезнее правил.*

*И. Ньютон<sup>1</sup>*

*...Из глубины разума невозможно извлечь  
ничего столь значительного и интересного,  
что можно извлечь из прикладных задач.*

*Л.С. Понтрягин<sup>2</sup>*

В крупных книжных магазинах литература, посвященная процессору электронных таблиц Microsoft Excel, занимает целую полку. "Зачем нужна еще одна книга по Excel?" — вправе спросить читатель.

...Совсем недавно, в шестидесятые годы, руководители компьютерных компаний утверждали, что по мере продвижения к XXI веку спрос на программистов будет расти чуть ли не экспоненциально. И вот мы оказались уже на пороге нового века, компьютер стал инструментом людей многих профессий, а количество профессиональных программистов выросло не столь уж значительно.

Компьютерная программа за эти годы стала **товаром**; тиражи наиболее популярных программ достигают миллионных отметок. И первым бестселлером на рынке компьютерных программ стала программа для работы с электронными таблицами VisiCalc, разработанная двумя юными программистами еще в начале восьмидесятых годов.

---

<sup>1</sup> Ньютон И. Всеобщая арифметика. — М.: 1948. — С.243.

<sup>2</sup> Понтрягин Л.С. Жизнеописание Л.С.Понтрягина, математика, составленное им самим. — М.: ИЧП "Прима В", 1998. — С.86.

Сегодня разработаны программные продукты, с помощью которых рядовой пользователь очень быстро решает прикладные задачи. На решение таких задач в сфере экономики, финансов и статистики у программистов прежних поколений уходили месяцы. Одной из таких программ, завоевавших репутацию надежного инструмента для повседневного аналитического труда, является процессор электронных таблиц Excel.

Для изучения любого предмета нужна учебная литература двух типов: учебники и задачники. На полках книжных магазинов вы найдете сегодня задачники даже по гуманитарным наукам: истории, философии. За несколько столетий накоплен значительный объем задач по "науке наук" математике.

Но вот появилась новая компьютерная среда (как говорят, новая парадигма) для решения практических задач - электронные таблицы, и потребность в задачниках для начинающих пользователей выросла с нуля до десятков и сотен тысяч.

Автору этой книги при проведении занятий по электронным таблицам приходилось специально подбирать и придумывать задачи для слушателей. Часть задач возникала непосредственно из практических потребностей учеников. В результате появилась эта книга, в которой собрано большое количество разнообразных задач: от совсем простых до весьма сложных, имеющих неожиданное оригинальное решение. Хорошо бы создать и пополнять фонд таких задач. По Excel можно проводить олимпиады для школьников и студентов.

Книга предназначена для последовательного изучения. Расположение материала позволяет постепенно продвигаться от простого к сложному. По мере продвижения изложение становится все менее подробным. Детальное разъяснение отдельных действий, как правило, не повторяется (за исключением наиболее важных).

...Каждое сообщество, большое или малое, окружает себя услугами. Ограничения на разнообразие этих услуг могут быть этническими, социальными, религиозными и вообще какими угодно, но есть аксиома, применимая к любой информационной

услуге. Автор аксиомы Томас Альва Эдисон утверждал: "Обменяемся яблоками - и у каждого из нас останется по яблоку; обменяемся идеями - и у каждого из нас будет по две **идеи**". От идеи до информационной услуги - один шаг, заводов по производству услуг строить не надо, рынок услуг идеален для становления малого бизнеса. Становление рынка "Excel-услуг" во многих странах мира стало свершившимся фактом. А в России сегодня все большее внимание привлекает конкурс программистов-прикладников Microsoft Office Extensions, участники которого демонстрируют новые приемы решения нетривиальных задач в хорошо известных офисных средах. **Видимо**, Microsoft Excel неисчерпаем...

Главный редактор серии  
канд. техн. наук *А.А Гиглавый*

## Предисловие

Изучение этой книги поможет читателю приобрести и закрепить необходимые навыки работы с Excel. Книга может использоваться как самоучитель, но в то же время содержит материал, полезный для аудиторных занятий с преподавателем.

ПРИМЕРЫ дают пользователю образец выполнения последовательности типовых действий или служат иллюстрацией базовых положений Excel. Текст примера завершается значком >. *Упражнения* предназначены для закрепления отдельных действий. Иногда новый материал вводится как серия последовательных упражнений. **ЗАДАЧИ** требуют от читателя некоторых умственных усилий по нетривиальному применению знаний и навыков, полученных в процессе изучения примеров и выполнения упражнений. К задачам (в отличие от упражнений) в конце книги даны ответы и решения. Задачи повышенной сложности отмечены звездочкой.

Постарайтесь решить как можно больше задач. Только решением серии однотипных задач можно приобрести и закрепить необходимые навыки. Примеры и упражнения рекомендуется проигрывать на компьютере несколько раз до полного автоматизма в действиях. Это особенно относится к использованию различных видов адресации *ячеек*, построению графиков, работе со списками.

Многие задачи имеют прикладное значение. Значительная часть задач математическая, хотя их содержание, как правило, не выходит за рамки средней школы. Хотелось бы, чтобы прикладных задач было больше, но тогда неоправданно много места займет разъяснение исходной постановки задачи. Часть задач заимствована из существующих сборников задач по программированию [21, 34]. Приходилось переделывать формулировки, чтобы приспособить их к Excel, поэтому первоисточник, как правило, не указывается.

В этой книге Excel используется как средство для проведения расчетов и визуализации результатов расчетов в виде таблиц и графиков. Изложение в первую очередь ориентировано на Excel 97 и Excel 2000, но большая часть материала пригодна для Excel 7.0 и Excel 5.0. Пожалуй, основная трудность в изложении, рассчитанном на различные версии, заключается в терминологическом разном русском языке версий. Например, "Advanced Filter" сначала переводился как "усиленный фильтр", но был заменен на термин "расширенный фильтр", хотя в оригинале остался неизменным. Как правило, пользователь Excel 7.0 и Excel 5.0 легко догадается, какие изменения надо внести в последовательность действий, излагаемых применительно к Excel 97 и Excel 2000.

Разумеется, Excel 97 и Excel 2000 значительно отличаются от Excel 5.0/7.0. Но эти отличия в книге почти не затронуты. Нет никаких сведений о макросах и программировании на VBA (Visual Basic for Applications). VBA существенно расширяет возможности Excel, но это — предмет отдельной книги. Отсутствуют упражнения на получение информации из внешних баз данных с использованием приложения MS Query. Этот раздел уместен, если слушатели обладают некоторыми познаниями в области СУБД, в частности, знают, что такое запросы на языках SQL и QBE. Но это явно выходит за рамки книги. Возможности Excel поистине необъятны, и я пожелал бы читателю после изучения этой книги (или параллельно) обратиться к фундаментальным справочным пособиям, например к [16, 18, 22]. Первую из этих книг полезно (но необязательно) иметь под рукой как учебник и справочник при проработке этой книги.

Предварительные требования к подготовке читателя невелики. Нужно иметь начальные навыки работы с Windows. Сведения по математической логике, без которых не обойтись, приведены в главе 2. За пределами школьного курса математики находятся матричные вычисления (гл. 8), задачи оптимизации (гл. 11), регрессия (гл. 12).

Названия глав до некоторой степени условны: при выполнении примеров используется комплекс средств Excel. Например, отдельные приемы форматирования показаны уже в первой главе, хотя более полное изложение форматирования отложено до пятой главы, а в шестой главе излагается форматирование дат.

В книге не приведены копии экранов. **Во-первых**, это резко увеличило бы объем книги, **во-вторых**, диалоговые окна в разных версиях Excel различаются, а хотелось бы, чтобы книгу можно было использовать как при изучении Excel 5.0/7.0, так и при изучении Excel 97 и Excel 2000, **в-третьих**, книга предназначена не для чтения в транспорте, а для активной проработки, сидя перед экраном компьютера. Детальные описания функций рабочего листа также не приводятся. Читатель должен активно работать со справочной системой Excel.

**Указания для преподавателей.** Книга содержит больше материала, чем может быть реально пройдено в аудитории. Как правило, на занятиях слушатели воспроизводят примеры, преподаватель демонстрирует эффективные приемы работы и при необходимости помогает слушателям. Большинство задач должно выполняться слушателями во внеаудиторное время. При составлении программы занятий ряд тем придется опустить.

В качестве исходных данных для занятий используются текстовые файлы различных форматов и **однотабличные** базы данных в формате dBase 3. Слушатели каждый раз закрепляют навыки разбора текстовых файлов. Кроме того, только на достаточно больших объемах исходных данных слушатели видят преимущества Excel.

Диаграммы нужно вводить как можно раньше. Во всех примерах и задачах, где это возможно, следует сопровождать расчеты графическим образом: гистограммой, **линейным** графиком, графиком поверхности.

В конце глав имеются указания для преподавателей, какие задания можно использовать в качестве зачетных по изученной теме. В книгу [9] включены наборы тематических вариантов — 10 однотипных заданий по каждой теме. Из нее можно взять большинство зачетных заданий.

Итоговые задания можно также взять из книги [35]. В главе 6 этого учебного пособия приведено 40 практических примеров проектирования электронных таблиц, а в главе 7 для решения предлагаются 34 задачи с практическим содержанием. Настоятельно рекомендую эту книгу.

При ограниченном времени занятий возникает проблема отбора материала, чтобы дать слушателю базовый уровень сведений и навыков. Здесь можно дать следующие рекомендации. Полностью следует изучить первые три главы. Из четвертой главы можно исключить смешанную адресацию, из пятой — пользовательские форматы, из шестой — дополнительные функции. В главе 7 можно ограничиться изучением функции ВПР. В главе 9 можно опустить расширенный фильтр и функции баз данных. В главе 10 следует оставить только самые простые упражнения на сводные таблицы. Главы 8, 11-14 можно опустить.

Продолжение изучения Excel. Освоив предложенный в книге материал, можно углубить свои познания, изучив какой-либо фундаментальный справочник, например [16, 18, 22]. В частности, следует посмотреть полные перечни и подробные описания функций рабочего листа. Нужно изучить связь Excel с другими офисными приложениями, научиться преобразовывать информацию из рабочей книги в `html`-файл для Интернета. Полезно изучить приложение MS Query для получения информации из внешних баз данных. В [29, 32] рассказано об использовании функций рабочего листа для расчета характеристик облигаций. В [28] подробно изложено применение Excel для решения задач оптимизации. Силу Excel можно удвоить и утроить за счет использования встроенного языка программирования VBA. С его помощью исходные данные в рабочий лист можно вводить не непосредственно в ячейки рабочего листа, а в удобные формы. Операции, которые может выполнить в Excel только квалифицированный пользователь, можно запрограммировать, после чего использование рабочей книги станет доступно начинающему пользователю. Для изучения VBA можно воспользоваться книгами [3, 4, 10, 27, 37].



**Исходные файлы.** Файлы, необходимые для некоторых примеров и упражнений, можно получить в Интернете по следующему адресу:

<http://www.kiam1.rssi.ru/fis/>

Содержимое этих файлов представлено в тексте книги, за исключением двух файлов: `test.txt` (для гл.7) и `kadr.dbf` (для гл.9 и 10). Впрочем, даже эти файлы читатель может создать самостоятельно, так как их общий вид представлен в книге. (Но если читатель подготовит эти файлы сам, то результаты выполнения примеров и упражнений будут отличаться от приведенных в книге, и читатель должен будет самостоятельно определять, правильно ли он осуществил предписанные действия.)

В заключение хочу выразить пожелание, чтобы этот задачник помог читателю овладеть мощью Excel. Мне очень нравится работать с этим программным продуктом и открывать в нем всё новые и новые возможности. Надеюсь, что читатель извлечет из этой книги не только пользу, но и интеллектуальное удовольствие, не меньшее, чем то, с которым я составлял эту книгу.

# Знакомство с Excel



## 1.1. Подготовка к занятиям

**Установка Excel.** Excel обычно устанавливается в составе пакета Office. Из предлагаемых режимов установки ("Типичная", "Полная", "Выборочная") укажите выборочную установку. Тогда Вы сами сможете выбрать компоненты, которые Вам нужны. Нужно установить надстройку "Поиск решения" (при типичной установке эта надстройка на диск не копируется), которая необходима для решения задач оптимизации. После установки Office настройте панель быстрого вызова: включите в нее кнопку с пиктограммой Excel (для этого щелкните по самой левой кнопке панели быстрого вызова и осуществите настройку панели). Более подробные сведения об установке Вы сможете найти в [16, с.987–990].

**Исходные и рабочие файлы.** Создайте на диске каталог, в котором Вы будете хранить файлы (рабочие книги), создаваемые в процессе упражнений. Например, создайте на диске C: каталог Work (если Вы выполняете упражнения под руководством преподавателя в аудитории, то диск и имя каталога укажет преподаватель).

Скопируйте в этот каталог исходные файлы. (В предисловии автора описано, как получить файлы для выполнения упражнений.)

Запустите Excel (эта процедура описана в п. 1.3). Войдите в меню "Сервис/ Параметры/ Общие" и в поле ввода "Рабочий каталог" введите "C:\Work" (кавычки не вводить: здесь и далее кавычки отделяют от остального текста вводимую строку). Тогда при открытии и сохранении файлов Excel будет использовать этот каталог по умолчанию. Далее в примерах конкретное имя рабочего каталога использоваться не будет, так что можете расположить его где угодно и назвать как угодно.

Клавиатура. При вводе некоторых команд Excel нужно нажимать комбинации клавиш. Например, нажатие **Ctrl+S** записывает текущую рабочую книгу на диск. Нужно нажать **клавишу** Ctrl и, не отпуская ее, нажать буквенную клавишу S. В этой комбинации клавиш указана прописная буква S. Казалось бы, для ввода прописной буквы нужно дополнительно нажать клавишу Shift (если не нажата CapsLock). Но для ввода **Ctrl+S** клавишу Shift нажимать не нужно! Комбинацию Ctrl+S можно было записать и как **Ctrl+s** (эффект тот же), но принято указывать прописные буквы. В некоторых случаях указываются и **трехклавишные комбинации**, например **Ctrl+Shift+Enter** (ввод формулы массива — гл. 8). Нужно сначала нажать одновременно клавиши Ctrl и Shift и, не отпуская их, нажать Enter. Иногда команды вводят последовательным нажатием клавиш, тогда названия клавиш перечисляются через запятую. Например: End, Home.

Использование клавиатуры для ввода команд значительно ускоряет работу по сравнению с использованием меню. Поэтому если Вы хотите добиться профессионализма в работе с Excel, не пожалейте времени на освоение клавиатурных комбинаций для команд.

Мышь. Щелчок мышью — это кратковременное нажатие на левую кнопку мыши. При перетаскивании нажимают левую кнопку мыши и, не отпуская кнопку, перемещают мышшь, затем отпускают кнопку. Щелчок правой кнопки мыши вызывает появление контекстного меню, т.е. окна с набором **команд**, соответствующим ситуации, в которой осуществлен щелчок. Иногда мы будем перемещать мышшь, нажимая правую кнопку. Итак, когда мы описываем действия с мышью, не упоминая о кнопке, имеется в виду левая кнопка мыши. Если же используется правая кнопка мыши, то на это указывается особо.

Меню. Есть два типа меню — главное и контекстное. О последнем мы только что говорили, а пункты Главного меню перечислены под заголовком окна Excel. Как правило, мы выбираем пункты меню мышью — так быстрее. Например, выберем пункт меню "Сервис", появится выпадающее меню, в котором выберем пункт "Параметры", в появившемся диалоговом окне щелкнем мышью по корешку вкладки "Общие" и в поле ввода "Рабочий каталог" введем "C:\Work". Далее щелкнем мышью по кнопке "ОК". Вместо этого длинного перечня стандартных действий будем использовать сокращенную запись: меню "Сервис/

Параметры/ Общие/ Рабочий каталог", введите "C:\Work". (Через косую черту перечисляем пункты меню, названия вкладки и поля ввода. О кнопке "ОК" не упоминаем.)

Названия элементов диалогового окна будут перечислены в конце этой главы.

## 1.2. Установки для Windows

Изложение примеров ведется в предположении, что операционная система имеет следующие международные установки: десятичный разделитель — точка, разделитель списка — запятая, дата отображается в формате ДД/ММ/ГГ.

Желательно использовать именно такие установки, хотя в отечественных книгах по русской версии Excel и в справочной системе русской версии Excel используются другие установки: десятичный разделитель — запятая, разделитель списка — точка с запятой. Например, формула для суммы трех слагаемых, вычисляемая с использованием функции СУММ, в этой книге записывается так: =СУММ(1.2,2.8,-3.1) — список аргументов разделяется запятыми. (Пример, конечно, надуманный, проще написать = 1.2 + 2.8 - 3.1.) При использовании установок русской версии Windows 95 по умолчанию указанная формула записывается иначе: =СУММ(1,2;2,8;-3,1) — здесь разделитель списка точка с запятой, потому что запятая отведена для десятичного разделителя.

По-видимому, русифицированный Excel является единственным предназначенным для расчетов программным продуктом, где используются запятая как десятичный разделитель и точка с запятой как разделитель списка. Даже российские программы (например, по бухгалтерии и статистике) используют точку в качестве десятичного разделителя. Зачем же пользователю переучиваться, как вводить числа, когда он переходит к другим программам? Еще один аргумент: при использовании "русских" установок неправильно работают некоторые операторы VBA. Изучение VBA не входит в задачу этой книги, но квалифицированный пользователь Excel обязательно придет к необходимости использования VBA, и тут его будут подстерегать неприятности.

Если Вы уже сделали в Excel рабочие книги, используя установки русской версии Windows 95 по умолчанию, это не

приведет к неприятным последствиям — при открытии этих книг десятичные запятые автоматически будут заменены на десятичные точки и т.д.

Изменить установки несложно. В русской версии Windows 95 нужно нажать кнопку "Пуск", выбрать пункт "Настройка", подпункт "Панель управления". В окне сделать двойной щелчок по пиктограмме "Язык и стандарты" (на пиктограмме изображен земной шар). В диалоговом окне с заголовком "Свойства/ Язык и стандарты" выбираем вкладку "Числа". В поле ввода "Разделитель целой и дробной части числа" вводим точку (вместо запятой). В поле ввода "Разделитель элементов списка" вводим запятую (вместо точки с запятой). Переходим на вкладку "Дата". В выпадающем списке "Краткий формат даты" выбираем (щелкаем мышью) элемент "дд/ММ/гг". Щелкаем кнопки "Применить" и "ОК".

В панъевропейской версии Windows 95 нужно выбрать "Start/ Settings/ Control Panel/ Regional Settings". На вкладке "Number" в поле ввода "Decimal symbol" вводим точку, в поле ввода "List separator" вводим запятую. На вкладке "Date" в выпадающем списке "Short date style" выбираем "дд/ММ/yy", в поле ввода "Date separator" вводим "/".

Кроме того, рекомендуется следующая комбинация клавиш для переключения английского и русского режимов клавиатуры: **Ctrl+Shift**. Сделайте эту установку в "Панели управления" (пиктограмма "Клавиатура", вкладка "Язык").

### 1.3. Базовые элементы Excel

**Запуск Excel.** Если на рабочем столе есть пиктограмма Excel, дважды щелкните по ней мышью либо нажмите кнопку "Пуск", выберите "Программы", затем "Microsoft Excel". Но если при установке Microsoft Office Вы разместили на рабочем столе панель быстрого вызова, то щелкните по кнопке с пиктограммой Excel. Так быстрее всего.

**Изучение окна Excel.** Верхняя строка — заголовок окна с кнопками управления. В заголовке окна указано "Microsoft Excel - Книга1", т.е. указаны приложение (Microsoft Excel) и документ, с которым работает приложение (Книга1). Вторая строка — Главное меню. Третья и четвертая строки — панели инструментов "Стандартная" и "Форматирование". Прочитайте назна-

чение кнопок панелей, медленно перемещая курсор мыши по кнопкам (в дальнейшем, как правило, будем ссылаться на кнопки по их названиям). Пятая строка — строка ввода и редактирования. Слева в ней расположено поле имени. Далее — рабочий лист, его структуру мы разберем отдельно. Нижняя строка — строка состояния (строка статуса).

Отдельно надо сказать о Главном меню и панели инструментов в Excel 2000.

Сначала о Главном меню Excel 2000. Если Вы щелкните один из пунктов Главного меню, например "Сервис", появится панель с командами. Внизу панели расположена двойная стрелка. Щелчок мышью по этой двойной стрелке выводит более полный список команд. Если Вы используете команду, которая не входила в первоначальный укороченный список, то при следующих вызовах пункта меню эта команда окажется в укороченном списке. Это удобно, если Вы — опытный пользователь, постоянно работающий с Excel. Меню адаптируется к Вашим потребностям. Но вряд ли такая возможность полезна для начинающих изучение Excel. Поэтому выполните следующее действие: в меню "Сервис/ Настройка/ Параметры" снимите флажок "В меню сначала отображаются последние использованные команды". Теперь Вы сразу будете открывать полное меню. В дальнейшем, когда Вы перейдете к решению в Excel своих повседневных задач, Вы можете установить флажок. Тогда Вы сможете чуть быстрее выбирать в меню нужную Вам команду.

Аналогичная идея реализована для панели инструментов. Панели "Стандартная" и "Форматирование" размещены рядом горизонтально. Справа на каждой панели имеется двойная стрелка. Щелчок по этой кнопке расширяет панель инструментов. Исползованная Вами кнопка ("инструмент") перемещается на укороченную панель (это вполне аналогично настройке Главного меню). От такого расположения панелей можно отказаться (найдите соответствующий флажок на вкладке "Сервис/ Настройка/ Параметры"), но делать это, пожалуй, не следует, так как за счет использования укороченных панелей инструментов увеличивается видимая часть рабочего листа.

Сразу сохраните файл с рабочей книгой под именем Ch01.xls. (На английском языке "глава" — "chapter".) Для этого нажмите **Ctrl+S** или выберите пункт меню "Файл/ Сохранить". При первом сохранении рабочей книги Excel запрашивает ее

имя, так как имя "Книга1" дается автоматически. Введите в поле ввода "Имя файла:" имя Ch01. Расширение xls будет присвоено автоматически, и набирать его не нужно. После щелчка по кнопке "Сохранить" файл с рабочей книгой запишется на диск. В заголовке окна вместо "Книга1" появится "Ch01.xls".

Изучим рабочий лист и способы перемещения по листу. Рабочий лист разбит на ячейки (клетки). Ячейки (Cells) расположены на пересечении строк (Rows) и столбцов (Columns). Слева и сверху расположены адресные полосы. На левой адресной полосе нанесены номера строк: 1,2,... На верхней адресной полосе — адреса столбцов: A, B,...,Z,AA,AB,...(Иногда говорят о заголовках строк и столбцов.)

*Упражнение 1.1.* Перемещение по рабочему листу. Переместитесь на самую нижнюю строку рабочего листа, для этого нажмите клавиши Ctrl + ↓ (Нажмите клавишу Ctrl и, не отпуская ее, нажмите клавишу "Стрелка вниз"). Прочитайте номер строки (для Excel 97 и 2000 — это  $65536 = 2^{16}$ , для Excel 5.0/7.0 —  $16384 = 2^{14}$ ). Переместитесь в крайний правый столбец таблицы, для этого нажмите Ctrl + →. Адрес крайнего правого столбца — IV, что соответствует номеру 256. Чтобы вернуться в левую верхнюю ячейку, нажмите Ctrl+Home.

(Вместо указанных команд можно было использовать следующие: End, ↓; End, →; End, Home. Проверьте. Запятая означает, что клавиши нажимаются последовательно.)

Адрес ячейки составлен из имени столбца и номера строки (как в шахматах). Верхняя левая ячейка имеет адрес A1. Ячейка D3 расположена на пересечении столбца D и третьей строки. Сделайте текущей ячейку D3 с помощью мыши (щелкните мышью в ячейке D3). Обратите внимание, что адрес D3 появился в окне, над столбцом A. Это окно называется полем имени. Переместитесь в AC45 с помощью клавиш управления курсором (используйте также клавиши PgDn и PgUp). Вернитесь в ячейку A1. Переместитесь в AC45 с помощью команды меню "Правка/Перейти". В диалоговом окне (в поле ввода с именем "Ссылка:") набираете адрес ячейки AC45 (можно набрать **ac45**). Рядом с пунктом меню "Правка/Перейти" указана комбинация клавиш Ctrl+G. Это означает, что диалоговое окно "Переход" можно получить быстрее, нажатием клавиш Ctrl+G. Использование таких клавиатурных комбинаций значительно ускоряет работу в Excel.



Освойте перемещение по соседним ячейкам: клавиша Tab — слева направо, Shift+Tab — справа налево, Enter — сверху вниз, Shift+Enter — снизу вверх.

В нижней части рабочего поля имеются ярлычки листов. На них размещены имена: "Лист1", "Лист2"... Ярлычок активного листа выделен (он белого цвета, имя листа — полужирным шрифтом). Перемещайтесь с одного листа на другой, щелкая по ярлычкам мышью. Перемещайтесь по листам, пользуясь клавишами Ctrl+PgDn (на следующий лист), Ctrl+PgUp (на предыдущий лист). Вернитесь на "Лист1".

Количество листов во вновь создаваемой книге может быть различным. По умолчанию в Excel 5.0/7.0 в новой книге 16 рабочих листов, в Excel 97 и 2000 — три листа. Значение по умолчанию можно изменить: меню "Сервис/ Параметры/ Общие/ Листов в новой книге". Легко добавить новые листы и удалить существующие (эти упражнения выполним чуть позже).

(Если Вы работаете в Excel 5.0/7.0, то установите в поле ввода "Сервис/ Параметры/ Основные/ Листов в новой рабочей книге" 3 листа и закройте Excel — Alt+F4. Вновь запустите Excel. В новой рабочей книге будет три листа.)

**Упражнение 1.2. Выделение на рабочем листе.** При работе с программными продуктами, функционирующими в среде Windows, основное правило гласит: *сначала выделить объект, а затем выполнить над выделенным объектом операцию*. Поэтому нужно освоить приемы выделения на рабочем листе.

Для выделения с помощью мыши:

*столбца* — щелкнуть мышью по верхней адресной полосе на букве (сочетании букв) - заголовке столбца;

*нескольких столбцов* — не отпуская кнопку после щелчка, протаскать мышью по адресной полосе столбцов по соответствующим **буквам**;

*строки* — щелкнуть мышью по левой адресной полосе на числе - заголовке строки;

*нескольких строк* — не отпуская кнопку после щелчка, протаскать мышью по адресной полосе строк по соответствующим цифрам;

*всех ячеек рабочего листа* — щелкнуть мышью по кнопке, расположенной на пересечении адресных полос.

Для снятия выделения достаточно щелкнуть мышью по любой невыделенной ячейке рабочего листа (если выделены все ячейки, то можно щелкнуть по любой ячейке).

Выделите строку 5. Снимите выделение. Выделите столбец В. Выделите все ячейки рабочего листа. Снимите выделение. Выделите столбцы В,С,Д,Е. Выделите строки 4,5,6,7. Снимите выделение.

*Упражнение 1.3.* Блоки и их выделение. Блок — прямоугольная область смежных ячеек. Адрес блока — адреса левой верхней и правой нижней ячеек блока, разделенные двоеточием. Например, блок А2:С4 — прямоугольная область, для которой адрес верхнего левого угла А2, а правого нижнего угла С4.

*Для выделения блока с помощью мыши:* щелкнуть мышью на левой верхней ячейке и, не отпуская кнопку после щелчка, протаскивать мышшь до правой нижней ячейки.

*Для выделения блока с помощью клавиатуры:* выделить левую верхнюю ячейку, нажать клавишу Shift и, удерживая ее, перемещать курсор стрелками до правой нижней ячейки.

*Для выделения совокупности блоков:* выделить первый блок, нажать клавишу Ctrl и, не отпуская ее, выделить последующие блоки, отпустить клавишу Ctrl.

Выделите блок А2:Е12 с помощью мыши. Выделите блок С3:F44 с помощью клавиатуры. Выделите одновременно блоки В2:В14, D2:F14.

*Упражнение 1.4.* Приемы выделения больших блоков. Нужно выделить А1 :С200.

1-й способ:

- 1) щелкнуть мышью на ячейке А1;
- 2) воспользоваться правой полосой прокрутки, чтобы сделать видимой строку 200;
- 3) нажать и удерживать клавишу Shift;
- 4) щелкнуть С200.

2-й способ:

- 1) щелкнуть мышью на ячейке А1;
- 2) выбрать в меню: "Правка/ Перейти" или Ctrl+G;
- 3) набрать в поле ввода диалогового окна "Переход" адрес С200;
- 4) нажать и удерживать клавишу Shift;
- 5) щелкнуть "ОК".

## Выделите B12:BN430.

*Упражнение 1.5.* Содержимое ячеек, ввод и редактирование. В ячейку можно ввести текст, число или формулу (дата и время, как мы позже увидим, частный случай числа).

Для ввода данных (текстовой строки или числа) переместиться в нужную ячейку, набрать данные и нажать клавишу Enter (или щелкнуть кнопку с зеленой галочкой слева от строки ввода). Введите в ячейку A1 слово "числа", но пока не нажимайте клавишу Enter. (Здесь и далее **кавычки**, ограничивающие строку, не набирать.) Обратите **внимание**, что в строке ввода и редактирования слева от поля ввода появились три кнопки: косой красный крестик (щелчок по нему означает отмену ввода и эквивалентен нажатию клавиши Esc), зеленая галочка и знак равенства (в Excel 5.0/7.0 вместо знака равенства размещен значок "вставка функции"  $f_x$ ). Щелчок по зеленой галочке завершает ввод, ячейка остается выделенной. Клавиша Enter также завершает ввод, но выделенной становится нижележащая ячейка. (Здесь нужно уточнить: это зависит от установки флажка "Сервис/Параметры/ Правка", но по умолчанию флажок установлен.) Нажмите Enter.

Если после ввода нажать Enter, то будет выделена нижележащая ячейка. Но если после ввода нажать Tab, то будет выделена правая ячейка. Соответственно Shift+Enter — переход вверх, а Shift+Tab — переход вправо.

Для редактирования (изменения) нужно выделить ячейку и нажать функциональную клавишу F2 (редактирование). Редактирование завершается так же, как и ввод. Вместо нажатия F2 можно дважды щелкнуть по редактируемой ячейке мышью. Исправьте содержимое A1: замените строчную букву "ч" прописной "Ч". Выделите A1, нажмите F2, нажмите Note (перемещение в начало строки), нажмите Del и нажмите "Ч".

В ячейки A2 и A3 введите числа 24 и 47. Обратите внимание, что текстовая строка "Числа" выровнена по левому краю ячейки, а числа 24 и 47 — по правому краю.

Введите в ячейку A4 формулу =A2+A3. Формула начинается со знака равенства. В ячейке отображается результат вычисления по формуле: 71, а в строке ввода (если выделена ячейка A4) — сама формула. (Если вместо результата вычисления 71 в

ячейке отображается #ИМЯ?, проверьте, может быть, Вы ввели формулу русскими буквами).

Исправьте формулу на  $=A2*2+A3$  (содержимое ячейки A2 умножить на 2 и прибавить содержимое ячейки A3). Для этого выделите ячейку A4, нажмите F2, внесите нужные исправления, нажмите Enter. Обратите внимание, что в Excel 97 ячейки A2 и A3 выделены цветными рамками, такой же цвет имеют адреса ячеек в формуле (это помогает избежать ошибок).

Введите в ячейку A5 формулу  $=A4-A3$ , но уже другим способом. Наберите знак равенства =. Щелкните мышью ячейку A4 (в строке ввода появится ее адрес). Введите знак минус. Щелкните мышью ячейку A3. Нажмите Enter. Такой способ ввода предпочтительнее, чем непосредственный набор адресов. Обратите также внимание на то, что формула в ячейке A5 использует результат вычисления формулы, размещенной в A4. Еще отметим, что можно было не набирать знак равенства вручную, а щелкнуть кнопку со знаком равенства слева от поля ввода строки ввода и редактирования (только в Excel 97).

	A
1	Числа
2	-14
3	47
4	19
5	-28

Рис. 1.1

Введите в ячейку A2 число -14. Обратите внимание, что в ячейках A4 и A5 изменились результаты. У Вас должно получиться следующее (рис. 1.1).

**Упражнение 1.6. Редактирование в процессе ввода.** Предположим, Вам нужно ввести в ячейку A6 формулу  $=3*A2 - A4$ . В процессе ввода Вы на-

брали часть формулы  $=2*A2-$  и вдруг заметили ошибку (вместо множителя 3 Вы ввели 2). В строке статуса отображается режим "Ввод". Естественно, хочется сразу исправить ошибку, и Вы нажимаете клавишу "Стрелка влево", чтобы переместиться к началу формулы. Но вместо ожидаемого перемещения Вы получаете формулу  $=2*A2 - A6$ , а вокруг ячейки A6 появляется бегущая рамка. В строке статуса сообщение "Укажите". Нажмите клавишу F2. В строке статуса другое сообщение: "Правка". Теперь клавиша ← переместит курсор к началу формулы, и Вы сможете исправить 2 на 3. После этого переместитесь в конец набранного фрагмента формулы (клавиша End), удалите A6 и вновь нажмите клавишу F2. Excel перейдет из режима правки в режим ввода (появится сообщение в строке состояния), и Вы сможете

указать ячейку A4 мышью. Формула вернет число – 61. Удалите формулу нажатием клавиши Del.

Итак, функциональная клавиша F2 переключает два режима: "Ввод" и "Правка".

*Упражнение 1.7. Десятичный разделитель.* Введите в ячейку A10 число 4,15. Оно прижато к левому краю ячейки, так как Excel воспринял его как текстовую строку (ведь мы договорились, что десятичным разделителем является точка! Вы должны были поменять международные установки Windows). Выделите A10, нажмите клавишу F2, замените запятую точкой. Теперь 4.15 прижато к правому краю — Excel воспринимает его как число. Очистите ячейку A10 нажатием клавиши Del.

*Упражнение 1.8. Работа с блоками.* В результате выполнения упражнений 1.5 и 1.6 блок A1:A5 заполнен данными и формулами. Так как этот блок окружен пустыми строками и столбцами, он представляет собой *текущую область* (Current Region). Самый быстрый способ выделения текущей области: выделить любую ячейку внутри блока и нажать клавиши Ctrl+\* (Эта звездочка расположена справа на малой цифровой клавиатуре, на клавише серого цвета, поэтому в литературе эта комбинация клавиш нередко указывается так: Ctrl+Gray\*. Не спутайте серую звездочку со звездочкой, расположенной на основной клавиатуре над цифрой 8.) Этот способ очень полезен для больших текущих областей. В нашем случае можно, конечно, воспользоваться и способами, освоенными ранее. Выделите блок A1:A5. Снимите выделение.

*Переместим* этот блок в новое **положение** D3:D7. Так как перемещение проводится в пределах одного рабочего листа, сделаем так: выделим блок A1:A5, поместим курсор на границу блока (он примет вид **стрелки!**), нажимая и не отпуская левую кнопку мыши, переместим его в новое положение D3:D7. Изучите, как изменились формулы в ячейках D6 и D7.

*Отмена и повторение.* Нажмите **Ctrl+Z** (отменить), чтобы отменить перемещение (таким же образом Вы можете отменять любые ошибочные действия). Нажмите **Ctrl+Y** (вернуть), чтобы вновь осуществить перемещение. Эти команды настолько важны, что они помещены в Главное меню ("Правка") и на панель "Стандартная". Найдите эти пункты меню и кнопки.

*Скопируем* блок D3:D7 в новое положение F6:F10. Выделим блок **D3:D7**, поместим курсор на границу блока (курсор примет вид стрелки), нажмем и не отпускаем клавишу Ctrl (возле стрелки появится крестик), нажимая и не отпуская левую кнопку мыши, скопируем его в новое положение **F6:F10**.

*Скопируем* блок D3:D7 на второй лист текущей рабочей книги в ячейки B2:B6. Выделим блок D3:D7, поместим его в буфер (Clipboard) нажатием клавиш **Ctrl+C**, перейдем на следующий рабочий лист (клавиши **Ctrl+PgDn**), выделим ячейку B2, извлечем из буфера блок нажатием **Ctrl+V**, нажмем клавишу Esc. Обратите внимание, что на втором листе мы выделяем лишь одну ячейку — в нее будет помещен левый верхний угол копируемого блока. В процессе копирования в строке статуса появится сообщение — прочитайте его (оно исчезнет после нажатия на клавишу Esc).

Заметим, что можно было извлечь блок из буфера несколько раз, в различных ячейках рабочей книги. Эта процедура заканчивается нажатием клавиши Esc. Скопируйте блок D3:D7 (из первого листа) на третий рабочий лист в ячейки: A1:A5, D1:D5, F1:F5, **A11:A15**. Следите за сообщениями в строке статуса.

*Перенос* блока можно осуществить нажатием клавиш **Ctrl+X** (помещение в буфер с удалением) с последующим **Ctrl+V** на новом месте. Перенесите с первого листа блок D3:D7 на Лист3 в **D11:D15**. Убедитесь, что на первом листе блок D3:D7 пустой. Найдите аналоги **Ctrl+C**, **Ctrl+X**, **Ctrl+V** в меню и на панели инструментов "Стандартная".

Вместо клавиатурных комбинаций **Ctrl+C**, **Ctrl+X**, **Ctrl+V** можно было использовать **Ctrl+Insert**, **Shift+Del**, **Shift+Insert** соответственно.

*Перемещение по блокам.* Перейдем на "Лист3", где имеется несколько заполненных блоков. Уже знакомые нам комбинации клавиш **Ctrl+↓** и **Ctrl+→** позволяют выделять первые и последние ячейки заполненных областей в текущем столбце или текущей строке. Выделите ячейку A1 (**Ctrl+Home**). Нажмите несколько раз клавиши **Ctrl+↓**, пока не окажетесь на самой последней строке рабочего листа. Несколькими нажатиями клавиш **Ctrl+↑** вернитесь в ячейку A1. Прodelайте то же самое с использованием клавиш **Ctrl+→** и **Ctrl+←**.

*Выделение строк и столбцов в блоке.* В сочетании с клавишей Shift эти клавиатурные комбинации позволяют выделять в

заполненном блоке отдельные строки и столбцы. Скопируйте блок **A1:A5** в **B1:B5**. Выделите **B1**. Нажмите сочетание клавиш **Ctrl+Shift+↓**. Будет выделен блок **B1:B5**.

*Удаление.* Выделите блок **A1:B5** (**Ctrl+\***). Нажмите клавишу **Del**. Блок удален (очищены ячейки, которые занимал блок).

### **Упражнение 1.9. Операции с рабочими листами.**

*Перемещение рабочего листа.* Поместим рабочий лист "**Лист1**" вслед за листом "**Лист2**". Укажите мышью на ярлык "**Лист1**", нажмите левую кнопку мыши. Появится изображение маленького листка. Перетащите его мышью вдоль корешков вслед за листом "**Лист2**". В результате после листа "**Лист2**" будет расположен "**Лист1**".

*Копирование рабочего листа в пределах рабочей книги.* На практике часто приходится дублировать рабочие листы, чтобы вносить в них небольшие изменения, а не проектировать "с нуля". Скопируйте "**Лист3**". Для этого поместите курсор мыши на ярлычок листа, щелкните правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите "**Переместить/скопировать**". Появится диалоговое окно "**Переместить или скопировать**". В нем написано "**Переместить выбранные листы в книгу Ch01.xls Перед листом:**". Выберите мышью вариант "**(переместить в конец)**". Установите флажок "**Создавать копию**" (щелкните мышью — появится галочка). В результате появится рабочий лист с именем "**Лист3(2)**".

В пределах рабочей книги скопировать лист можно было проще. Укажите мышью на ярлык "**Лист3**", нажмите левую кнопку мыши и клавишу **Ctrl**. Появится изображение маленького листка со знаком "плюс". Перетащите его мышью вдоль корешков вслед за "**Лист3(2)**". Появится "**Лист3(3)**".

*Вставка нового рабочего листа.* Выберите в Главном меню пункт "**Вставка/ Лист**". В книге появляется рабочий лист перед активным листом. Вставьте новый рабочий лист перед "**Лист1**". В Excel 97 он получит название "**Лист4**".

*Переименование листа.* Листам можно дать новые имена. Поставьте курсор на ярлычок листа с именем "**Лист1**", нажмите правую кнопку мыши. В контекстном меню выберите пункт "**Переименовать**". Дайте имя: "**Пример**". (В дальнейшем, когда будет говориться о выборе пункта из контекстного меню, слова "нажмите правую кнопку мыши", как правило, будут опускаться).



ся.) Можно и проще: сделать двойной щелчок по ярлычку листа и ввести его новое имя.

*Удаление рабочего листа.* Удалите лист с именем "Лист3(3)": поставьте на его ярлык курсор мыши и в контекстном меню выберите "Удалить".

*Очистка рабочего листа.* Уничтожьте содержимое рабочего листа "Лист2". Перейдите на него и щелкните правой кнопкой мыши кнопку на пересечении адресных полос. Будут выделены все ячейки рабочего листа. В контекстном меню выберите "Удалить". Лист остался, удалено лишь его содержимое.

*Упражнение 1.10, Последняя ячейка.* Перейдите на "Лист3". Для перехода на последнюю ячейку рабочего листа нажмите **Ctrl+End**. Будет выделена не ячейка **IV65536**, как можно было бы подумать, а ячейка **F15**. Дело в том, что столбец **F** — самый правый столбец, содержащий данные, а **15** — последняя строка, содержащая данные, хотя сама ячейка **F15** пуста. Очистите этот рабочий лист, перейдите в ячейку **A1** (клавиши **Ctrl+Home**). Вновь нажмите **Ctrl+End** — опять выделенной окажется ячейка **F15**! Пока рабочая книга открыта, Вы не сможете лишить эту ячейку свойства "быть последней на листе". Только если Вы сохраните рабочую книгу (клавиши **Ctrl+S**), закроете ее (клавиши **Ctrl+F4**) и вновь откроете (клавиши **Ctrl+O**), ячейка **F15** потеряет это свойство.

*Упражнение 1.11. Копирование значений.* Перейдите на "Лист3(2)". В ячейках блока **F1:F5** содержатся значения (текст и числа) и формулы (в ячейках **F4** и **F5**). Часто бывает необходимость при копировании заменить формулы на значения, вычисленные по этим формулам. Скопируем блок **F1:F5** в **F8:F12**. Для этого выделим блок **F1:F5**, поставим курсор мыши на границу блока, так, чтобы курсор принял форму стрелки, перетащим блок на новое место, нажимая правую кнопку мыши. Когда мы отпустим правую кнопку мыши, появится контекстное меню, в котором выберем пункт "Копировать только значения". Убедитесь, что в новом блоке **F8:F12** формул нет.

Таким же способом превратим формулы в значения в исходном блоке **F1:F5**. Выделим этот блок, сдвинем его в сторону правой кнопкой мыши и тут же вернем на прежнее место, в контекстном меню вновь выберем пункт "Копировать только значения".

Если нужно копировать на другой рабочий лист (или в другую рабочую книгу) только значения, то нужно использовать так называемую "Специальную вставку". Скопируем блок D1:D5 с листа "Лист3(2)" на лист "Пример": выделим D1:D5, скопируем его в буфер (клавиши Ctrl+Insert или Ctrl+C), перейдем на лист "Пример", выделим ячейку A1 и нажмем правую кнопку мыши, в контекстном меню выберем пункт "Специальная вставка", а в диалоговом окне установим переключатель "значения", щелкнем "ОК" и нажмем клавишу Esc.

**Упражнение 1.12. Вставка пустых строк и столбцов.** На листе "Пример" вставьте три пустые строки перед третьей строкой. Для этого выделите на левой адресной полосе строки 3, 4, 5 и в контекстном меню выберите пункт "Добавить ячейки". Аналогично вставьте два пустых столбца перед столбцом А.

**Упражнение 1.13. Заполнение блока одинаковыми числами.** Перейдите на "Лист2". Требуется ввести во все ячейки блока В1:D9 одно и то же число 5. Выделите блок В1:D9. Введите с клавиатуры число 5. Нажмите сочетание клавиш Ctrl+Enter. Снимите выделение. Введите в блок В3:F3 число 10.

**Упражнение 1.14. Порядковые номера.** В практической работе часто требуется создавать столбец с порядковыми номерами. Перейдите на "Лист4". Пусть в столбце А, начиная с А2, нужно разместить порядковые номера от 1 до 14. Введите в А2 число 1. Выделите А2. Выберите в меню "Правка/ Заполнить/ Прогрессия". В диалоговом окне введите: Расположение: по столбцам, шаг 1 (вводить не нужно — это по умолчанию), предельное значение 14. Нажмите кнопку "ОК".

Если перед вызовом меню выделить блок для ввода, например А2:А10, то предельное значение задавать не нужно. Прodefайте это (предварительно очистив блок А3:А15).

Порядковые номера можно ввести и без использования Главного меню. Введем порядковые номера в столбец С, начиная с С2. Для этого введем в С2 число 1, выделим ячейку С2 и поставим курсор мыши на маленький черный квадратик в правом нижнем углу ячейки — маркер заполнения. Нажмем клавишу Ctrl и, не отпуская ее, потащим маркер заполнения вниз (рядом с маркером появится "плюсик", в Excel 97 возле маркера появится квадратик, в котором меняется текущий порядковый номер по мере продвижения маркера вниз). На ячейке С15 от-

пускаем левую кнопку мыши, отпускаем клавишу Ctrl. Блок **C2:C15** заполнен порядковыми номерами.

Еще один способ. Поместите в ячейку E1 число 1, а в ячейку E2 число 2. Выделите блок **E1:E2**. Тащите вниз маркер заполнения до ячейки **E15**. Блок будет заполнен порядковыми номерами. Если же Вы введете в ячейку E2 число 3, выделите E1 :E2 и будете тащить маркер заполнения, то блок будет заполнен нечетными числами.

Наконец, последний способ ввода прогрессии. Введите в ячейку G1 число 1, поставьте курсор мыши на маркер заполнения и тащите этот маркер вниз, нажимая правую кнопку мыши. Когда Вы отпустите эту кнопку, появится контекстное меню. Выберите в нем пункт "Прогрессия". Появится уже знакомое диалоговое окно "Прогрессия", которое можно заполнить обычным образом. Если же в этом окне ничего не заполнять, а сразу щелкнуть "ОК", то выделенный блок будет заполнен порядковыми номерами.

Полезно освоить все эти методы заполнения блока прогрессией.

Вставьте в рабочую книгу новый лист и перейдите на него для выполнения следующих упражнений.

**Упражнение 1.15. Прогрессии.** 1. Введите в строку, начиная с C4, арифметическую прогрессию с первым элементом 4, разностью -1, предельным значением -5.

2. Введите в столбец, начиная с F6, геометрическую прогрессию с первым элементом 4, знаменателем 2, последним элементом 256. А что получится, если в качестве последнего элемента задать 254?

С помощью маркера заполнения легко "размножить" строки, заканчивающиеся порядковыми номерами.

**Упражнение 1.16. Автозаполнение.** Введите в ячейку A6 текст "Товар1". Поставьте курсор мыши на маркер заполнения этой ячейки и тащите его вниз до ячейки A10. Вы получите в ячейках строки "Товар2", "Товар3" и т.д.

Если текст в ячейке начинается с натурального числа, отделенного пробелом от остальной части строки, то такой текст также может быть "размножен".

*Упражнение 1.17.* Автозаполнение. Введите в ячейку B6 текст "1 место". Поставьте курсор мыши на маркер заполнения этой ячейки и тащите его вправо до ячейки D6. Вы получите в ячейках строки "2 место", "3 место".

## 1.4. Форматирование

Вставьте в рабочую книгу новый лист и назовите его "Форматирование".

Форматирование таблицы — это изменение ее внешнего вида без изменения содержимого. Более подробно форматирование будет изучено в главе 5, но некоторые начальные навыки полезно приобрести уже сейчас.

*Упражнение 1.18. Ширина столбца.* Введите в ячейки A1, B1, C1 строки "Начислено", "Удержано", "Долг". Текст в ячейке A1 частично обрезан. Выделите столбцы A:C и выберите пункт меню "Формат/ Столбец/ Автоподбор ширины". Ширина столбцов будет соответствовать длине строк. Сделайте откат (клавиши **Ctrl+Z**) и испытайте еще один способ подгонки ширины столбцов. Выделите столбцы A:C и поставьте курсор мыши на границу между столбцами C и D (на горизонтальной адресной полосе). Он примет вид вертикальной полоски, пересеченной горизонтальной двунаправленной стрелкой. Сделайте двойной щелчок. Снимите выделение.

*Упражнение 1.19. Шрифт.* Строки, введенные в предыдущем упражнении, отображаются шрифтом **Arial** с размером 10 пунктов. Это видно в полях ввода на панели "Форматирование" слева. Выделите **A1:C1** и в поле "Размер" измените размер с 10 на 12 (проще выбрать этот размер из выпадающего списка, но можно ввести 12 непосредственно в поле ввода). Вновь выполните автоподбор ширины столбцов. Сделайте текстовые строки полужирными, курсивными, подчеркнутыми. Для этого воспользуйтесь кнопками на панели "Форматирование". Повторное нажатие кнопки убирает эффект. Снимите подчеркивание. Слово "Удержано" выведите шрифтом красного цвета (кнопка "Цвет шрифта"). Слово "Долг" выведите на голубом фоне (кнопка "Цвет заливки").

**Упражнение 1.20. Удаление форматирования.** Скопируйте блок **A1:C1** в **E1:G1**. Выделите блок **E1:G1** и выберите в меню "Правка/ Очистить/ Форматы".

**Упражнение 1.21. Форматирование.** Выведите строки блока **E1:G1** шрифтом Times New Roman Суг размером 15 пунктов зелеными буквами на синем фоне.

Увлекаться цветовым оформлением не следует. Это раздражает пользователя таблицы.

**Упражнение 1.22. Границы.** Правой кнопкой мыши перетащите блок **E1:G1** в блок **E5:G5**. В контекстном меню выберите "Копировать только значения". Строки будут выведены без цветового оформления шрифтом Arial размером 10 пунктов. Сделайте размер шрифта 12 пунктов. Окружите каждую ячейку блока рамкой, воспользовавшись кнопкой "Границы" (Разберитесь самостоятельно, как работать с этой кнопкой.) Границы вокруг ячеек выводятся на печать, а сетка — нет (если только пользователь специально не укажет, что сетку также нужно печатать).

**Упражнение 1.23. Формат числа.** Введите в ячейку **A3** число 38.787. Выделите эту ячейку и нажмите мышью кнопку "Уменьшить разрядность" (на кнопке изображено, как два нуля превращаются в один). Число примет вид 38.79. Однако в строке ввода Вы по-прежнему видите 38.787. Само число не изменилось, изменилось лишь его представление: две цифры после десятичного разделителя. Продолжайте щелкать по этой кнопке и изучайте результат. Щелкая кнопку "Увеличить разрядность", добейтесь, чтобы в ячейке вновь отображалось 38.787. Можно ли считать, что ячейке возвращен исходный формат? Нет! Если Вы измените число: 38.7876, то выводиться будет 38.788. Как вернуть изначальное представление? Выбрать в меню: "Правка/ Очистить/ Форматы".

Введите в **A4** число 45547.678. Щелкните кнопку "Формат с разделителями" (на кнопке изображена запятая, а в Excel 2000 три нуля). Будет выведено 45 547.68. Число разбито на группы по три цифры, считая влево от десятичного разделителя. Одновременно произошло округление до двух десятичных цифр после десятичного разделителя (до "копеек"). Еще раз подчеркну, что само число осталось неизменным. А теперь нажмите кнопку "Денежный формат" (на ней изображены монеты). Число приобретает вид: 45 547.68 р. Знак денежной единицы (рубль) установлен в Панели управления Windows.

Введите в ячейку A5 число .12. Будет выведено число 0.12. Щелкните по кнопке "Процентный формат". Число примет вид 12%. В ячейку A6 введите 0.146. Также наложите процентный формат. Получится 15%. Как вывести 14.6%?

В ячейку можно ввести число в процентном формате. Введите в ячейку A7 число 15.1%, а затем примените к этой ячейке команду меню "Правка/ Очистить/ Форматы". Вы получите 0.151.

*Упражнение 1.24.* Структура ячейки. Ячейка рабочего листа может содержать формулу, формула возвращает значение, значение отображается в определенном формате. Введите в ячейку A11 число 0.5, а в ячейку A12 формулу =A11+.2. В ячейке A12 выводится значение 0.7. Наложите на A12 процентный формат. Будет выведено 70%. Итак, в A12 формула =A11+.2, значение 0.7, формат процентный. В другие ячейки можно копировать содержимое ячейки целиком, можно копировать только значение и только формат. Используя перетаскивание правой кнопкой мыши, скопируйте в B12 все содержимое ячейки, в B13 — значение из A12, в B14 — значение и формат, в A11 — формат. У Вас должен получиться результат (рис. 1.2).

	50%	
	70%	20%
		0.7
		70%

Рис. 1.2

## 1.5. Печать рабочего листа

Распечатаем содержимое рабочего листа "Лист 3(2)". Так как его содержимое не представляет никакой ценности, мы выполним только имитацию печати. Заодно мы освоим терминологию, связанную с диалоговыми окнами. Сначала зададим параметры страницы для вывода.

Элементы диалогового окна. Объясним названия этих элементов на примере диалогового окна, выводимого при вызове меню "Файл/ Параметры страницы". Это диалоговое окно удобно тем, что содержит все типы элементов, но не требует специальных познаний для понимания их функций. (Выведите это

окно на экран). В окне задаются параметры, необходимые для печати страниц рабочей книги.

Окно содержит четыре вкладки: "Страница", "Поля", "Колонтитулы", "Лист". Переключиться с вкладки на вкладку можно, щелкая по их ярлычкам.

На вкладке "Страница" внизу имеется *поле ввода (окно редактирования)*, снабженное *меткой* "Номер первой страницы". Сейчас там выведено (по умолчанию) слово "Авто", но Вы можете ввести, допустим, число 3. Для этого надо щелкнуть мышью в этом поле ввода (т.е. установить в нем *фокус ввода*), удалить слово "Авто" и ввести с клавиатуры 3. (Фокус ввода можно было переместить многократным нажатием клавиши Tab — попробуйте).

Над полем ввода "Номер первой страницы" расположены два *выпадающих списка* с метками "Качество печати" и "Размер бумаги" (в Excel 5.0 — "Размер листа"). Щелкните по кнопке со стрелкой в правой части каждого списка. Список "Размер бумаги" из-за своего большого размера справа снабжен полосой прокрутки. Список "Качество печати" короткий и полосы прокрутки не содержит. Выбор элемента списка производится щелчком мыши.

В верхней части вкладки расположена *группа* "Ориентация", в которую входят два *переключателя* "книжная" и "альбомная" (в Excel 5.0 — "портрет" и "ландшафт"). Переключатель "включен", когда внутри него черный кружок. Вы можете менять ориентацию страницы, щелкая мышью на "выключенном (белом)" переключателе (можно щелкать не по самим переключателям, а по их меткам).

В группе "Масштаб" Вы видите поле ввода "установить % от натуральной величины" (в Excel 5.0 — "от обычного размера"). Вы можете непосредственно ввести в это поле число, но удобнее воспользоваться *счетчиком (регулятором, спиннером)*, расположенным справа от поля ввода. С каким шагом он работает? Каковы его предельные значения?

Перейдем на вкладку "Поля". Внизу расположены два *флажка* "горизонтально" и "вертикально" под общим заголовком "Центрировать по странице" (в Excel 5.0 — "Центрирование"). Чтобы установить флажок, щелкните в нем мышью. Появится галочка. Повторный щелчок мышью для сброса флажка — галочка исчезнет. Отличие флажков от переключателей: флажки



можно сбрасывать и устанавливать независимо друг от друга — в группу они объединены чисто формально.

Перейдем на вкладку "Лист". Наверху имеется поле ввода "Выводить на печать диапазон:" ("Область печати"). Справа в поле ввода расположена цветная кнопка -- *кнопка свертывания-развертывания*. Эта кнопка — новинка Excel 97. Предположим, на печать нужно вывести часть рабочего листа — прямоугольный блок ячеек. В окно надо ввести адрес, однако удобнее, если адрес будет введен автоматически при выделении блока непосредственно на рабочем листе. Но диалоговое окно загромождает рабочий лист. Нажимаем кнопку свертывания-развертывания. От диалогового окна остается только поле ввода, которое размещается сверху вплоты к рабочему листу. Теперь можно без помех выделить блок (его адрес отображается в поле ввода). Выделим блок **A1:D15**. После выделения блока опять щелкаем кнопку свертывания-развертывания. Диалоговое окно принимает прежний вид. (В Excel 5.0/7.0 надо перетащить диалоговое окно, ухватив его мышью за заголовок.)

После всех установок щелкаем по *командной кнопке "ОК"*.

Имитация печати. Проведем **имитацию** печати рабочего листа в соответствии со сделанными установками. Выберем в меню пункт "Файл/ Предварительный просмотр" (или щелкнем кнопку "Предварительный просмотр"). Появляется окно, в котором показан вид отпечатанного листа. Самостоятельно выясните назначение кнопок, расположенных в верхней части окна.

Если бы мы теперь захотели напечатать этот лист, следовало выбрать в меню команду "Файл/ Печать" или нажать **Ctrl+P**.

*Упражнение 1.25.* Выполните имитацию печати рабочего листа "Форматирование".

## 1.6. Использование Справки

Справочная система Excel весьма полна, и Вы должны постоянно к ней обращаться.

Пользователям Microsoft Office должен предоставлять необходимые справки Помощник (по умолчанию в его роли выступает "Скрепщик"). Дальнейшее изложение ведется в предположении, что Помощник скрыт. Для этого щелкните по Помощнику правой кнопкой мыши, в контекстном меню выберите пункт "Параметры". На вкладке "Параметры" снимите флажок "Ис-

пользовать помощника". Если у Вас возникнет желание воспользоваться услугами Помощника, выберите в меню "Справка/Показать помощника".

Сначала познакомимся со справочной системой Excel 97. Выберите в меню "?/ Вызов справки". На экране появится диалоговое окно с тремя вкладками: "Содержание", "Индекс", "Поиск". На **первой** вкладке изображена стопка закрытых книг, рядом с каждой книгой - название раздела справки. Сделайте двойной щелчок мышью по первой книге "Основные сведения" — она раскроется, и будет выведено ее оглавление. Слева от каждого пункта — закрытая книга. Дважды щелкните в нем по книге "Получение справочных сведений" — эта книга также откроется. И, наконец, сделайте двойной щелчок по пункту "Получение справочных сведений во время работы". Вы получите на экране красочную схему, в которой наглядно объяснено, как пользоваться Справкой.

В Excel 2000 выберите в меню "Справка/ Справка по Microsoft Excel". Окно Справки появится после заметной паузы. В Справку включены два окна. В левом окне три вкладки: "Содержание", "Мастер ответов", "Указатель". В правом окне — текст справки. Будет выведена тема "Способы получения справки во время работы". Прочитайте пункт "Получение справки с помощью меню Справка".

Можно перемещать мышью вертикальную разделительную линию между окнами. Можно временно скрыть левое окно, щелкнув вверху слева кнопку "Скрыть". Вернуть окно можно щелчком по этой же кнопке — теперь она называется "Показать".

*Упражнение 1.26.* (Excel 97). Найдите в Справке раздел "Ввод данных и выделение ячеек/ Выделение ячеек и перемещение по книге" и прочитайте статью "Выделение ячеек на листе". Прочитайте содержимое первой инструкции "Выделение одной или нескольких ячеек, строк или столбцов целиком или всех ячеек листа" (для этого щелкните по кнопке, расположенной слева от этого названия).

(Excel 2000). Найдите в Справке раздел "Ввод данных и выделение ячеек/ Выделение ячеек и перемещение по книге" и прочитайте статью "Выделение текста, ячеек, диапазонов, строк и столбцов".

**Упражнение 1.27.** В том же разделе Справки прочитайте статьи "Переход на другой лист в книге" (в Excel 2000 — "Переход на другой лист книги") и "Выбор листов в книге" (в Excel 2000 — "Выделение листов книги"). Там Вы найдете дополнительные полезные сведения о работе с листами. Попробуйте приведенные там рекомендации.

С использованием вкладок "Индекс", "Поиск" ("Указатель", "Мастер ответов") мы познакомимся в следующей главе.

Закройте Справку.

## 1.7. Импорт текстовых файлов

При выполнении упражнений Вы часто будете считывать исходные данные из текстовых файлов. Исходные данные намеренно записаны в файлы, формат которых отличен от формата рабочих книг Excel 5.0/7.0 и Excel 97/2000, чтобы читатель каждый раз закреплял навыки разбора файлов с помощью Мастера текстов. Мы впервые сталкиваемся с понятием "Мастер" (Wizard — волшебник). Это средство позволяет пользователю решить сложную задачу "по шагам", при этом имеется возможность вернуться назад, если какое-либо решение, принятое на предыдущем шаге, оказалось неприемлемым. В дальнейшем Вы будете работать с Мастером функций (гл.2), Мастером диаграмм (гл.3), Мастером сводных таблиц (гл. 10).

### ПРИМЕР 1.1.

Импортировать (т.е. переписать на рабочий лист) данные из файла `comma.txt`. В этом файле записаны четыре числа в виде десятичных дробей, причем в качестве десятичного разделителя используется запятая:

32,789  
23,4  
86,74  
23,6

Подготовьте этот файл в приложении "Блокнот" ("Notepad").

**Решение.** Чтение файла `comma.txt` и его разбор. Выберем в меню пункт "Файл/ Открыть". В диалоговом окне в выпадающем списке "Тип файла" выберем пункт "Текстовые файлы: \*.prn, \*.txt, \*.csv". Выберем файл `comma.txt` и щелкнем кнопку

"Открыть". Автоматически будет запущен Мастер текстов. Мастер текстов предполагает, что строки файла имеют одинаковую структуру: например, в каждой строке по три числа, разделенные пробелами. На первом шаге он запрашивает, какие данные в файле: с разделителем или фиксированной ширины, а также кодировку символов в файле (с этим мы разберемся позже). Согласимся, что файл с разделителями (хотя в нашем случае в каждой строке присутствует только одно число). Можно было бы сразу шелкнуть кнопку "Готово", но посмотрим остальные шаги, нажмем "Далее>". На втором шаге Мастер запрашивает, какой разделитель используется. Для эксперимента установим флажок "запятая". В нижнем окне мы увидим, что теперь Мастер **предполагает**, что текстовый файл содержит по два целых числа в каждой строке. Это не так, поэтому снимем флажок "запятая" и нажмем "Далее>". На третьем шаге Мастер предлагает выбрать формат каждого столбца (опять-таки у нас всего один столбец). Мы соглашаемся с форматом данных "Общий" и нажимаем кнопку "Готово". Числа из файла записываются на рабочий лист новой книги. Этот рабочий лист автоматически получает имя *comma*.

*Замена запятых на точки во всем рабочем листе.* Для этого в меню выберите "Правка/ Заменить" (или **Ctrl+N**). Появляется диалоговое окно "Заменить". В поле ввода "Что:" вводим запятую, в поле ввода "Заменить на:" вводим точку (из первого поля ввода **во** второе проще всего переместиться нажатием клавиши Tab). Щелкаем кнопку "Заменить все". Текстовые данные превращаются в числа (они были выровнены по левому краю, как текст, а теперь выровнены по правому краю, как числа).

*Перемещение листа "comma" в рабочую книгу Ch01.xls.* Рабочая книга Ch01.xls сейчас должна быть открыта. Щелкнем правой кнопкой мыши по ярлычку листа "comma" и нажмем правую кнопку мыши. Выберем пункт "Переместить/скопировать". В диалоговом окне выберем книгу Ch01.xls в качестве приемника рабочего листа и укажем, что лист нужно переместить в конец рабочей книги. В результате книга *comma.txt* исчезнет, а лист "comma" станет последним рабочим листом книги Ch01.xls. >

**Упражнение 1.28.** В приложении "Блокнот" ("Notepad") подготовьте файл, содержащий таблицу следующего вида:

Фамилия И.О.	Рост	Вес
Антонов К.С.	176,3	84,2
Пименов И.А.	164,7	67,8
Николаев С.П.	185,6	92,4

Сделайте два варианта исходного файла:

- 1) данные в строке разделены символом табуляции — **tab.txt**;
- 2) данные в строке разделены пробелами — **space.txt**.

Для каждого из файлов выполните следующие действия:

- 1) откройте файл в Excel и с помощью Мастера текстов разделите данные по трем столбцам;
- 2) перенесите полученную таблицу в **Ch01.xls**;
- 3) замените запятые на точки.

## 1.8. Завершение и начало сеанса работы

*Сохранение рабочей книги.* Это можно сделать следующими способами.

- Выберите в меню пункт "Файл/ Сохранить". Если текущая рабочая книга именуется "Книга1", "Книга2" и т.д., то Excel запросит у Вас ввод другого названия. Кроме того, Вы можете сохранить файл под другим названием, если выберите пункт меню "Файл/ Сохранить как...".
- Щелкните на панели инструментов кнопку "Сохранить" (на кнопке изображена дискета).
- Нажмите клавиши **Ctrl+S**.

*Закрытие рабочей книги* осуществляется нажатием клавиш **Ctrl+F4** (закрытие дочернего окна приложения) или выбором пункта меню "Файл/ Закрыть". Если Вы работаете одновременно с несколькими рабочими книгами, то по этим командам закрывается активная рабочая книга (та, чье название присутствует в заголовке окна).

*Завершение работы Excel* осуществляется нажатием клавиш **Alt+F4** или выбором в меню команды "Файл/ Выход".

*Открытие ранее сохраненной рабочей книги.* Опять запустите Excel и откройте рабочую книгу Ch01.xls. Это можно сделать следующими способами:

- выбрать в меню команду "Файл/ Открыть";

- щелкнуть кнопку "Открыть" (на кнопке изображена раскрытая папка);
- нажать **Ctrl+O**.

Во всех трех случаях Вы получите окно выбора файла. Нужно выделить файл **Ch01.xls** и нажать кнопку "Открыть".

Если Вы недавно работали с файлом **Ch01.xls** (по-видимому, так оно и есть, если Вы читаете эту книгу, сидя за экраном компьютера), то можно использовать еще два способа открытия файла.

- Щелкните мышью по пункту Главного меню "Файл". Появится панель с подпунктами. Внизу перечислены четыре последних открывавшихся файла. Щелкните мышью по нужному файлу, и он будет открыт.
- В Windows нажмите кнопку "Пуск" ("Start"), выберите пункт "Документы" ("Documents"). Откроется панель, где перечислены имена 15 файлов, в которые недавно вносились изменения. Выберите нужный файл (**Ch01.xls**), и он будет открыт. При этом неважно, запущен Excel на выполнение или нет.

Возьмите себе за правило: по завершении сеанса работы на машине копировать на дискету все сколько-нибудь ценное из созданного в течение сеанса.

## 1.9. Терминологические замечания

Файл **Ch01.xls** называется *рабочей книгой* (Workbook). В этом файле в очень сложной форме (правильнее сказать "формате") хранится введенная Вами информация. Рабочая книга состоит из совокупности листов. Каждый лист в файле **Ch01.xls** представляет собой таблицу, разбитую на ячейки (потом Вы узнаете, что бывают и другие типы листов, например, листы с диаграммами). Ранее такие файлы носили название "электронные таблицы" (так как лист в них был всего один). А программа для работы с ними носит название "процессор электронных таблиц" (processor — обработчик). Приложение Excel и является таким обработчиком.

В настоящее время используются четыре версии Excel.

В среде Windows 3.1 функционирует Excel 5.0. На маломощных компьютерах, где нельзя поставить более современную операционную систему Windows 95 (или Windows 98), можно использовать только эту версию Excel.

Для Windows 95 имеются три версии: Excel 7.0 (иногда его называют Excel 95), Excel 97 (это фактически Excel 8.0, но так как он является неотъемлемой частью совокупности приложений Office 97, то он получил не порядковый номер версии, а номер года выпуска) и Excel 2000 (Excel 9.0).

С ростом номера версии Excel становится все более "жадным" к ресурсам компьютера. Тип используемого процессора практически не имеет значения (достаточно 486DX4). Критичным оказывается объем оперативной памяти. Для Excel 5.0/7.0 достаточно 8 Мбайт, для Excel 97 — 16 Мбайт, для Excel 2000 требуется 32 Мбайт. Конечно, Excel 2000 может работать и на 16 Мбайт, но тогда неоправданно много времени будет уходить на обмен информации с диском (свопинг).

По своим вычислительным и графическим возможностям эти версии достаточно близки, и поэтому их можно изучать на одном наборе примеров и упражнений.

Рабочие книги имеют разный формат: один — для версий Excel 5.0/7.0 и другой — для Excel 97/2000. Поэтому, если Вы хотите использовать в Excel 7.0 рабочую книгу, подготовленную в Excel 2000, Вы должны сохранить ее в формате Excel 5.0/95 (в меню "Файл/ Сохранить как", в диалоговом окне выпадающий список "Тип файла"). При этом могут быть потеряны возможности, характерные для Excel 2000. Но есть еще одна интересная возможность: в выпадающем списке "Тип файла" выбрать "Книга Microsoft Excel 97-2000 & 5.0/95". Тогда в Excel 5.0/7.0 эта рабочая книга будет доступна только для чтения.

Эта глава, несомненно, самая скучная в книге. Но изложенные в ней приемы весьма важны, поэтому рекомендуется еще раз проделать упражнения этой главы, чтобы закрепить приобретенные навыки.

В этой главе мы освоим арифметические и логические выражения, функции Excel и научимся проектировать рабочие книги для вычислений.

Запустите Excel. Сохраните рабочую книгу "Книга1" под именем Ch02.xls (в меню: "Файл/ Сохранить как").

## 2.1. Арифметические формулы

Дайте первому листу имя "Формулы".

Формула начинается со знака равенства. Могут использоваться знаки операций: + — сложение, — вычитание, \* — умножение, / — деление, ^ — возведение в степень. В математике формулы "двумерные", а в Excel формулы нужно располагать в одной строке. Поэтому приходится вводить дополнительные скобки, которых нет в исходной формуле.

### ПРИМЕР 2.1.

Введем серию формул, зависящих от двух аргументов:  $x$  и  $y$ .

*Присвоение имен.* Сначала отведем для  $x$  и  $y$  две ячейки и дадим им для наглядности имена. Введем в ячейку A1 букву "x", а в ячейку A2 букву "y". Присвоим ячейкам B1 и B2 имена  $x$  и  $y$ : выделим B1, в окне ввода имени над столбцом A (в одной строке со строкой ввода) появится адрес B1, выделим его мышью и наберем букву  $x$ , нажмем клавишу Enter. Аналогично дадим ячейке B2 имя  $y$ . Поместим в B1 число 4, а в B2 число 3.

*Ввод формул.* Теперь наберем несколько формул и укажем типичные ошибки начинающих.

1. Требуется ввести в B3 формулу  $\frac{1+x}{4y}$ .



Ошибочное решение:  $=1+x/4*y$ . Фактически введена формула  $\sqrt[4]{\frac{x}{4}} \cdot y$ . Ошибка вызвана тем, что деление обладает более высоким приоритетом, чем сложение, поэтому числитель следовало поместить в скобки. Далее, умножение и деление имеют одинаковый приоритет, поэтому, чтобы вычислить знаменатель дроби, его тоже следовало поместить в скобки. Правильная формула:  $=(1+x)/(4*y)$ . Можно было ввести ее без использования имен:  $=(1+B1)/(4*B2)$ . В ячейке B3 выводится результат 0.416667.

2. Требуется ввести в B4 формулу  $\frac{x-2}{5+\frac{2x}{y^2+3}}$ .

В B4 введем  $=(x-2)/(5+(2*x)/(y^2+3))$ . Пришлось добавить скобки, которых нет в исходной формуле (скобки вокруг  $2*x$  можно было и опустить). Добавлен знак умножения, который в алгебраических формулах обычно опущен. В ячейке B4 выводится результат 0.352941. >

*Упражнение 2.1.* В ячейку B5 введите формулу  $-2x + \frac{x^3}{3y+4}$ . Должен получиться результат:  $-5.93548$ .

*Упражнение 2.2.* В ячейку B6 введите формулу  $\frac{1}{3x-4y}$ . Какое сообщение будет выведено в ячейке? Почему? Исправьте формулу, прибавив к знаменателю 1.

### ПРИМЕР 2.2.

Введем в E1 число 1. В E2 введем формулу  $=-E1^2$ . Результат: 1! Это противоречит нашей "алгебраической интуиции". Ведь из школьного курса алгебры мы знаем, что результат подстановки в формулу  $-x^2$  числа  $x=1$  равен  $-1$ . Исправим формулу:  $=0-E1^2$ . Теперь результат верный:  $-1$ . Чтобы разобраться, почему получается такой странный эффект, обратимся к Справке. Найдите раздел "Создание формул и проверка книг/Ввод формул/Порядок выполнения действий в формулах". Там приведена таблица операций, расположенных по убыванию их приоритета. Вот фрагмент этой таблицы (рис. 2.1).

-	Унарный минус (например, -1)
^	Возведение в степень
* и /	Умножение и деление
+ и -	Сложение и вычитание

Рис. 2.1

Мы видим из таблицы, что есть два минуса: унарный (ставится перед одним операндом) и бинарный (ставится между двумя операндами). Приоритет унарного минуса выше, чем приоритет возведения в степень! Поэтому формула фактически вычисляет  $= (-E1)^2$ . Исправить формулу можно явным указанием порядка операций  $= -(E1^2)$ . >

*Замечание.* Разработчики Excel приняли странное решение. Я проверил результат подстановки в формулу  $-x^2$  отрицательного числа  $-1$ : в программе на языке Фортран (в языках Паскаль и Си операции возведения в степень нет), в средах MathCAD, MatLAB, Mathematica, Derive. Везде был получен результат:  $-1$ . Только в Microsoft FoxPro я получил такой же результат, как в Excel. Любопытно, что программа на языке VBA (встроенном в Microsoft Office!)

```
Sub UnaryMinus ()
  Dim x As Integer
  x = -1
  Debug.Print -x ^ 2
End Sub
```

выдает в окне отладки результат  $-1$ . К счастью, формулы, как правило, не начинаются с унарного минуса.

**Упражнение 2.3.** Что произойдет, если формулы набраны с ошибками? Введите формулы  $=10+*2$  (две операции подряд),  $10+2$  (пропущен знак равенства),  $=(2+3*4$  (пропущена закрывающая скобка) и изучите реакцию Excel.

*Замечание.* Итак, мы должны, как правило, вводить в арифметические выражения скобки, отсутствующие в математической записи. Если возникают малейшие сомнения в приоритете операций — используйте скобки! Но, как ни странно, в Excel иногда можно опускать скобки в выражении, где, казалось бы, скобки надо ставить обязательно. Пример:  $= -2*-4$  вместо  $=(-2)*(-4)$ . Причина опять лежит в приоритете унарного минуса. В языках программирования Паскаль и Си это выражение также допустимо. Но в этих языках отсутствует операция возведения в степень, поэтому при-

оритет унарного минуса не ведет к противоречию с навыками, полученными программистом при изучении алгебры.

## 2.2. Использование функций.

### Элементарные функции

В Excel входят примерно 300 функций, с помощью которых можно решать самые разнообразные задачи.

Перейдем на второй лист текущей рабочей книги (щелкнем мышью по ярлычку "Лист2" или нажмем клавиши **Ctrl+PgDn**). Переименуйте лист: дайте ему имя "Функции".

ПРИМЕР 2.3.

Вычислить  $\log_3 2 + 1$ .

*Решение.* (Изложение будет вестись для Excel 97 и Excel 2000.) Так как нам точно не известно, какую функцию следует применить для вычисления, воспользуемся Мастером функций. Выделим ячейку **A1**. Щелкнем по кнопке со знаком равенства (слева от строки ввода). В строке ввода появится знак равенства — начался ввод формулы, а поле ввода имен (самое левое в той же строке) заменится панелью функций (новинка Excel 97). Щелкнем в этой панели по кнопке выпадающего списка. Появляется список, в котором перечислены 10 недавно использовавшихся функций. Последний элемент списка называется "Другие функции...". Щелкаем мышью по этому элементу списка и получаем окно первого шага Мастера функций: "Мастер функций - шаг 1 из 2".

В первом окне два списка: слева — категория, т.е. список групп функций (математические, статистические, логические и т.д.). Логарифм относится к математическим функциям, поэтому щелкаем мышью по категории "Математические" (если Вы не можете отнести функцию к какой-либо категории, то обратитесь к пункту "Полный алфавитный перечень"). Теперь в правом окне представлен список математических функций. Щелкая мышью по полосе прокрутки этого окна, находим функцию с именем LOG. Выделяем ее мышью. В нижней части окна появляется краткое описание функции:

**LOG(число, основание\_логарифма)**

возвращает логарифм числа по заданному основанию

Из описания ясно, что эта функция нам подходит. Но если Вы хотите прочитать справку об этой функции, ознакомиться с примерами ее использования (а это всегда полезно), щелкните мышью кнопку со знаком вопроса слева внизу.

Итак, функция выбрана, щелкаем "ОК" и переходим к диалоговому окну "Мастер функций - шаг 2 из 2". В этом окне два поля ввода для аргументов функции: **Число** и **Основание логарифма**. Обратите внимание, что название первого аргумента выделено жирным шрифтом, а второго — обычным. Это означает, что первый аргумент обязательный, а второй можно опустить. Сейчас фокус ввода в поле ввода **Число**, в нижней части окна пояснение к аргументу:

"Число положительное вещественное число, для которого вычисляется логарифм".

Вводим число 2. Проще всего перейти в поле ввода второго аргумента нажатием клавиши Tab (но можно щелкнуть мышью во втором поле). Теперь фокус ввода во втором поле, и внизу появляется комментарий для второго аргумента:

"**Основание логарифма** основание логарифма; 10 если опущено".

Итак, если мы не укажем второй (необязательный) аргумент, то будет подразумеваться основание 10. Обратите внимание: ниже и правее полей ввода появился результат 0.301029996 — это  $\lg 2$ , т.е. десятичный логарифм двух. Вводим число 3. Ниже и правее полей ввода появляется результат 0.630929754.

Если мы сейчас нажмем "ОК", то ввод формулы завершится и придется ее корректировать (F2), чтобы добавить слагаемое +1. Поэтому поступим так: находясь во втором окне Мастера функций, щелкнем мышью в поле ввода сразу вслед за сформированной частью формулы =LOG(2,3) и введем недостающее слагаемое +1. Окончательный вид формулы =LOG(2,3)+1. Нажмем клавишу Enter. Результат: **1.63093**.

Элементы списка аргументов функции нужно разделять запятой, так как соответствующая установка (разделитель списка) была сделана в Панели управления Windows. Если Вы введете формулу =LOG(2;3)+1, то получите сообщение "Ошибка в формуле" без объяснения причины. >

Для Excel 5.0/7.0 укажем некоторые отличия от Excel 97/2000. Мастер функций вызывается нажатием на кнопку  $f_x$  на

панели инструментов "Стандартная" либо слева от поля ввода. Сразу появляется первое окно Мастера функций. Во втором окне Мастера нажатие "ОК" не завершает ввода формулы.

Перечислим основные математические функции, соответствующие элементарным функциям, изучаемым в школьном курсе математики (рис. 2.2).

$\sin x$	$\cos x$	$\operatorname{tg} x$	$\arcsin x$	$\arccos x$
SIN(x)	COS(x)	TAN(x)	ASIN(x)	ACOS(x)
$\operatorname{arctg} x$	$\ln x$	$\lg x$	$e^x$	$ x $
ATAN(x)	LN(x)	LOG10(x)	EXP(x)	ABS(x)

Рис. 2.2

У тригонометрических функций аргумент измеряется в радианах. Обратите внимание, что обозначения функций в русской математической литературе и имена функций в Excel различаются.

*Упражнение 2.4.* В ячейку A2 ввести формулу для вычисления функции  $\arcsin \frac{x}{x^2 + 1} + \operatorname{arctg}(y + 2)$ . Формула возвращает 1.610922.

Использование функций вносит свои коррективы в приоритет операций при вычислениях. Если в формуле используется функция, то ее вычисление обладает наивысшим приоритетом. Например, нужно записать формулу для вычисления  $\operatorname{tg}^2 x$ . Неверное решение: =TAN^2(x). Правильное решение: =TAN(x)^2.

#### ПРИМЕР 2.4.

Вложенные функции. Введем в ячейку A3 формулу для вычисления функции  $\sqrt{\operatorname{tg} x + 1}$ . Эта функция представляет собой композицию двух функций:  $w = \sqrt{z}$  и  $z = \operatorname{tg} x + 1$ . Соответствующие функции Excel: КОРЕНЬ(z) и TAN(x)+1. Изложим ввод формулы с помощью Мастера функций отдельно для Excel 97/2000 и Excel 5.0/7.0.

*Excel 97/2000.* Выделяем ячейку A3. Щелкаем кнопку со знаком равенства слева от строки ввода. Выбираем КОРЕНЬ. Находясь в поле ввода аргумента функции КОРЕНЬ, в панели

функций выбираем TAN и в поле ввода аргумента этой функции вводим имя x. А теперь **внимание!** Мы не щелкаем кнопку "ОК", как следовало бы ожидать, — это досрочно завершит ввод формулы (испытайте это). Вместо этого устанавливаем в поле ввода курсор на функции КОРЕНЬ (т.е. на внешней функции). Тотчас второе окно Мастера функций для TAN заменяется на второе окно Мастера функций для функции КОРЕНЬ. В поле ввода аргумента отображается TAN(x). Добавляем к этой функции +1 и щелкаем "ОК". Результат: 1.468952.

Обратите внимание, когда Вы находились во втором окне Мастера функций для функции TAN() и ввели в качестве аргумента x, то справа от поля ввода аргумента Вы видите =4, ниже Вы видите =1.157821282 (это значение tg 4), а в самом низу окна Вы видите: Значение: 1.076021042. Это вычисленное значение формулы =КОРЕНЬ(TAN(x)), которая присутствует сейчас в строке ввода.

Еще заметим, что в диалоговом окне второго шага Мастера функций справа от каждого поля ввода для аргументов функции имеется кнопка свертывания/развертывания. Ее назначение нам уже известно. Если нужно ввести адрес ячейки или блока, то следует щелкнуть по этой кнопке, тогда диалоговое окно свернется в поле ввода и можно без помех сделать нужное выделение на рабочем листе. В прежних версиях Excel приходилось таскать мышью по экрану диалоговое окно, ухватив его за заголовок.

*Excel 5.0/7.0.* Выделяем ячейку A3. Щелкаем кнопку со знаком функции слева от строки ввода. Выбираем функцию КОРЕНЬ. Находясь в поле ввода аргумента функции КОРЕНЬ, щелкаем кнопку со знаком функции слева от поля ввода. В Мастере функций выбираем TAN и в поле ввода аргумента этой функции вводим имя x. Щелкаем кнопку "ОК". Вернувшись во второе окно Мастера функций для функции КОРЕНЬ добавляем к TAN(x) слагаемое +1 и щелкаем "ОК".

Окончательно должна получиться формула

=КОРЕНЬ( TAN(x) + 1). >

Когда Вы освоите функции Excel, то увидите, что проще вводить их вручную в строке ввода, а не возиться с Мастером функций (за исключением случаев, когда функция имеет много аргументов). Здесь рекомендация такая: вводите имена функций

строчными буквами: **=корень(tan(x)+1)**. Если Вы ввели имена функций правильно, то по завершении ввода они автоматически будут преобразованы в прописные буквы. Например, если Вы ввели формулу **=корень(tg(x)+1)**, то по завершении ввода она примет вид: **=КОРЕНЬ(tg(x))**, а в качестве результата вычислений в ячейке будет фигурировать сообщение об ошибке **#ИМЯ?**. Имя функции tg в отличие от функции КОРЕНЬ не преобразовано в прописные буквы, а так как имени tg в рабочей книге нет, то формула возвращает ошибочное значение.

**ЗАДАЧА 2.1.** В Excel имеется функция ПИ(), она не имеет аргументов (хотя скобки обязательны) и возвращает число  $\kappa = 3.14159\dots$ . Каким образом вычислить в Excel число  $e = 2.71828\dots$  — основание натуральных логарифмов, хотя функция, аналогичная ПИ(), для числа  $e$  отсутствует?

**ЗАДАЧА 2.2.** Что больше:  $e^\pi$  или  $\pi^e$ ?

## 2.3. Числовые функции

Такое условное название мы дадим группе функций, которые подсчитывают частное и остаток от деления и округляют числа в ту или иную сторону. Прекрасное математическое изложение этих функций имеется в [12].

Некоторые из функций, о которых ниже пойдет речь, Вы можете и не найти в Мастере функций. Чтобы эти функции были доступны, установите надстройку "Пакет анализа". С этой целью выберите в меню пункт "Сервис/ Надстройки". В диалоговом окне найдите в списке надстроек "Пакет анализа" и установите слева от него флажок. Теперь "Пакет анализа" будет подгружаться автоматически при загрузке Excel. В Мастере функций появится категория "Мат. и тригонометрия", там и находят дополнительные функции. В дальнейшем мы не будем специально указывать, нужно ли для использования той или иной функции использовать "Пакет анализа". Эти сведения Вы найдете в Справке.

### ПРИМЕР 2.5.

**Вычисление** частного и остатка. Сначала познакомимся с функцией ЦЕЛОЕ. Введите в ячейку A8 формулу **=целое(5.7)**, а затем скопируйте эту формулу в ячейку A9 и замените число 5.7 на -5.7. В первом случае формула вернет число 5, а во вто-

ром — число - 6. Вывод: эта функция округляет число до ближайшего меньшего целого.

Вычислять частное мы уже умеем, для этого применяется оператор деления /. Но если нужно вычислить частное от деления нацело, то для этого от результата деления нужно вычислить функцию ЦЕЛОЕ. Функция ОСТАТ( число, делитель) вычисляет остаток от деления нацело. Имеет место соотношение

$$n = d * \text{ЦЕЛОЕ}(n/d) + \text{ОСТАТ}(n, d). \quad (1)$$

Примеры использования функций: =ЦЕЛОЕ(20/3) возвращает 6, т.е. результат деления нацело 20 на 3. =ОСТАТ(20,3) вернет 2, так как  $20 - 3*6 = 2$ . Эти функции дают разумные результаты и для нецелых значений аргументов: =ЦЕЛОЕ(8.6/2.3) возвращает 3, а =ОСТАТ(8.6,2.3) вернет 1.7, так как  $8.6 - 3*2.3 = 1.7$ . >

*Упражнение 2.5.* Введите в ячейку C14 формулу =ЦЕЛОЕ(A14/B14), а в D14 формулу =ОСТАТ(A14,B14). Последовательно вводите в ячейки A14 и B14 пары чисел: 5,3; 5,-3; -5,3; -5,-3. Сохраняйте результаты вычислений в блоке F14:I17 с помощью копирования значений (перетаскивать блок A14:D14 правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать "Копировать только значения"). В блок F13:I13 введите заголовки: "Делимое", "Делитель", "Частное", "Остаток". Дайте интерпретацию результатов в соответствии с формулой (1).

**ЗАДАЧА 2.3.** В ячейке A17 записано целое число, лежащее в промежутке от 0 до 999. В ячейку B17 ввести формулу, которая вычисляет сумму цифр числа.

#### **ПРИМЕР 2.6.**

**Функции округления.** В бухгалтерских расчетах большую роль играют функции, позволяющие округлять результаты вычислений. В Excel их несколько.

##### **1. ОКРУГЛ(число,число\_разрядов)**

Если число\_разрядов больше 0, то число округляется до указанного количества десятичных разрядов справа от десятичного разделителя.

Если число\_разрядов равно 0, то число округляется до ближайшего целого.



Если число\_разрядов меньше 0, то число округляется до указанного количества десятичных разрядов слева от десятичного разделителя.

Пусть в ячейке A19 записано число 143.3184. Разместим в B19 формулу =ОКРУГЛ(A19,2). Она вернет число 143.32. Разместим в C19 формулу =ОКРУГЛ(A19,0). Она вернет число 143. Эти примеры отвечают требованиям округления до копеек и до рублей. Если же Вы введете в D19 формулу =ОКРУГЛ(A19,-1), то она вернет число 140.

2. Несколько иные задачи решают функции

ОКРУГЛВНИЗ(число,число\_разрядов),  
ОКРУГЛВВЕРХ(число,число\_разрядов).

В соответствии с их названиями они работают как функция ОКРУГЛ, но округляют всегда в большую или меньшую сторону. Самостоятельно рассмотрите примеры.

3. Три предыдущие функции всегда округляют до степеней десяти, их второй аргумент — это показатель со знаком минус для десяти. Но есть более общие функции:

ОКРУГЛТ(число, множитель),  
ОКРВВЕРХ(число, множитель),  
ОКРВНИЗ(число, множитель).

Число — это округляемое значение. Множитель — это кратное, до которого требуется округлить. Число и множитель должны иметь одинаковый знак. В терминологии [12] две последние функции работают так:

$$\text{ОКРВВЕРХ}(n,d) = \left\lceil \frac{n}{d} \right\rceil d, \quad \text{ОКРВНИЗ}(n,d) = \left\lfloor \frac{n}{d} \right\rfloor d, \quad nd > 0.$$

Функция  $\lceil x \rceil$  — "потолок" — возвращает наименьшее целое, большее или равное  $x$ , функция  $\lfloor x \rfloor$  — "пол" — возвращает наибольшее целое, меньшее или равное  $x$ . Примеры:

=ОКРВВЕРХ(1.6, 0.15) вернет 1.65; =ОКРВНИЗ(9.3, 4) вернет 8.

4. Функция ОТБР( число, число\_разрядов) отбрасывает дробную часть числа, если опустить второй аргумент. Если его указать, то функция работает, как ОКРУГЛВНИЗ. Функция ЦЕЛОЕ(число) работает, как ОТБР(число), но только для неотрицательных аргументов. Поэкспериментируйте и самостоя-

тельно сформулируйте, чем отличаются возвращаемые значения этих функций для отрицательного аргумента. >

**ЗАДАЧА 2.4.** Покажите, что функции ЦЕЛОЕ, ОКРУГЛ, ОКРУГЛВВЕРХ, ОКРУГЛВНИЗ можно выразить через ОКРУГЛТ, ОКРВВЕРХ, ОКРВНИЗ (отдельно для неотрицательных и отрицательных аргументов). Решите эту задачу на отдельном рабочем листе. Назовите этот лист "Задача 2.4". Действие функций рассмотрите на примере чисел 5.73 и -5.73. Округление проводите до десятых долей.

**ЗАДАЧА 2.5.** Имеется выручка от реализации продукции (счет 67) в сумме 21 675 рублей. Рассчитать налог на пользователей автодорог 2.5%, в том числе федеральный 0.5% и московский 2%. (Все числа должны быть размещены в отдельных ячейках, в соседних ячейках поместите текстовые строки с пояснениями. Число, выраженное в процентах, так и вводите: 2%. Округление следует производить до копеек. Выделите блок с расчетами и щелкните кнопку "Формат с разделителями". Чтобы ширина столбца соответствовала ширине введенного в него текста, выделите столбец и выполните команду меню "Формат/ Столбец/ Автоподбор ширины".)

**ЗАДАЧА 2.6.** Решено округлить цену, размещенную в ячейке A25, вверх с точностью до пяти рублей. Какую формулу для этого Вы предложите?

**ЗАДАЧА 2.7.** Идет  $k$ -я секунда суток (записана в B23). Сколько полных часов  $h$  от 0 до 23 (в B24), полных минут  $m$  от 0 до 59 (в B25) и секунд  $s$  от 0 до 59 (в B26) прошло к этому моменту. (Пример:  $k = 13257 = 3*3600 + 40*60 + 57$ , т.е.  $h = 3$ ,  $m = 40$ ,  $s = 57$ .)

**ЗАДАЧА 2.8.** В ячейке A28 записано положительное число. Поместите в B28 формулу, которая возвращает первую цифру из дробной части числа. (Пример: для числа 32.597 формула вернет 5.)

В этой книге из-за недостатка места невозможно дать описания всех функций. Вы должны самостоятельно читать Справку, где функции описаны подробно и с примерами. Найдите раздел Справки "Создание формул и проверка книг/ Функции листа" (в Excel 2000 — "Создание и проверка формул в книгах/ Справка по функциям"). Там приведены категории функций, а внутри категорий — описания самих функций. Не удивляйтесь, что

описания функций расположены в полном беспорядке. Если Вы мысленно переведете названия функций на английский язык, то увидите, что описания расположены строго по алфавиту — английскому, разумеется (в Excel 2000 описания функций упорядочены в соответствии с русским алфавитом). Кроме того, описания функций можно найти в Справке на вкладке "Предметный указатель". В окне ввода этой вкладки название функции надо предварять словами "функция листа", например "функция листа ЦЕЛОЕ" (проверьте). В Excel 2000 в Справке на вкладке "Указатель" в поле "Введите ключевое слово" нужно ввести "функция ЦЕЛОЕ". Можно воспользоваться вкладкой "Мастер ответов". В поле "Выберите действие:" нужно ввести ЦЕЛОЕ.

*Упражнение 2.6.* Для того чтобы отыскивать соответствие между русскими и английскими названиями функций, можно воспользоваться рабочей книгой FUNCS.XLS. Ее можно отыскать на диске средствами поиска Windows. Для Excel 5.0/7.0 она должна находиться в папке C:\MSOffice\Excel\Examples, для Excel 97 — в папке C:\Program Files\Microsoft Office\Office, для Excel 2000 — в папке C:\Program Files\Microsoft Office\Office\1049. Поупражняйтесь в работе с этой справочной таблицей.

## 2.4. Логические формулы

Вспомним некоторые простые факты из математической логики. Те, кто не изучал этой дисциплины, смогут уяснить нужный для дальнейшего материал непосредственно из этого пункта.

Перейдите на новый рабочий лист. Дайте ему имя "Логика".

ПРИМЕР 2.7.

**Логические выражения.** Введем в ячейку A1 формулу  $=7>5$ . Она вернет значение ИСТИНА. Скопируем содержимое A1 в A2 и исправим в A2 формулу:  $=3>5$ . Эта формула вернет значение ЛОЖЬ. Правые части обеих формул представляют собой *высказывания*, т.е. утверждения, относительно которых можно заключить, верны они или нет. Арифметические формулы, которые мы изучали в 2.1, высказываниями не являются: они предписывают, как по исходным данным вычислить значение, и вопрос об их истинности или ложности не имеет смысла.

Рассмотрим другой пример. Введем в ячейку A4 число 2, а в ячейку B4 формулу = A4>3. Формула возвращает значение ЛОЖЬ. Введем в A4 число 6. Формула возвращает значение ИСТИНА. В B4 записан *предикат*, т.е. высказывание с переменными (в данном случае переменная одна). В зависимости от значения переменных предикат может принимать значения ИСТИНА и ЛОЖЬ. В этом примере формула как бы дает ответ на вопрос: "Число (или результат вычислений по формуле), хранящееся в ячейке A4, превышает 3?" В зависимости от значения A4 ответ будет ДА (ИСТИНА) или НЕТ (ЛОЖЬ).

Сравнение двух арифметических выражений, содержащих переменные, дает предикат. В формуле = A4>3 ее составные части (A4 и 3) можно считать арифметическими выражениями, только очень простыми. Более сложный пример: = (A4^2-1) > (2\*A4+1). В этом выражении скобки можно опустить, потому что арифметические операции имеют более высокий приоритет, чем операции сравнения, но скобки придают формуле наглядность. >

Операции сравнения сведем в таблицу (рис. 2.3).

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

Рис. 2.3

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

Высказывание и предикат имеют общее название — логическое выражение. Имеются логические операции, которые позволяют строить сложные логические выражения. Эти операции реализованы в Excel как функции. Вот перечень логических операций и соответствующих им функций Excel, расположенных в порядке убывания приоритета (рис. 2.4).

Здесь можно провести аналогию с арифметическими операторами: отрицанию соответствует унарный минус, конъюнкции — умножение, дизъюнкции — сложение. На самом деле в Excel приоритет логических операций не имеет значения, так как они реализованы в виде функций.

Название	Обозначение	Функция Excel
Отрицание	$\neg$	НЕ
Конъюнкция	$\wedge$ (&)	И
Дизъюнкция	$\vee$	ИЛИ

Рис. 2.4

У логических функций аргументы могут принимать только два значения: ИСТИНА и ЛОЖЬ. Поэтому логические функции можно задать таблицей, где перечислены все возможные значения аргументов и соответствующие им значения функций. Такие таблицы называются *таблицами истинности*.

Таблица для функции НЕ представлена на рис. 2.5.

x	НЕ(x)
ЛОЖЬ	ИСТИНА
ИСТИНА	ЛОЖЬ

Рис. 2.5

Таблица для функций И и ИЛИ имеет вид (рис. 2.6).

x	y	И(x,y)	ИЛИ(x,y)
ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ
ЛОЖЬ	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА
ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА
ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА

Рис. 2.6

Функция НЕ может иметь только один аргумент, а функции И и ИЛИ могут иметь два и более аргументов.

#### ПРИМЕР 2.8.

В ячейке А6 (с именем z) записано число. Выяснить, принадлежит ли оно отрезку [2, 5].

*Решение.* Присвоим ячейке А6 имя z. Введем в А6 число 3. Сначала сконструируем логическое выражение, решающее задачу.  $z \in [2, 5]$  о  $(z > 2) \wedge (z \leq 5)$ . Для того чтобы z принадлежал отрезку [2, 5], нужно, чтобы одновременно были истинны два предиката:  $z \geq 2$  и  $z \leq 5$ . В ячейке В6 разместим формулу =И(z>=2,z<=5). В В6 получим значение ИСТИНА. Следует предостеречь от неверного решения: формулы =2<=Z<=5. Вве-

дите эту формулу в С6 и убедитесь, что она возвращает ЛОЖЬ! Коварство этой, на первый взгляд, такой естественной формулы в том, что Excel ничего не сообщает о ее некорректности. >

### ПРИМЕР 2.9.

В ячейке А6 (с именем  $z$ ) записано число. Выяснить, принадлежит ли оно одному из лучей на числовой оси:  $(-\infty, 2)$  или  $(5, \infty)$ .

*Решение.* Сконструируем логическое выражение, решающее задачу:  $z \in (-\infty, 2) \cup (5, \infty) \Leftrightarrow (z < 2) \vee (z > 5)$ , где значок  $\cup$  обозначает операцию объединения множеств. Для того чтобы  $z$  принадлежал хотя бы одному из лучей, нужно, чтобы был истинным хотя бы один из предикатов:  $z < 2$  или  $z > 5$ . В ячейке D6 разместим формулу =ИЛИ( $z < 2, z > 5$ ). А6 содержит число 3, поэтому формула возвращает ЛОЖЬ.

Задачу можно было решить иначе с учетом того обстоятельства, что на рабочем листе есть формула проверки принадлежности числа  $z$  отрезку  $[2, 5]$ . Упомянутые два луча составляют на числовой оси дополнение к этому отрезку. Введем в ячейку E6 формулу =НЕ(B6). Убедитесь, вводя в ячейку А6 различные числа, что формулы в ячейках D6 и E6 дают идентичные результаты. Мы воспользовались одним из законов Де Моргана:  $\neg(a \wedge b) = \neg a \vee \neg b$ . >

**ЗАДАЧА 2.9.** Введите в ячейку В7 формулу, возвращающую значение ИСТИНА, если  $z \in (-2, 4] \cup [7, 12) \cup [20, \infty)$ , и ЛОЖЬ -- в противном случае.

**\*ЗАДАЧА 2.10.** Дайте ячейкам А20, В20 и С20 имена  $u, v, w$ . В самих ячейках содержатся числа. Введите в ячейки А21, А22 и т.д. логические формулы, которые возвращают значение ИСТИНА тогда и только тогда, когда

- каждое из чисел  $u, v, w$  является положительным;
- хотя бы одно из чисел  $u, v, w$  является положительным;
- только одно из чисел  $u, v, w$  является положительным;
- ни одно из чисел  $u, v, w$  не является положительным;
- хотя бы одно из чисел  $u, v, w$  не является положительным.

*Упражнение 2.7.* Убедитесь на примерах, что в арифметических выражениях ИСТИНА ведет себя как число 1, а ЛОЖЬ как число 0. Убедитесь, что для операций сравнения это неверно.

**Упражнение 2.8.** Убедитесь на примерах, что в логических выражениях число 1 ведет себя как ИСТИНА, а число 0 как ЛОЖЬ. Убедитесь, что вместо ИСТИНА можно указывать любое число, отличное от 0 (для знакомых с языком Си в этом нет ничего удивительного).

На практике "в чистом виде" логические выражения, как правило, не используются. Логическое выражение служит первым аргументом функции ЕСЛИ:

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

Во втором аргументе записывается выражение, которое будет вычислено, если **лог\_выражение** возвращает значение ИСТИНА, а в третьем аргументе — выражение, вычисляемое, если **лог\_выражение** возвращает ЛОЖЬ. В языках программирования высокого уровня этой функции соответствует оператор

если **лог\_выражение** то **действие1** иначе **действие2**

ПРИМЕР 2.10.

1. Введем в ячейку B8 формулу, которая возвращает  $z + 1$ , если  $z > 1$ , и 2 в противном случае: = **ЕСЛИ**( $z > 1$ ,  $z + 1$ ,  $z$ ). (В Мастере функций ЕСЛИ находится в категории "Логические", так же как функции И, ИЛИ, НЕ.);

2. Если  $z > 60$ , то в ячейке B9 выводить сообщение "Превышено пороговое значение", в противном случае выводить  $z$ :

=**ЕСЛИ**( $z > 60$ , "Превышено пороговое значение",  $z$ )

3. Если  $z \in [10, 25]$ , то возвращать  $z$ , если  $z < 10$ , то возвращать 10, если  $z > 25$ , то возвращать 25. Сконструируем выражение (одно из возможных):

если  $z < 10$  то 10 иначе (если  $z < 25$  то  $z$  иначе 25).

Запишем формулу в C9:

=**ЕСЛИ**( $z < 10$ , 10, **ЕСЛИ**( $z <= 25$ ,  $z$ , 25)) >

**ЗАДАЧА 2.11.** Торговый агент получает процент от суммы совершенной сделки. Если объем сделки до 3000, то 5%; если объем до 10 000, то 2%; если выше 10 000, то 1.5%. Введите в ячейку A10 текст "Объем сделки", в ячейку A11 — "Размер вознаграждения". В ячейку B10 введите объем сделки, а в B11 — формулу, вычисляющую размер вознаграждения.

**ЗАДАЧА 2.12.** Дать решение примеров 2.8 и 2.9 (о принадлежности точки отрезку или одному из двух лучей) без использования функций И, ИЛИ, НЕ, а с помощью вложенных функций ЕСЛИ. (В главе 8 Вы убедитесь, что эта задача не является надуманной.)

**ЗАДАЧА 2.13.** В трех ячейках записаны числа. Если все они ненулевые, вернуть 1, в противном случае 0. Решить задачу с использованием только одной функции ЕСЛИ (без вложений).

**Упражнение 2.9.** Что вернет функция ЕСЛИ, когда опущен третий аргумент функции, а условие в первом аргументе ложно? А когда опущен и второй аргумент?

**ПРИМЕР 2.11.**

**Распространение ошибки в цепочке формул.** На рабочем листе нередко располагаются цепочки формул: результат, возвращаемый одной формулой, является аргументом для другой формулы. Если исходные данные для первой формулы неподходящие, то можно вывести в ячейке текстовое сообщение, но следующая формула может интерпретировать текстовую строку как 0, что не всегда нам подходит. Пусть в ячейку **A31** пользователь вводит число, которое не должно быть меньше 10, а в **B31** любое число (допустим, 3). Формула в ячейке **C31** возводит это число из **A31** в квадрат:

=ЕСЛИ(A31>=10,A31^2,"неверное число").

Формула в **C33** складывает содержимое **B31** и **C31**:

=СУММ(B31,C31).

Если пользователь введет в **A31** число 5, то в **C33** появится результат 3. Дело в том, что функция СУММ, вычисляющая сумму чисел, расположенных в блоке ячеек, считает текстовые значения равными 0.

Удобнее, чтобы формула возвращала ошибочное значение #Н/Д (НеДоступно), если исходные данные для формулы неподходящие. Тогда все формулы, использующие этот результат в качестве аргумента, также будут возвращать значение #Н/Д.

Исправить формулу в **C31** можно двумя способами: использовать в качестве третьего аргумента функции ЕСЛИ функцию НД() (без аргументов), которая возвращает значение #Н/Д, либо прямо подставить в третий аргумент #Н/Д:



= ЕСЛИ(A31>=10,A31^2, #Н/Д).

Теперь формула в С33 вернет значение #Н/Д. Если же ввести в А31 число 12, то в С33 будет выведено 147. >

#### ПРИМЕР 2.12.

Запрет ввода недопустимого числа. В Excel 97 появилось новое средство для недопущения ввода пользователем "запрещенных значений". Пусть в ячейку А41 пользователь может ввести число, большее или равное 10. Если он введет число, меньшее 10, должно последовать сообщение об ошибке.

Выделите ячейку А41. Выберите в меню команду "Данные/ Проверка". Появится диалоговое окно с тремя вкладками. На первой вкладке "Параметры" выберите "Тип данных" — "Действительные", "Значение" — "больше или равно", "Минимум" — 10. На второй вкладке "Сообщение для ввода" установите флажок "Отображать подсказку, если ячейка является текущей", дайте "Заголовок:" — "Ввод числа" и "Сообщение:" — "Введите число, не меньшее 10". На вкладке "Сообщение об ошибке" установите флажок "Выводить сообщение об ошибке", укажите тип действий при ошибке "Вид:" — "Останов", введите "Заголовок:" — "Ввод числа", "Сообщение:" — "Вводимое число должно быть больше или равно 10!!!". Попробуйте ввести допустимое и недопустимое число. >

**ЗАДАЧА 2.14.** Экзаменатор проверяет письменную работу, состоящую из пяти задач. За каждую задачу он проставляет оценку — целое число в диапазоне от 0 до 4. Иногда (в виде исключения) он может поставить нецелое число, например 3.5. Введите в А24:Е24 порядковые номера задач (от 1 до 5), в F24 — строку "Сумма". Экзаменатор вводит оценки в диапазон А25:Е25. В F25 автоматически должна вычисляться сумма оценок. При переходе к ячейке подсказка не выводится, при неверном вводе выводится предупреждение.

*Указание.* Перед вызовом меню "Данные/ Проверка" выделите диапазон А25:Е25.

**ЗАДАЧА 2.15.** Ранее Вы должны были решить задачу о вычислении суммы цифр трехзначного числа. Теперь составьте более сложную формулу: если число (в ячейке с именем n) не является целым или не лежит в промежутке от 0 до 999, то формула возвращает сообщение об ошибке #Н/Д, иначе — возвращает сумму цифр.

Итак, мы изучили арифметические и логические выражения. Имеются еще текстовые выражения. Их изучение отложим до шестой главы (пока что мы использовали в формулах простейшее текстовое выражение — строку, ограниченную двойными кавычками).

## 2.5. Пример проектирования расчетов на рабочем листе

Теперь мы достаточно подготовлены к решению конкретной задачи: нужно спроектировать рабочую книгу, которая будет вычислять различные элементы треугольника по трем его сторонам. Задачу будем решать поэтапно, исправляя некоторые неудачные решения, как это обычно и происходит на практике. На этом примере мы освоим много возможностей Excel.

Специалистов, использующих Excel, можно условно разделить на два типа: проектировщик рабочей книги и пользователь рабочей книги. "Условно", потому что чаще всего проектировщик и пользователь — одно и то же лицо. Но даже в этом случае проектировщик должен думать об удобстве использования электронной таблицы, о возможности ее дальнейшего развития, модификации. Для этого нужно позаботиться об удобном расположении исходных данных и результатов, о выдаче понятных сообщений в случае возникновения при расчетах "нештатных ситуаций". На следующем довольно громоздком примере мы постараемся проиллюстрировать эти положения.

### ПРИМЕР 2.13.

**Вычисление** элементов треугольника. Даны три стороны треугольника  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Требуется вычислить его площадь по формуле Герона  $S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ , где  $p$  — полупериметр:

$$p = \frac{a+b+c}{2}, \text{ а также радиус вписанной окружности } r = \frac{S}{P} \text{ и ра-}$$

$$\text{диус описанной окружности } R = \frac{abc}{4S}.$$

*Решение.* План решения: три ячейки отведем для ввода сторон треугольника, отдельно вычислим полупериметр, а на его основе площадь треугольника. Потом в отдельных ячейках расположим формулы вычисления радиусов. В ячейках, расположенных слева от ячеек с числами и формулами, разместим обозначения величин.

Переименуйте рабочий лист, дайте ему имя "Треугольник". Введите данные, как показано на рис. 2.7. В ячейку B6 введите формулу  $= (B2+B3+B4)/2$ .

	A	B	C
1	Стороны треугольника		
2	a	3	
3	b	4	
4	c	5	
5			
6	P	6	
7			
8	S		

Рис. 2.7

*Использование имен.* В ячейку B8 нужно ввести формулу Герона. Чтобы упростить ввод, дадим имена ячейкам B2, B3, B4, B6. Выделите блок A2:B6, выберите в меню команду "Вставка/ Имя/ Создать". Excel предложит вариант "в столбце слева", т.е. взять в качестве имен для ячеек B2, B3, B4, B6 текстовые строки (в нашем случае *однобуквенные*), хранящиеся в ячейках A2, A3, A4, A6. Нажмите "ОК". Теперь, выделяя ячейку B2, в окошке слева от строки ввода Вы увидите не адрес B2, а имя a. Для ячейки B4 имя не c, как можно было ожидать, а c\_. Это связано с тем, что имена C и г в Excel зарезервированы (c — column - столбец, m — row - строка). Поэтому Excel ввел в имя символ подчеркивания.

Введите в B8 формулу  $=\text{корень}(p*(p-a)*(p-b)*(p-c\_))$ . После нажатия Enter (или щелчка по зеленой галочке слева от строки ввода) название функции будет отображено прописными буквами. Это означает, что мы правильно набрали имя функции. Если бы не введенные имена, нам пришлось бы набрать формулу

=КОРЕНЬ(В6\*(В6-В2)\* (В6-В3)\* (В6-В4)),  
что намного труднее для восприятия.

*Форматирование ячеек.* Итак, пользуясь таблицей, можно вычислить площадь треугольника. Но хотелось бы придать таблице более "читабельный" вид.

Выровняем названия величин по правому краю. Выделите блок А2:А8 и на панели "Форматирование" нажмите кнопку "По правому краю".

Введите длину стороны о, равную 2. Тогда  $S = 3.799671$ . Предположим, нам нужна точность три знака после точки. Для этого выделите В8 и несколько раз нажмите кнопку "Уменьшить разрядность", пока число не приобретет нужный формат 3.800. Важно понимать, что "внутренние" вычисления выполняются с прежней точностью, но число, отображаемое в ячейке, округлено до трех десятичных знаков. Отмените форматирование (Ctrl+Z) и испытайте другой способ: выберите в меню "Формат/ Ячейки" (Ctrl+1), в диалоговом окне — вкладку "Число", в списке "Числовые форматы:" — "Числовой". Далее самостоятельно разберитесь, как задать нужное количество разрядов.

*"Развитие" таблицы.* Дополним таблицу вычислением радиусов вписанной и описанной окружностей.

Создайте для ячейки В8 имя, взятое из соседней ячейки А8 (т.е. ячейка В8 должна получить имя S). Можно воспользоваться ранее освоенным приемом (выделить А8:В8 и "Вставка/ Имя/ Создать"), но так как здесь всего одно имя, проще поступить так: выделите В8 и в окне имен над столбцом А (там сейчас отображается адрес В8) введите имя S, нажмите Enter.

В ячейки D10 и F10 введите r и R, а в E10 и G10 — соответствующие формулы. Наложите на эти ячейки такие же форматы, как и ранее. Для этого воспользуйтесь кнопкой "Формат по образцу" (на ней изображена кисть). Например, выделите А8, нажмите кнопку и "покрасьте" кистью E10.

У Вас должен получиться следующий результат (рис. 2.8).

*Исследование зависимостей.* Выделите G10 и выберите в меню пункт "Сервис/ Зависимости/ Влияющие ячейки". На экране протянутся синие стрелки от ячеек, содержащих длины сторон и площадь треугольника, к ячейке G10. Исследуйте за-

зависимости и для других ячеек. Уберите стрелки соответствующей командой меню.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Стороны треугольника						
2	a	2					
3	b	4					
4	c	5					
5							
6	p	5.5					
7							
8	S	3.800					
9							
10				г	0.691	R	2.632

Рис. 2.8

Удобнее работать с помощью панели кнопок "Зависимости". Выведите на экран панель "Зависимости" (меню "Вид/ Панели инструментов/ Зависимости"; в Excel 97 "Сервис/ Зависимости/ Панель зависимостей") и изучите работу кнопок этой панели. Например, выделите ячейку **G10**, а затем несколько раз нажмите на самую левую кнопку панели: "Влияющие ячейки". (Если у Вас возникнут затруднения при выполнении этого упражнения, обратитесь к Справке: "Создание формул и проверка книг/ Проверка книг/ Поиск зависимых и влияющих ячеек".)

Задайте длину стороны  $a$ , равную 10. В ячейках с результатами появится сообщение об ошибке **#ЧИСЛО!**. Дело в том, что стороны 10, 4, 5 не образуют треугольника. При вычислении площади под корнем получается отрицательное число. Выделите ячейку **G10** и выберите "Сервис/ Зависимости/ Источник ошибки" (или соответствующую кнопку на панели "Зависимости"). Вы наглядно увидите, за счет каких влияющих ячеек получен неверный результат. Уберите с экрана стрелки, закройте панель "Зависимости".

*Сообщение об ошибочных данных.* Нужно переделать таблицу. Пользователь должен получать сообщение, почему не могут быть вычислены  $S$ ,  $R$  и  $г$ , а в ячейках с результатами вычислений  $R$  и  $г$  ничего не должно выводиться.

Будем вычислять отдельно подкоренное выражение  $p^*(p-a)^*(p-b)^*(p-c)$  и определять его знак. Если оно положительно, вычисляем  $S$ ,  $R$  и  $r$ . Если же нет, то в ячейке В8 выведем текстовую строку "Это не треугольник!", а в ячейках ЕЮ и G10 выведем пустые строки.

Перетащите мышью содержимое В8 в В7. Отредактируйте В7, убрав КОРЕНЬ. В ячейке останется формула  $=p^*(p-a)^*(p-b)^*(p-c)$ . Теперь имя S имеет ячейка В7. Вновь дайте В8 имя S ("Вставка/ Имя/ Присвоить" и измените ссылку для S на \$B\$8).

В В8 разместим формулу

**=ЕСЛИ(В7>0,КОРЕНЬ(В7),"Это не треугольник!").**

В ЕЮ разместим формулу

**=ЕСЛИ(В7>0,S/p,"").**

Аналогично измените формулу в G10.

*Скрытие строк.* В 6-й и 7-й строках расположены результаты промежуточных вычислений, видеть которые пользователю таблицы ни к чему. Выделите на левой адресной полосе строки 6 и 7 и в контекстном меню выберите "Скрыть". Если Вы захотите вернуть эти строки на экран, выделите 5-ю и 8-ю строки и в контекстном меню выберите "Показать".

Аналогично можно скрывать и показывать столбцы. Поэкспериментируйте.

*Защита листа.* Чтобы предохранить таблицу от непреднамеренной порчи неопытным пользователем (вдруг он попытается задать радиус вписанной окружности и при этом уничтожит формулу), нужно защитить рабочий лист. Но сначала нужно "объявить беззащитными" ячейки с исходными данными.

Выделите ячейки, содержащие длины сторон (В2:В4), нажмите **Ctrl+1**, выберите вкладку "Защита" и снимите флажок "Защищаемая ячейка". Выберите в меню команду "Сервис/ Защита/ Защитить лист". Попробуйте теперь ввести данные вне диапазона В2:В4 и посмотрите реакцию Excel. Снимите защиту: "Сервис/ Защита/ Снять защиту листа".

*Ограничение ввода* (для Excel 97/2000). Разрешите пользователю вводить только положительные длины сторон треугольника (пункт меню "Данные/ Проверка").

*Имитация печати.* Выберите в меню пункт "Файл/ Предварительный просмотр". Изучите назначение кнопок в окне предварительного просмотра. Нажмите кнопку "Заккрыть". Рабочий лист разбит пунктирными линиями на прямоугольники, соответствующие листам формата А4.

*Подбор параметра.* Итак, мы вычислили радиус описанной окружности  $R$  по трем сторонам треугольника  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Если зафиксировать длины сторон  $b$  и  $c$  (пусть  $a = 2$ ,  $b = 4$ ,  $c = 5$ ), то можно считать, что мы вычисляем  $R$  как функцию  $a$ . Но Excel дает нам возможность решить обратную задачу: по заданному  $R$  вычислить  $a$ . При этом не нужно решать вручную громоздкую задачу отыскания  $a$  как функции  $R$ . Формул на рабочем листе для этой цели вполне достаточно. Например, мы хотим определить величину  $a$  при  $R = 3$ . Выделим ячейку **G10**, в которой вычисляется  $R$ . В меню выберем "Сервис/ Подбор параметра". Выводится диалоговое окно "Подбор параметра". Поле "Установить в ячейке:" уже содержит адрес выделенной ячейки **G10**. Нажатием Tab перемещаемся в поле "Значение:" и вводим 3. Еще раз нажимаем Tab и в поле "Изменяя значение ячейки:" вводим адрес ячейки **B2**, содержащей величину стороны  $a$  (если мы щелкнем мышью по этой ячейке, то в поле ввода окажется адрес  $\$B\$2$  — пока не обращайтесь внимания на знаки доллара, в четвертой главе мы узнаем, что они означают). Щелкаем кнопку "OK". Выводится новое окно "Результаты подбора параметра". Разберитесь с его содержимым самостоятельно. Если увеличить разрядность числа в ячейке **G10**, то Вы увидите, что  $R$  достигло значения 2.9999172. При этом  $a = 1.515753$ .

А можно ли определить величину  $a$  еще точнее? — Да, можно. Выберите в меню "Сервис/ Параметры/ Вычисления". На вкладке имеется поле ввода "Относительная погрешность". Значение по умолчанию: 0.001. Введите число 0.00001. Повторите подбор параметра  $a$  для  $R = 3$ . Вы получите в **G10** число 2.9999977. При этом  $a = 1.515698$ . Верните прежнее значение относительной погрешности подбора параметра.

Единственное ли значение  $a$  соответствует  $R = 3$ ? На этот вопрос изложенный метод подбора параметра не дает ответа. Мы вернемся к этому вопросу в одной из задач главы 4. >

*Упражнение 2.10.* Какое значение  $a$  соответствует  $R = 2$ ? Дайте геометрическую интерпретацию полученному результату.

**Упражнение 2.11.** Какое значение  $a$  соответствует радиусу вписанной окружности  $r = \sqrt{2}$ ?

**ЗАДАЧА 2.16.** Дополнительные задания для вычисления элементов треугольника.

1. Скопируйте лист "Треугольник" из рабочей книги Ch02.xls в новую рабочую книгу, после чего дайте ей название treug.xls.

2. Расположите ячейки с величинами радиусов друг под другом и дайте им общий заголовок.

3. Вычислите углы треугольника  $A = \arccos \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$  и

т.д. (по теореме косинусов), переведите их в соседнем столбце в градусы (найдите соответствующую функцию в Справке), сосчитайте отдельно сумму углов для углов треугольника, выраженных в радианах и в градусах.

4. Вычислите медианы ( $m_a = \frac{1}{2} \sqrt{2b^2 + 2c^2 - a^2}$  и т.д.), бис-

сектрисы ( $l_a = \frac{2bc \cos \frac{A}{2}}{b+c}$  и т.д.), высоты ( $h_a = \frac{2S}{a}$  и т.д.). Размес-

тите их на рабочем листе отдельными блоками с заголовками. (Если пользователь вводит длины сторон, которые не образуют треугольника, то названия вычисляемых элементов также должны заменяться пустыми строками.)

5. Поместите эти блоки для радиусов, углов, медиан и т.д. в рамки (Ctrl+1, вкладка "Граница").

6. Посмотрите зависимости.

7. Исправьте таблицу. Пусть надпись "Это не треугольник!" выводится в ячейке C4 крупным шрифтом и красным цветом, а в ячейке B8 в этом случае ничего не выводится.

Каждую из нижеследующих задач решайте на отдельном рабочем листе, рабочим листам дайте названия в соответствии с номерами задач.

**ЗАДАЧА 2.17.** Вычислить длину и площадь окружности по заданному радиусу.



**ЗАДАЧА 2.18.** Вычислить объемы и площади поверхностей (основания, боковой и полной) цилиндра и конуса по заданным радиусу основания и высоте.

**ЗАДАЧА 2.19.** Вычислить расстояние между двумя точками на плоскости, заданными своими координатами.

**ЗАДАЧА 2.20.** Вычислить общее сопротивление трех параллельных сопротивлений по формуле

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

**ЗАДАЧА 2.21.** Найти действительные корни квадратного уравнения  $x^2 + px + q = 0$  по заданным коэффициентам  $p$  и  $q$ . Если действительных корней нет, вывести об этом сообщение.

## 2.6. Зачетные задания

Ниже приведены образцы зачетных заданий по теме. Предметная область — стереометрия, так как формулы для реализации достаточно сложны, а объяснять, что такое пирамида и площадь поверхности, не нужно. Количество этих заданий легко увеличить, воспользовавшись задачником по математике для поступающих в вузы.

**ЗАДАЧА 2.22.** Дан прямоугольный параллелепипед со сторонами  $a, b, c$ . Вычислить:

- объем  $V = abc$ ;
- площадь поверхности  $S = 2(ab + bc + ac)$ ;
- длину диагонали  $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ ;
- угол между диагональю и плоскостью основания

$$\varphi = \arctg\left(\frac{c}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right);$$

- угол между диагональю и боковым ребром  $\alpha = \frac{\pi}{2} - \varphi$ ;
- объем шара, диаметром которого является диагональ,

$$V_{\text{ш}} = \frac{\pi d^3}{6}.$$

**ЗАДАЧА 2.23.** В правильной треугольной пирамиде заданы: длина стороны основания  $a$  и высота  $h$ . Вычислить:

- объем  $V = \frac{a^2 h \sqrt{3}}{12}$ ;
- угол наклона бокового ребра к плоскости основания  $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{h \sqrt{3}}{a}$ ;
- длину бокового ребра  $b = \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{3}}$ ;
- радиус описанного около пирамиды шара  $R = \frac{3h^2 + a^2}{6h}$ ;
- угол наклона боковой грани к основанию  $\beta = \operatorname{arctg} \frac{2h \sqrt{3}}{a}$ ;
- радиус вписанного в пирамиду шара  $r = \frac{a \sqrt{3}}{6} \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$ ;
- площадь полной поверхности пирамиды  $S = \frac{3V}{r}$ .

Далее можно вычислять объемы и площади поверхности шаров, отношение их объемов и т.д.

**ЗАДАЧА 2.24.** В правильной четырехугольной пирамиде заданы: длина стороны основания  $a$  и высота  $h$ . Вычислить:

- объем  $V = \frac{a^2 h}{3}$ ;
- угол наклона бокового ребра к плоскости основания  $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{h \sqrt{2}}{a}$ ;
- длину бокового ребра  $B = \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{2}}$ ;
- радиус описанного около пирамиды шара  $R = \frac{2h^2 + a^2}{4h}$ ;
- угол наклона боковой грани к основанию  $\beta = \operatorname{arctg} \frac{2h}{a}$ ;

- радиус вписанного в пирамиду шара  $r = \frac{a}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}$ ;
- площадь полной поверхности пирамиды  $S = \frac{3U}{r}$ .

Далее можно вычислять объемы и площади поверхности шаров, отношение объемов и т.д.

Эти задачи выполняются по образцу примера на вычисление элементов треугольника: области входных и выходных данных должны располагаться на рабочем листе отдельно, все входные и выходные элементы должны иметь названия, расположенные в соседних ячейках. На весь рабочий лист, кроме входных данных, следует наложить защиту.

Принимая работу, преподаватель дает следующие задания:

1. Снять защиту с листа.
2. Переместить блоки с исходными данными и с результатами в новое положение, указанное преподавателем.
3. Проследить зависимости на рабочем листе.
4. Изменить формат выходных данных (например, увеличить или уменьшить количество цифр в результате, изменить размер шрифта).
5. С помощью команды "Сервис/ Подбор параметра" найти, при каком значении одной из входных величин принимает заданное значение выходная величина, указанная преподавателем.
6. Выполнить имитацию печати (предварительный просмотр).
7. Добавить на рабочий лист формулу, которая выводит сообщение, если указанная преподавателем выходная величина превысит некоторое пороговое значение, хранящееся в отдельной ячейке.
8. Вновь выполнить имитацию печати.
9. Установить защиту листа.

Графическое представление помогает осмыслить закономерности, лежащие в основе больших объемов данных. Один взгляд на диаграмму иной раз дает больше, чем скрупулезное изучение длинных колонок цифр. Excel предлагает богатые возможности визуализации данных.

Создайте новую рабочую книгу и назовите ее Ch03.xls.

## 3.1. Мастер диаграмм

### ПРИМЕР 3.1.

Имеются обобщенные данные о работе фирмы за несколько лет. Они приведены в условных единицах на рис". 3.1.

Год	Приход	Расход
1992	200	150
1993	360	230
1994	410	250
1995	200	180

Рис. 3.1

Построить диаграмму прихода и расхода в зависимости от года.

**Решение.** Дважды щелкните по ярлыку первого рабочего листа "Лист1" и введите его новое название "Фирма". На рабочем листе введите исходные данные. В первой строке разместим заголовки: в ячейке A1 запишите "Год", в ячейке B1 — "Приход", в ячейке C1 — "Расход" (кавычки вводить не нужно). Это текстовые строки. В ячейку A2 поместите число 1992. Конечно, можно "вручную" внести в столбец A и другие годы. Но так как

они образуют арифметическую прогрессию с шагом 1, проще воспользоваться меню "Правка/Заполнить/Прогрессия".

*Заполнение ячеек исходными данными.* Столбцы В и С заполним исходными данными. Продemonстрируем прием, с помощью которого можно немного ускорить эту процедуру. Выделите блок В2:С5. Начните выделение с ячейки В2. Диапазон будет окрашен черным цветом, но ячейка В2 останется белой — это активная ячейка. Внесите в нее число 200 и нажмите клавишу Tab. Активной станет ячейка С2. Введите в нее число 150 и вновь нажмите Tab. Активной станет ячейка В3. Продолжая заносить в ячейки числа и нажимая Tab, мы обойдем все ячейки выделенного интервала. (Если нажимать клавишу Enter, то мы будем продвигаться сверху вниз.) Для снятия выделения достаточно щелкнуть мышью по любой ячейке рабочего листа.

В Excel 97 можно воспользоваться и другим приемом заполнения. Начнем заполнение с ячейки В2. После ввода числа нажмем Tab и окажемся в С2. Строка таблицы завершена, поэтому нажимаем Enter и оказываемся в ячейке В3 (а не С3!). Итак, заполняя строку таблицы, перемещаемся в правую соседнюю ячейку нажатием Tab, а в последней ячейке строки нажимаем Enter и оказываемся в первой ячейке следующей строки.

У Вас должна получиться таблица (рис. 3.2).

	А	В	С	Д
1	Год	Приход	Расход	
2	1992	200	150	
3	1993	360	230	
4	1994	410	250	
5	1995	200	180	
6				

Рис. 3.2

*Построение гистограммы.* Построим столбиковую диаграмму (гистограмму) прихода и расхода в зависимости от года.

Наша таблица задает две функции, у каждой функции аргументом является Год, у первой функции значения в столбце Приход, а у второй — в столбце Расход. В Excel имеется своя терминология. Значения аргумента — *категории*. Значения функции — *ряд данных*. В нашем примере категории располо-

жены под заголовком "Год", первый ряд данных — под заголовком "Приход", второй ряд данных — под заголовком "Расход". В процессе построения графика Excel не всегда правильно решает, что является категориями, а что рядами данных, и тогда это приходится явно ему указывать.

Диаграмму можно строить на отдельном листе или на рабочем листе с таблицей.

Сначала нужно выделить на рабочем листе данные, на основе которых мы хотим построить диаграмму. В нашем случае выделим **A1:C5** (включаем заголовки **столбцов!**). Вообще-то достаточно было выделить одну ячейку внутри таблицы, и Excel сам распознает и выделит текущую область. А вот если бы мы хотели построить гистограмму только для прихода в зависимости от года, то следовало бы выделить **A1:B5** (хотя и это необязательно, потом все можно изменить в Мастере диаграмм).

Процедуры построения графиков в Excel 5.0/7.0 и Excel 97/2000 сильно различаются, и их надо излагать отдельно.

Excel 97/2000. Щелкаем кнопку "Мастер диаграмм" на панели инструментов "Стандартная" или выбираем пункт меню "**Вставка/** Диаграмма". Запускается Мастер диаграмм. Он последовательно предъявляет пользователю 4 диалоговых окна — 4 шага.

**Шаг 1.** Выбор типа и **варианта** типа диаграммы. В этом окне две вкладки: "Стандартные" и "Нестандартные". Оставаясь на вкладке "Стандартные", выбираем тип "Гистограмма" и первый из предлагаемых вариантов. Под вариантами гистограммы можно прочитать описание выбранного типа: "Обычная гистограмма отображает значения различных категорий". В нижней части окна имеется кнопка "Просмотр результата". Если нажать ее и удерживать, то в диалоговом окне появится предварительный результат построения диаграммы. Щелкнем кнопку "**Далее >**".

**Шаг 2.** Исходные данные для диаграммы. Окно содержит две вкладки: "Диапазон данных" и "Ряд". В первой вкладке ничего не меняем, так как в поле ввода "Диапазон" правильно отображается адрес выделенного нами заранее блока **=Фирма!\$A\$1:\$C\$5**. На знаки доллара перед компонентами адреса внимание обращать не нужно, в следующей главе Вы узнаете, что так обозначается абсолютный адрес — пока это не имеет значения. Перед восклицательным знаком указано имя

рабочего листа "Фирма". Это необходимое уточнение — ведь диаграмма может быть построена на новом листе и поэтому надо точно определить, с какого листа выбирается блок данных. Переключатель "Ряды в:" поставлен в положение "в столбцах". Это правильно — ряд данных "Приход" расположен в столбце B2:B5, аналогично и ряд "Расход".

Щелкаем по вкладке "Ряд". Здесь показан предварительный вид диаграммы. По оси категорий проставлены порядковые номера 1, 2, 3, 4, а каждому номеру соответствуют три столбика. Excel рассматривает "Год" как ряд данных. Нас это не устраивает. В диалоговом окне "Ряд" выделяем "Год" и щелкаем кнопку "Удалить". Столбики, отвечающие ряду "Год", исчезают. Помещаем курсор в поле ввода "Подписи оси X" и выделяем на рабочем листе "Фирма" диапазон A2:A5, содержащий годы. Теперь вместо порядковых номеров по оси категорий проставлены годы, а в поле ввода появился адрес =Фирма!\$A\$2:\$A\$5.

Обратимся теперь к полям ввода "Имя:" и "Значения:". Если в подокне "Ряд" Вы выделите имя ряда "Приход", то в поле ввода "Имя:" Вы увидите "=Фирма!\$B\$1", т.е. адрес ячейки с заголовком "Приход", а в поле ввода "Значения:" — "=Фирма!\$B\$2:\$B\$5", т.е. адрес блока с данными. Если же в подокне "Ряд" Вы выделите "Расход", то в полях ввода Вы увидите соответствующие адреса уже для другого ряда. В поле ввода "Имя:" можно ввести другое название для ряда, но мы это делать не будем. Щелкнем кнопку "Далее >".

Шаг 3. Параметры диаграммы. Окно содержит шесть вкладок. На вкладке "Заголовки" дадим диаграмме название "Итоги работы", оси X — заголовок "Годы". На вкладке "Линии сетки" откажемся от линий сетки (снимем флажки). На вкладке "Подписи данных" выделим переключатель "значение" — над столбиками появятся числовые значения из таблицы. Щелкнем кнопку "Далее >".

Шаг 4. Размещение диаграммы. Предлагается на выбор "Поместить диаграмму на листе": отдельном (создается новый лист, ему предлагается название "Диаграмма1", которое можно тут же заменить) или имеющемся, т.е. на рабочем листе с таблицей. Выбираем размещение диаграммы на отдельном листе и щелкаем кнопку "Готово". (На рабочем листе диаграмму имеет смысл размещать, если таблица, как в нашем примере, невелика. Обычно удобнее размещать диаграмму на отдельном листе.)

Диаграмма построена.

**Excel 5.0/7.0.** Выбираем пункт меню "Вставка/ Диаграмма/ На новом листе". Запускается Мастер диаграмм. Он последовательно предъявляет пользователю 5 диалоговых окон — 5 шагов.

**Шаг 1.** Запрашивается интервал рабочего листа, содержащий данные для построения диаграммы. Так как в окне ввода отображается адрес выделенного нами заранее блока, щелкаем кнопку "Шаг >".

**Шаг 2.** Запрашивается тип диаграммы. Выбираем гистограмму (если она еще не выделена) и щелкаем кнопку "Шаг >".

**Шаг 3.** Запрашивается вариант выбранного типа диаграммы. Выберите, например, 6-й вариант. Щелкните кнопку "Шаг >".

**Шаг 4.** Мы видим пример диаграммы. По оси категорий проставлены порядковые номера 1, 2, 3, 4, и каждому номеру соответствуют три столбика. Excel рассматривает "Год" как ряд данных. Проставляем 1 в поле: "Отвести 1 столбцов для меток оси X (категорий)". Тогда вместо порядковых номеров появляются года, и каждому году соответствуют два столбика, т.е. теперь Excel рассматривает первый столбец таблицы в качестве категорий. Щелкните кнопку "Шаг >".

**Шаг 5.** Вы принимаете решение, добавлять ли легенду, вводите название для диаграммы и названия осей, например название диаграммы "Итоги работы", название категорий "Годы", название значений не вводите. Щелкните кнопку "Закончить".

Диаграмма построена.

Нужно еще добавить над столбиками числовые значения. Находясь на листе с диаграммой, выберите в меню пункт "Вставка/ Метки данных". В диалоговом окне установите переключатель "Показывать значения".

В рабочей книге появился лист с именем "Диаграмма1".

Диаграмма изображена на рис. 3.3. Столбики, относящиеся к разным рядам данных, на экране окрашены в разные цвета. На рис. 3.3 они закрашены белым и черным цветами. >



## Итоги работы

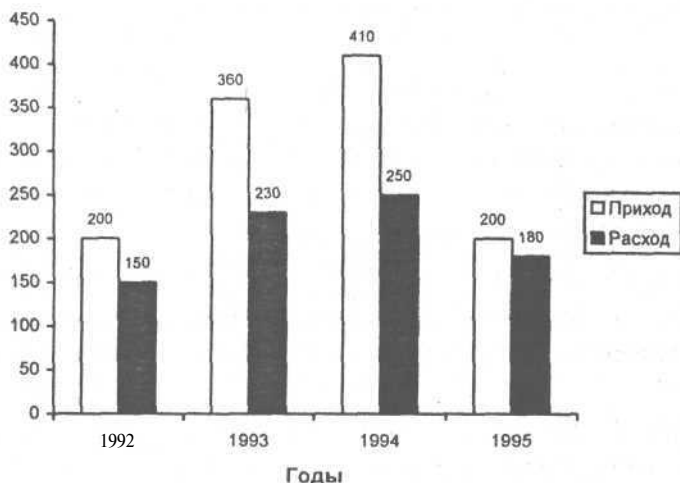


Рис. 3.3

*Упражнение 3.1.* Удалите лист с диаграммой и, не торопясь, заново повторите все шаги построения. При этом экспериментируйте: перемещайте легенду, вводите линии сетки и т.д. Потом еще раз постройте эту же диаграмму, но постарайтесь ускорить темп.

Диаграмму можно было построить намного быстрее, если бы ячейка **A1** была пустой. Тогда Excel однозначно определяет, что **B2:B5** и **C2:C5** — это ряды данных. (По умолчанию Excel считает, что длина ряда больше количества рядов. Если эти числа совпадают, то Excel считает, что ряды данных расположены в столбцах.) Тогда в **B1** и **C1** — имена рядов, а в **A2:A5** — категории. Достаточно выделить одну ячейку в таблице и нажать функциональную клавишу **F11** — диаграмма будет построена, и нужно будет только отформатировать ее элементы. Тогда почему в примере присутствует заголовок у первого столбца таблицы? Дело в том, что в Excel имеются развитые средства работы со списками (однотабличными базами данных). Правильно оформленный список должен иметь текстовый заголовок для каждого столбца.

*Упражнение 3.2.* 1. Построить диаграмму на основе таблицы прихода и расхода. Ряды данных должны быть расположены в строках, категории — в B1:C1, метки рядов — в A2:A5. (Перетащите содержимое ячейки A1 за пределы списка, например, в A8; с помощью Мастера диаграмм постройте диаграмму, после чего верните содержимое A1 на место.)

По-видимому, нет простого способа построить требуемую диаграмму, когда ячейка A1 пуста. Попробуйте осуществить такое построение! Дело в том, что в A2:A5 расположены числа, а не текстовые строки.

2. Чтобы убедиться, что проблема именно в том, что в A2:A5 записаны числа, скопируйте блок A1:C5 на "Лист2" и замените содержимое A1:A5 какими-нибудь текстовыми данными, например, в A1 — "Предприятие", а в A2:A5 — названия предприятий: "Сириус", "Алмаз", "Яхонт", "Топаз". Постройте диаграмму так, чтобы ряды данных располагались в строках.

## 3.2. Настройка диаграммы

Полученную диаграмму можно изменять. Это можно делать через Главное и контекстное меню.

### **ПРИМЕР 3.2.**

**Изменение диаграммы с использованием Главного меню.** Перейдите на лист с диаграммой, построенной в примере 3.1. Скопируйте этот лист и назовите новый лист "Пример 3.2". Обратимся к Главному меню. Оно изменилось.

В меню "Вид" испытайте пункты "Во весь экран" (в Excel 5.0 "Полный экран") и "По размеру окна". Сначала выберите пункт "По размеру окна". Диаграмма вытянется по горизонтали, чтобы полностью занять окно. Если Вы еще раз войдете в меню "Вид", Вы увидите, что возле пункта "По размеру окна" появилась галочка. Теперь выберите пункт "Вид/ Во весь экран" и верните экран к прежнему размеру.

В Главном меню Excel 97/2000 появился пункт "Диаграммы". Раскройте это меню. Первые четыре пункта меню: "Тип диаграммы", "Исходные данные", "Параметры диаграммы", "Размещение". По очереди войдите в эти пункты меню и убедитесь, что появляющиеся диалоговые окна аналогичны диалоговым окнам Мастера диаграмм (но не вполне!). Вы можете с помощью этих пунктов вносить изменения в вид диаграммы. На-

пример, добавьте горизонтальные линии сетки, таблицу значений (обратите внимание, что таблица транспонирована по сравнению с исходной, расположенной на рабочем листе). >

Пункт "Добавить линию тренда" мы изучим в гл. 12.

В Excel 5.0/7.0 настройку диаграммы Вы можете осуществлять с помощью пунктов меню "Вставка". Изучите эти пункты самостоятельно.

### ПРИМЕР 3.3.

Скопируйте лист с диаграммой, построенной в примере 3.1.

Изменение диаграммы с использованием контекстного меню. Для вызова контекстного меню нужно сначала выделить форматлируемый элемент. Это можно сделать левой или правой кнопкой мыши. Можно выделить элемент с помощью клавиатуры. Для этого последовательно нажимайте клавишу "Стрелка вверх" или "Стрелка вниз". Вокруг выделяемого элемента появляются маркеры. При этом в окне имен появляется название элемента (Область диаграммы, Область построения, Легенда, Ось значений и т.д.). Внутри элементов диаграммы имеются свои элементы, например элементы легенды, элементы ряда. Они выделяются последовательным нажатием клавиш "Стрелка влево" и "Стрелка вправо". (Поэкспериментируйте.) Если элементы достаточно крупные, то проще выделять их с помощью мыши. Например, мы хотим выделить самый левый столбик гистограммы. Один щелчок мышью по столбику выделит все столбики, отвечающие первому ряду, второй щелчок выделяет элемент ряда (следите только, чтобы эти два последовательных щелчка не слились в двойной щелчок — это вызовет диалоговое окно "Формат ряда данных").

Выделив элемент, подлежащий форматированию, нажмите правую кнопку мыши и выберите в контекстном меню пункт "Формат..." либо нажмите комбинацию клавиш **Ctrl+1**.

1. Сделаем фон диаграммы прозрачным. Щелкнем правой кнопкой мыши на свободной области диаграммы и выберем в контекстном меню пункт "Форматирование области построения". В диалоговом окне выберем "Заливка: прозрачная". Выйдя из окна диалога, нажмем Esc, чтобы снять выделение.

2. Изменим шкалу значений. Выделим ось значений. Выберем пункт контекстного меню "Формат оси". Укажем для шкалы максимальное значение 500, цену основных делений 100. Вернемся к диаграмме и снимем выделение.

3. Установите перекрытие столбиков на диаграмме -20 (отрицательное число) и ширину зазора 70 ("Формат рядов данных/ Параметры").

4. Покрасьте другим цветом второй столбик первого ряда данных.

5. Выведите легенду вниз, окружив ее рамкой с тенью.

6. Значения (подписи) рядов данных выведите шрифтом величиной 8 пунктов.

7. Выберите подходящий узор для второго ряда данных ("Формат рядов данных/ Вид/ Способы заливки/ Узор"). >

Вам нужно самостоятельно экспериментировать с различными элементами диаграммы. Вы всегда можете отменить результаты своих действий нажатием клавиш **Ctrl+Z**.

*Упражнение 3.3.* Иногда мелкие детали диаграммы на экране плохо различимы (на печати они будут выглядеть намного лучше из-за более высокого разрешения принтера). Воспользуйтесь пунктом меню "Вид/ Масштаб", чтобы подробнее рассмотреть детали диаграммы. (Предварительно снимите флажок "Вид/ По размеру окна".)

Когда Вы выделяли ряд данных "Приход", то в поле ввода появлялась функция:

= РЯД(Фирма!\$B\$1, Фирма!\$A\$2:\$A\$5, Фирма!\$B\$2:\$B\$5, 1)

Первый аргумент — метка ряда, второй аргумент — категории, третий аргумент - - ряд данных, последний аргумент — номер ряда (т.е. порядковый номер столбика для одной метки оси категорий). Как правило, эту функцию нет необходимости редактировать, но в принципе это возможно.

**ЗАДАЧА 3.1.** Редактируя функцию для первого ряда данных, уберите столбик, отвечающий 1995 г. Отмените это действие.

#### **ПРИМЕР 3.4.**

Скопируйте лист с диаграммой предыдущего примера на новый лист.

Добавление данных на **диаграмму**. Предположим, в таблицу (в блок А6:С6) добавлены новые данные: 1996 320 270. Нужно добавить их и на диаграмму, не перестраивая ее заново. Скопируйте новые данные в буфер (клавиши **Ctrl+C**), перейдите на лист с диаграммой, извлеките данные из буфера (клавиши

Ctrl+V). В нашем случае получилось не совсем то, что нужно: добавились два столбика, отвечающие числам 320 и 270, но на оси категорий под ними не появилось отметки 1996. Поэтому выполните откат (Ctrl+Z) и воспользуйтесь более строгим средством. Находясь на листе с диаграммой, выберите в меню "Диаграмма/ Добавить данные". Появляется диалоговое окно "Новые данные". Вводим в него диапазон =Фирма!\$A\$6:\$C\$6. Появляется диалоговое окно "Специальная вставка". Устанавливаем переключатель "Добавить новые значения рядов" и устанавливаем флажок "Категории (подписи оси X) в первом столбце". В результате этой операции данные добавлены на диаграмму корректно. >

### 3.3. Типы диаграмм

Обзор типов диаграмм имеется в Справке. Посмотрите раздел "Работа с диаграммами/ Изменение типа диаграммы/ Приемы типов диаграмм".

#### **ПРИМЕР 3.5.**

Построение **линейного** графика. Для исходных данных примера 3.1 постройте диаграмму, на первом шаге выберите тип "График". Остальные шаги делаются аналогично построению гистограммы.

В полученном графике имеется особенность: порядковые номера годов расположены между метками делений на оси категорий. Для графика уместнее было бы видеть подписи под метками оси. Чтобы добиться этого, вызовите контекстное меню для оси категорий, выберите пункт "Формат оси/ Шкала" и снимите флажок "Пересечение с осью Y (значений) между категориями". График примет привычный вид. ▷

*Упражнение 3.4.* Для графика из примера поменяйте форму и цвет маркеров.

*Упражнение 3.5.* Постройте круговую диаграмму "Год—Расход".

*Указание.* Перед вызовом Мастера диаграмм выполните выделение несмежных блоков A1:A5 и C1:C5.

*Упражнение 3.6.* [11]. Дана таблица "Закладка на хранение овощей и фруктов, в тоннах" (рис. 3.4).

	План	Факт
Картофель	875	488
Яблоки	50	28
Морковь	234	79

Рис. 3.4

Построить столбиковую диаграмму.  
В таблицу добавить строку (рис. 3.5).

Лук	230	187
-----	-----	-----

Рис.3.5

Добавить эти данные на диаграмму, не перестраивая ее.

**ЗАДАЧА 3.2.** Треугольник на плоскости задан координатами своих вершин. Изобразите его на диаграмме.

## Адресация



В главе 2 Вы освоили составление формул для вычислений на основе исходных значений, расположенных в отдельных ячейках. Но мощь Excel проявляется при работе с большим количеством исходных данных, организованных в таблицы. Благодаря механизму "размножения" формул при их копировании удается проводить вычисления одновременно над многими величинами.

При изучении примеров полезно после ознакомления с формулировкой задания заглянуть в конец решения, чтобы увидеть окончательный вид таблицы.

Создайте рабочую книгу Ch04.xls.

### 4.1. Относительная адресация

#### ПРИМЕР 4.1.

Имеются обобщенные данные о работе фирмы за несколько лет. Они приведены на рис. 4.1.

Год	Приход	Расход
1992	200	150
<b>1993</b>	360	230
1994	410	250
1995	200	180

Рис. 4.1

Вычислить для каждого года доход как разность прихода и расхода.

**Решение.** Копирование рабочего листа из одной рабочей книги в другую. Эта таблица имеется в рабочей книге Ch03.xls.

Откройте ее, перейдите на лист "Фирма", щелкните правой кнопкой мыши по ярлычку этого рабочего листа, в контекстном меню выберите "Переместить/Скопировать". Появляется диалоговое окно "Переместить или скопировать". В выпадающем списке выбираем книгу, куда мы будем копировать рабочий лист. Сейчас открыты две книги: Ch03.xls и Ch04.xls. Поэтому в выпадающем списке предлагаются эти две книги, а также новая рабочая книга. Выбираем в этом списке Ch04.xls. Далее выбираем, перед каким листом вставить лист "Фирма" в рабочей книге Ch04.xls — перед "Лист1". Наконец, устанавливаем флажок "Создавать копию" (иначе лист будет удален из Ch03.xls). Щелкаем кнопку ОК и закрываем книгу Ch03.xls. Очистите шестую строку рабочего листа "Фирма".

*Ввод формулы.* Теперь мы можем вычислить доход. В ячейку D1 введите "Доход". Выделите ячейку D2. Начнем набирать формулу, введя знак равенства. Нам нужно вычислить разность прихода и расхода за 1992 год. Для этого следует ввести формулу = B2 — C2. Можно, конечно, прямо набрать эту формулу в поле ввода, но лучше действовать так: набрав знак равенства, щелкнуть мышью по ячейке B2 (ячейка B2 будет заключена в бегущую пунктирную рамку, в строке ввода и в самой ячейке после знака равенства появится адрес ячейки B2), затем набрать знак минус, щелкнуть мышью по ячейке C2. Закончить ввод формулы, щелкнув мышью по зеленой галочке слева от поля ввода. Выполните это.

*Заполнение диапазона формулой.* Теперь в ячейку D3 нужно ввести формулу = B3 — C3 и т.д. Но, к счастью, Excel избавит нас от этой утомительной работы. Нужно скопировать формулу в ячейке D2 в диапазон D3:D5. Это можно сделать несколькими способами. Нужно владеть всеми этими способами заполнения интервала формулой:


- выделить интервал D2:D5; выбрать в меню пункт "Правка/Заполнить/ Вниз" или (что проще) нажать сочетание клавиш **Ctrl+D** (D — Down — вниз);
- поставить курсор мыши на маркер заполнения ячейки D2 и, не отпуская левую кнопку мыши, протащить курсор до ячейки D5;




- выполнить двойной щелчок мышью по маркеру заполнения ячейки D2 (в Excel 5.0/7.0 этот, несомненно, самый быстрый способ работает, если ячейки D3:D5 пусты).

Испытайте все три способа (после первых двух выполняйте откат при помощи клавиш **Ctrl+Z**).

*Суммирование.* Поместите в ячейку A6 строку "Итоги". Подведем итоги по каждому из столбцов (B,C,D). Сделаем это двумя способами.

**Первый способ.** Поместим в B6 формулу для суммирования диапазона B2:B5. Для этого воспользуемся Мастером функций. Сделаем двойной щелчок на ячейке B6. Щелкнем мышью по кнопке Мастера функций  (обратите внимание, знак равенства можно и не вводить — он появится автоматически). На экране появится диалоговое окно Мастера функции с заголовком "Мастер функций — шаг 1 из 2". В левом подокне (с заголовком "Категории") выберем "Математические". В правом подокне ("Функции"), продвинув вниз бегунок, выберем функцию СУММ. Щелкнем по кнопке "Далее >". На экране появится второе диалоговое окно Мастера функций. В поле ввода "Число1" введем диапазон B2:B5. Набирать вручную адрес диапазона не нужно. Сдвинем окно диалога в сторону, схватив его мышью за заголовок (в Excel 97 щелкните кнопку свертывания-развертывания справа от поля ввода — окно уменьшится). Выделим мышью интервал для суммирования. Его адрес B2:B5 появится в поле ввода диалогового окна. (После этого в Excel 97 щелкните кнопку свертывания-развертывания справа от поля ввода — окно примет прежние размеры). Щелкнем по кнопке "Готово". В B6 формула =СУММ(B2:B5). Щелкнем по зеленой галочке, чтобы завершить ввод формулы. Скопируем формулу в C6:D6 (выделим диапазон B6:D6 и нажмем **Ctrl+R** — это эквивалентно команде "Правка/Заполнить/Вправо").

**Второй способ.** (Предварительно очистите диапазон B6:D6 — выделите его и нажмите клавишу Del.) Выделите диапазон B2:D6 (т.е. исходные данные и пустые ячейки под ними — для сумм). Щелкните кнопку  ("Автосуммирование") на стандартной панели инструментов. Убедитесь, что в B6:D6 введены те же формулы, что и в первом случае.

Решение задачи завершено. У Вас должна получиться таблица, изображенная на рис. 4.2.

	А	В	С	Д
1	Год	Приход	Расход	Доход
2	1992	200	150	50
3	1993	360	230	130
4	1994	410	250	160
5	1995	200	180	20
6	Итого	1170	810	360

Рис. 4.2

В Excel 97 в ячейку D2 можно было ввести более наглядную формулу. Чтобы продемонстрировать это, сначала скопируйте блок A1:D6, например, в A11:D16. Очистите блок с формулами для вычисления дохода, т.е. D12:D15. А теперь введите в D12 формулу = Приход - Расход. Вместо адресов ячеек мы ввели заголовки (метки) столбцов с этими ячейками. Теперь скопируйте формулу из D12 в нижележащий диапазон. Во всех ячейках будет одна и та же формула, а результат тот же, что и в первом случае. Еще раз подчеркну, что имен "Приход" и "Расход" на рабочем листе нет, это заголовки (метки) столбцов таблицы, и они используются как **псевдоимена** ячеек текущей строки. Вы можете проверить, что в формуле не обязательно соблюдать регистр букв. Верны будут также формулы = ПРИХОД - РАСХОД и = приход - расход.

Если в D12 вместо результата появилось #ИМЯ?, то установите флажок "Сервис/ Параметры/ Вычисления/ Параметры книги/ Допускать названия диапазонов". >

**Упражнение 4.1.** Постройте гистограмму для дохода в зависимости от года "Год—Доход" (воспользуйтесь клавишей Ctrl для выделения несмежных областей). Разместите диаграмму на рабочем листе "Фирма" справа от таблицы.

**Упражнение 4.2.** Постройте на отдельном листе гистограмму "Год—Приход—Доход" (на этот раз разместите на диаграмме легенду).

Перейдем на следующий (чистый) рабочий лист.

**ЗАДАЧА 4.1.** В блоке **A2:A15** нужно расположить порядковые номера от 1 до 14. Введите в A2 число 1, в A3 — формулу, скопируйте эту формулу в остальные ячейки блока. (Если теперь удалить строку в диапазоне 4:14, то восстановить нумерацию можно двойным щелчком по маркеру заполнения ячейки A3. Это немного проще, чем заново строить арифметическую прогрессию, как в упражнении 1.14.)

**ЗАДАЧА 4.2.** В **D1:D20** расположены числа. Записать в блок **E1:E20** формулы, чтобы получить в нем сумму чисел столбца A нарастающим итогом,

например:

2	2
7	9
5	14

*Указание.* В E1 и E2 внесите разные формулы. Формулу из E2 скопируйте в E3:E20.

**ЗАДАЧА 4.3.** В **G1:G3** расположены строки: "Утро", "День", "Вечер". Нужно, чтобы эти три строки повторялись в интервале **G1:G21**.

*Указание.* Введите в G4 формулу и копируйте ее в остальные ячейки блока.

**ЗАДАЧА 4.4.** В **I1:I16** расположите знакопеременную последовательность 1, -1, 1, -1...

**\*ЗАДАЧА 4.5.** Вычислить цепную дробь

$$1 + \frac{1}{3 + \frac{1}{5 + \frac{1}{\ddots \frac{1}{101 + \frac{1}{103}}}}}$$

**\*ЗАДАЧА 4.6.** Вычислить

$$\sqrt{3 + \sqrt{6 + \dots + \sqrt{96 + \sqrt{99}}}}$$

**\*ЗАДАЧА 4.7.** Треугольник Паскаля (рис. 4.3)

				1					
				1		1			
			1		2		1		
		1		3		3		1	
	1		4		6		4		1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

**Рис. 4.3**

устроен так: по левой и правой сторонам расставляются единицы, остальные элементы вычисляются как сумма "соседей сверху":  $4 = 1 + 3$ ,  $6 = 3 + 3$ . Получить треугольник Паскаля на рабочем листе в двух вариантах, показанных на рис. 4.4 и рис. 4.5.

1	1	1	1	1	...	1
1	2	3	4	...	...	10
1	3	4	...	...	...	...
1	4	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
1	10	...	...	...	...	46820

**Рис. 4.4**

1	0	0	0	...	0
1	1	0	0	...	0
1	2	1	0	...	...
1	3	3	1	...	...
...	...	...	...	...	...
1	10	45	...	...	1

**Рис. 4.5**

В первую строку и в первый столбец заносить константы. В A2 ввести формулу и скопировать ее вправо и вниз.

	A	B	C	D	E
1	1	2	3	4	
2	5	6	7	8	
...	...	...	...	...	
11	41	42	43	44	
12					

**Рис. 4.6**

**ЗАДАЧА 4.8.** Получить на рабочем листе таблицу (рис. 4.6).

**ПРИМЕР 4.2.**

Табулирование функции и построение ее графика. Рассчитать таблицу значений функции  $y = \sin x$ , где  $x$  изменяется от 0 до 6.5 с шагом 0.5 и построить график этой функции.

*Решение.* На новом рабочем листе построим таблицу (рис. 4.7). В столбце A образуем прогрессию, в B2 вводим формулу  $=\text{SIN}(A2)$  и копируем ее вниз. В Excel 97 можно ввести более наглядную формулу  $=\text{SIN}(x)$ . Выделяем любую ячейку внутри

A1:B15 и вызываем Мастер диаграмм. (Тип диаграммы: "График", легенда не нужна, линии сетки тоже, сделайте заголовок "sin(x)", расположите диаграмму на отдельном листе.) После построения графика сделайте фон (заливку) прозрачным, поместите числа на оси категорий под метки на оси (а не между ними).

Точки, отвечающие значениям рядов данных, соединены прямыми линиями. Вы можете придать графику "гладкий" вид, без изломов: выделите синусоиду и в контекстном меню выберите "Формат рядов данных/ Вид/ Линия", установите флажок "Сглаженная линия". >

*Упражнение 4.3.* Постройте этот график еще раз, но рассчитайте таблицу с шагом 0.05. Прделайте те же действия, что и в примере. Дополнительно установите для шкалы категорий параметры: "число категорий между подписями делений" — 10, "число категорий между делениями" — 5. Поэкспериментируйте с этими и другими параметрами, задаваемыми в диалоговом окне "Формат оси".

	A	B
1	x	y
2	0	0
3	0.5	0.479426
...	...	...
14	6	-0.27942
15	6.5	0.21512

Рис. 4.7

*Упражнение 4.4.* Рассчитайте таблицу значений функций

$$f(x) = \sin(2x + \pi/3), g(x) = \sqrt{\left| \cos\left(\frac{x - \pi}{2 - 4}\right) \right|}, \text{ где } x \text{ изменяется от } -1$$

до 3 с шагом 0.1. Постройте графики этих функций на одной координатной плоскости.

## 4.2. Абсолютная адресация

### ПРИМЕР 4.3.

Имеется список персонала и окладов (рис. 4.8). Каждому нужно начислить премию в размере 20% оклада, имея в виду, что процент премии может измениться, и тогда потребуется перерасчет.

*Решение.* Будем проектировать таблицу поэтапно и не самым эффективным образом, как это обычно и происходит на практике.

Перейдите на свободный рабочий лист и дайте ему имя "Премия".

Фамилия И.О.	Оклад
Иванов И.И.	200
Петров П.П.	220
Сидоров С.С.	180
Антонов А.А.	140

Рис. 4.8

Сначала введем в диапазон A1:B5 приведенную в условии таблицу. При этом текст "Оклад" частично сотрет текст Фамилия И.О. Текст в A1, конечно, не изменился, но ширины столбца A недостаточно для отображения текста. Подгонку ширины столбца выпол-

ним, когда закончим заполнение диапазона.

**Подгонка ширины столбцов.** В горизонтальной адресной полосе (где расположены имена столбцов) выделим мышью заголовки столбцов A и B. Поместим курсор мыши на границу между столбцами B и C (курсор остается на адресной полосе!). Курсор принимает вид крестика, причем его горизонтальная перекладина снабжена стрелками. Производим двойной щелчок. Ширина выделенных столбцов изменяется, данные отображаются полностью. Подгонку ширины можно выполнить и с помощью меню: выделить столбцы и выбрать в меню пункт "Формат/Столбец/Автоподбор ширины".

**Вставка строк и столбцов.** В таблице нужно разместить процент премии. Вставим перед списком персонала две пустые строки. Для этого выделим мышью на вертикальной адресной полосе номера строк 1 и 2. Не уводя курсор с адресной полосы, нажимаем правую кнопку мыши, появляется контекстное меню. Щелкаем по пункту "Добавить ячейки". Теперь список располагается в диапазоне A3:B7.

Мы решили разместить в списке персонала слева от фамилий порядковые номера. Вставим для них новый столбец, для этого выделяем на горизонтальной адресной полосе столбец A, нажимаем правую кнопку мыши и в контекстном меню выбираем тот же пункт "Добавить ячейки". Меню не случайно называется *контекстным*: так как вышелен столбец, то и добавляется столбец. В ячейку A4 вводим число 1. Производим автозаполнение диапазона A5:A7 порядковыми номерами.

В нашем примере проще было выделить диапазон A1:B5, а затем перетащить его мышью за рамку в новое положение

(правда, пришлось бы заново выполнять подгонку ширины столбцов). Но нужно освоить **приемы** добавления строк и столбцов и работу с контекстным меню.

Разместим в первой строке процент премии. В ячейке **B1** так и напишем: "% премии". В ячейку **C1** введем число 20%.

Добавим еще к списку заголовков "Премия". Получится таблица (рис. 4.9).

	A	B	C	O
1		% премии	20%	
2				
3		Фамилия И.О.	Оклад	Премия
4	1	Иванов И.И.	200	
5	2	Петров П.П.	220	
6	3	Сидоров С.С.	180	
7	4	Антонов А.А.	140	

Рис. 4.9

Приступим к самому ответственному моменту — вводу формулы для расчета премии.

*Ввод и копирование формулы. Ошибочное решение(!).* Введем в ячейку **D4** формулу = **C4\*C1**, т.е. умножим оклад на процент премии. В **D4** увидим вычисленное значение 40. Пока все правильно. Теперь скопируем эту формулу в диапазон **D5:D7**. Получим таблицу (рис. 4.10).

	A	B	C	D
1		% премии	20%	
2				
3		Фамилия И.О.	Оклад	Премия
4	1	Иванов И.И.	200	40
5	2	Петров П.П.	220	0
6	3	Сидоров С.С.	180	#ЗНАЧ!
7	4	Антонов А.А.	140	28000

Рис. 4.10

Очевидно, что все остальные вычисления неверны. Посмотрим формулы. Для этого нажмем **Ctrl+** (это значок на клавише, расположенной в левом верхнем углу клавиатуры, где ~ (тильда)). Столбцы вдвое увеличивают ширину (рис. 4.11). Вместо значений отображаются формулы (обратите внимание: число 20% превратилось в 0.2 — исчез формат ячейки):

	A	B	C	D
1		% премии	0.2	
2				
3		Фамилия И.О.	Оклад	Премия
4	1	Иванов И.И.	200	=C4*C1
5	2	Петров П.П.	220	=C5*C2
6	3	Сидоров С.С.	180	=C6*C3
7	4	Антонов А.А.	140	=C7*C4

Рис. 4.11

Проанализируем формулы. В D4 все в порядке — мы ввели правильную формулу и получили правильный результат. Что же произошло при копировании формулы? В ячейке D5 формула настроилась: оклад берется из ячейки C5 (правильно!), а процент премии из ячейки C2 (а нужно было — из ячейки C1). C2 — пустая ячейка. Если адрес пустой ячейки участвует в формуле, то считается, что ячейка содержит нулевое значение. В результате в D5 получен нуль. В ячейке D6 оклад выбирается правильно, а вот умножается он на текстовую строку "Оклад", что бессмысленно, поэтому в ячейку записывается сообщение об ошибке **#ЗНАЧ!** Наконец, в ячейке D7 перемножаются оклады Иванова и Антонова. Премия получается существенно больше, чем задумано!

Итак, в чем же заключается ошибка? В формулах для расчета премии оклад берется из соседней левой ячейки, но процент премии лежит в ячейке C1 и во всех формулах ссылка на эту ячейку должна быть одной и той же — C1.

*Ввод и копирование формулы. Правильное решение.* Вновь нажмем клавиши **Ctrl+**, чтобы вернуть режим отображения значений. Заново вводить формулу в ячейку D4 не будем. Чтобы начать редактирование содержимого ячейки, есть два пути:



- выделить ячейку и нажать функциональную клавишу F2 (редактирование);
- сделать двойной щелчок мышью по ячейке.

Поставим курсор в формуле рядом с ссылкой на ячейку C1 и нажмем функциональную клавишу F4. Формула приобретет вид =C4\*\$C\$1. Символы доллара — признак абсолютной адресации — можно было ввести и "вручную", но удобнее использовать для этого клавишу F4. Заполним формулой интервал D5:D7. Получим таблицу (рис. 4.12).

	A	B	C	D
1		% премии	20%	
2				
3		Фамилия И.О.	Оклад	Премия
4	1	Иванов И.И.	200	40
5	2	Петров П.П.	220	44
6	3	Сидоров С.С.	180	36
7	4	Антонов А.А.	140	28

Рис. 4.12

Результаты правильные. Посмотрим формулы (рис. 4.13).

	A	B	C	D
1		% премии	0.2	
2				
3		Фамилия И.О.	Оклад	Премия
4	1	Иванов И.И.	200	=C4*\$C\$1
5	2	Петров П.П.	220	=C5*\$C\$1
6	3	Сидоров С.С.	180	=C6*\$C\$1
7	4	Антонов А.А.	140	=C7*\$C\$1

Рис. 4.13

Теперь ссылка на C1 неизменна во всех формулах.

*\*Стиль R1C1.* (Этот пункт является для изучения необязательным, но желательным.) При заполнении интервала исходной формулой она претерпела изменения: в ячейке D5 формула =C5\*\$C\$1, в ячейке D6 формула =C6\*\$C\$1, в ячейке D7 фор-

мула  $=C7*\$C\$1$ . На самом деле формула не изменилась! Для того чтобы убедиться в этом, изменим стиль ссылок на ячейки в формулах. Выберем в меню пункт "Сервис/ Параметры", в диалоговом окне выберем вкладку "Общие". Установим флажок "Стиль ссылок R1C1". (В Excel 5.0/7.0 выделим переключатель R1C1). Лист рабочей книги претерпел изменения: теперь столбцы обозначены не буквами А, В, С, ..., а цифрами 1, 2, 3, ... Выделив ячейку D4, в строке ввода увидим формулу  $=RC[-1]*R1C3$ . Точно такая же формула записана в остальных ячейках диапазона D4:D7.

Поясним! Стиль ссылок A1, который использовался ранее, предусматривает, что к ячейке можно обратиться, указав букву столбца и номер строки, например D2 — столбец D, строка 2. Стиль R1C1 предполагает, что для ссылки мы указываем номер строки (R — Row — строка) и номер столбца (C — Column — столбец). Тогда та же ячейка D2 получит адрес R2C4 — вторая строка, четвертый столбец.

В формуле  $=RC[-1]*R1C3$  последний множитель — это ссылка на ячейку C1 (в стиле A1!). Эта ссылка является *абсолютной*: в какую бы ячейку ни была записана эта формула, величина последнего множителя будет взята из ячейки на пересечении первой строки и третьего столбца. Для первого множителя смысл ссылки иной: здесь R — это текущая строка, C[-1] — от текущего столбца отсчитан один столбец влево. Иными словами, RC[-1] — это адрес соседней ячейки, лежащей слева от ячейки, где записана формула. Эта ссылка является *относительной*: отсчет ведется от ячейки, в которую записана формула. Формула была бы понятнее, если бы имела вид  $= R[0]C[-1] *R1C3$ . Что означает запись R[i]C[j]? От текущей строки и столбца берутся смещения i и j. Смещения могут быть: положительные — смещение вправо (для столбца) или вниз (для строки) от текущей ячейки, отрицательные — смещение влево (для столбца) или вверх (для строки) от текущей ячейки. Наконец, нулевое смещение — это та же строка или тот же столбец, что и у текущей ячейки.


Можно считать, что на рабочем листе две системы координат для ячеек: первая — абсолютная — отсчет ведется от левого

верхнего угла рабочего листа, вторая — относительная — отсчет ведется от текущей ячейки, в которую записана формула.

Пока мы не сменили стиль ссылок, перейдем на лист "Фирма". Посмотрим, какой вид приняли формулы там. Во всем диапазоне мы видим одну и ту же формулу: =RC[-2] - RC[-1]. Строка — текущая (смещение 0), столбец — в первом слагаемом от текущего столбца надо отсчитать два столбца влево, а во втором слагаемом — один столбец влево.

Вновь установите стиль ссылок A1.

В книге за пределами этой главы стиль R1C1 больше использоваться не будет. Но знание этого стиля важно при изучении VBA.

*Суммирование.* Вычислим суммы по строкам и столбцам полученной таблицы. Для этого выделим диапазон C4:E8 (исходные данные для суммирования, пустую строку и пустой столбец для итогов) и нажмем кнопку .

Убедитесь, что когда Вы изменяете процент премии, автоматически пересчитываются все формулы.

*Использование имен.* Если присвоить ячейке имя, а затем сослаться на это имя в формулах, это будет эквивалентно абсолютной адресации именованной ячейки.

Очистите D4:D7. Выделите ячейку C1. Выберите в меню пункт "Вставка/Имя/Присвоить". В диалоговом окне внизу видим абсолютный адрес выделенной ячейки (на это указывают знаки доллара), сверху вводим имя р. Закрываем окно. В D4 вводим формулу =C4\*r и копируем ее вниз. Результат, естественно, прежний. Удалите имя р и верните прежние формулы ("Вставка/Имя/Присвоить/Удалить").

*Сортировка.* Отсортируем таблицу по алфавитному порядку фамилий. Выделим блок B3:D7 (не включаем порядковые номера, так как их не нужно переставлять, но включаем заголовки столбцов). В меню выбираем "Данные/Сортировка". Появляется диалоговое окно. В верхнем поле ввода (выпадающий список) указываем название столбца, в котором будет производиться сортировка: "Фамилия И.О.". Нажимаем "ОК". Таблица отсортирована.

**Упражнение 4.5.** Отсортируйте таблицу по убыванию окладов.

*Копирование значений.* Предположим, мы захотели скопировать результаты расчета на другой рабочий лист (например, для подготовки текста приказа), но первую строку с указанием процента премии копировать не собираемся. Вставьте новый рабочий лист и дайте ему имя "Приказ".

Сначала дадим ошибочное решение. Выделим диапазон **A3:E8**, скопируем его в буфер (клавиши **Ctrl+C**), перейдем на "Приказ", выделим ячейку **A1**, извлечем содержимое буфера (клавиши **Ctrl+V**). В столбцах **D** и **E** появилось сообщение об ошибке **#ЗНАЧИ!** (проанализируйте, почему).

Теперь дадим правильное решение. Скорректируем только последний шаг. Вместо извлечения содержимого буфера (клавиши **Ctrl+V**) нажмем правую кнопку мыши и из появившегося контекстного меню выберем пункт "Специальная вставка". Появится диалоговое окно "Специальная вставка". Выделите переключатель "Значения" и нажмите "ОК". Будут скопированы не формулы, а результаты вычислений по этим формулам. >

**Упражнение 4.6.** Измените формулу для расчета премии: она должна округляться до копеек. Выводите премию в формате с двумя цифрами после точки.

**ЗАДАЧА 4.9.** Усложним задачу с премией. Если оклад меньше 200, то премия увеличивается на 5%. (Скопируйте только что разработанную таблицу, точнее блок, который она занимает, на свободный рабочий лист и скорректируйте формулу расчета премии.)

#### **ПРИМЕР 4.4.**

Пример 4.3 не слишком реалистичен. Обычно на премию выделяется некоторая фиксированная сумма. Допустим, выделено 190 руб. и нужно начислить каждому премию, приблизительно пропорциональную окладу, и так, чтобы премия каждому работнику была кратна 10 руб.

*Решение.* Перечислим последовательность действий. Скопируйте таблицу с расчетом премии на новый рабочий лист. Уберите функцию ОКРУГЛ. С помощью "Сервис/ Подбор параметра" определите процент премии, который обеспечивает сум-

марную премию 190 руб. В соседнем столбце E4:E7 округлите каждому премию до величины, кратной 10 руб. Сумма премий окажется равной 200 — перебор! Превратите формулы в E4:E7 в значения и принудительно уменьшите кому-нибудь премию на 10 руб. Если Вы хотите сделать это "по справедливости", подсчитайте в столбце F разность между неокругленной и округленной премией и уменьшите премию тому, у кого эта разность наименьшая (в нашем примере это Антонов). На другом рабочем листе составьте список на получение премии: "Номер", "Фамилия И.О.", "Премия" (перетащите заголовок "Премия" из D3 в E3, проведите множественное выделение A3:B7, E3:E7, скопируйте в буфер и извлеките из буфера на другом рабочем листе). >

**Упражнение 4.7.** (Табулирование функции с параметром.)

Рассчитайте таблицу значений функции  $f(x) = \sqrt{x^2 + k^2}$ , где  $x$  меняется от -2 до 2 с шагом 0.1,  $k$  — параметр, задаваемый пользователем таблицы. Постройте на этом же листе линейный график функции. Задавая различные значения параметра, следите за изменениями графика.

**\*ЗАДАЧА 4.10.** Числа Фибоначчи определяются рекуррентной формулой

$$F_1 = 0, F_2 = 1, F_n = F_{n-1} + F_{n-2},$$

где  $n > 2$ .

Рассчитать первые 14 чисел Фибоначчи. Рассчитать отношение соседних чисел  $F_n / F_{n-1}$  ( $n > 1$ ). Для каждого из этих отношений найти абсолютную величину разности отношения и

числа  $\frac{\sqrt{5} + 1}{2}$ . Должен получиться следующий результат, показанный на рис. 4.14 (в ячейке D1 вычислено упомянутое число).

	A	B	C	D
1	π	F(n)	F(n)/F(n-1)	1.6180
2	1	0		
3	2	1		
4	3	1	1	0.6180
5	4	2	2	0.3820
6	5	3	1.5	0.1180
7	6	5	1.666667	0.0486
8	7	8	1.6	0.0180
9	8	13	1.625	0.0070
10	9	21	1.615385	0.0026
	...	...	...	...

Рис. 4.14

**ЗАДАЧА 4.11.** Имеются данные по реализации компании Hershey Food Corporation за 1982 - 1987 г.г. Подготовьте в текстовом редакторе DOS файл **hershey.txt**:

Компания Hershey Food Corporation

Данные по реализации (млн долл.)

1982	1566
1983	1663
1984	1848
1985	1996
1986	2170
1987	2434

или возьмите его по адресу, указанному в предисловии.

**Разобъем** формулировку задачи на несколько частей и Дадим указания по каждой части.

Данные содержатся в файле **hershey.txt**. Создайте рабочую книгу с содержимым этого файла на рабочем листе "**Файл/ Открыть**", укажите тип файла "Текстовый". Автоматически запустится Мастер текстов. Выберите тип файла "Dos или OS/2" (или "MS-DOS(PC-8)"). Укажите формат "с разделителями". Сразу нажмите "Готово". Данные окажутся в блоке **A5:A10**.

Разбейте данные в **A5:A10** на два столбца: выделите блок и выберите в меню "Данные/ Текст по столбцам". Автоматически запустится Мастер текстов. Укажите, что данные с разделителем "пробел". Мастер предложит разбиение на три столбца, причем первый столбец пустой. Укажите, что этот столбец нужно пропустить. В итоге данные займут блок **A5:B10**.

Сосчитайте относительный прирост за год (отношение объема текущего года к предыдущему) и абсолютный прирост (отношение объема текущего года к 1982 г.). Вычисления должны быть выражены в процентах с одной цифрой после точки. (Формулы введите в **C6** и **D6**, затем скопируйте вниз).

Постройте на рабочем листе столбиковую диаграмму (годы — объем реализации). Добавьте на диаграмму новый ряд данных: процент относительного прироста. Новый ряд не будет виден на диаграмме, так как его числовые данные малы по сравнению с объемом реализации. Постройте его по вспомогательной

оси как график (выделить ряд и выбрать в меню пункт "Диаграмма/ Тип диаграммы/ График"; в контекстном меню: "Формат рядов **данных**/ Ось/ По вспомогательной оси").

Добавьте в таблицу новые значения

1988            2771

1989            2952

и рассчитайте для них приросты. Дополните новыми данными диаграмму.

Переместите рабочий лист в книгу Ch04.xls.

**\*ЗАДАЧА 4.12.** На предприятии персонал работает по графику: 12-часовая дневная **смена**, 12-часовая ночная смена, затем двое суток отдыха. Составить скользящий график для 8 человек на март (для первого — день, ночь, отдых, отдых, день, ...; для второго — ночь, отдых, отдых, день, ...и т.д.).

### 4.3. Смешанная адресация

#### ПРИМЕР 4.5.

Спроектировать на рабочем листе таблицу умножения чисел от 1 до 10.

**Решение.** Конечно, можно "вручную" набрать числа, составляющие таблицу умножения, но лучше автоматизировать этот процесс, добиваясь как можно меньшего количества нажатий клавиш.

**Арифметическая прогрессия.** Заполним первую строку, начиная с ячейки **B1** числами от одного до десяти. В ячейку **B1** поместим число 1 и щелкнем по зеленой галочке, чтобы остаться в этой ячейке. Выберем в меню пункт "**Правка/ Заполнить/ Прогрессия**". Появится диалоговое окно "Прогрессия". Укажем "Расположение" — "по строкам", "Тип" — "Арифметическая", "Шаг" — 1, "Предельное значение" — 10. Нажмем кнопку "ОК".

**Выделение и транспонирование.** Теперь нужно разместить ту же последовательность в первом столбце, в диапазоне **A2:A11**. Можно опять воспользоваться диалоговым окном "Прогрессия", однако для разнообразия освоим еще один полезный прием —

транспонирование, но сначала посмотрим методы выделения достаточно большого диапазона.

Как быстро выделить диапазон **B1:K1**? Он выходит за пределы экрана, поэтому "красить" его мышью затруднительно. Выделим ячейку **B1**. Далее можно предложить один из следующих приемов:

- нажать клавиши **Shift+Ctrl+→**. Здесь **Ctrl+→** — перемещение к последней заполненной ячейке диапазона, а **Shift** — выделение;
- нажать **Ctrl+\*** (\* берется на цифровой клавиатуре). Это выделение текущей области (current region), т.е. области, содержащей активную ячейку и ограниченной пустыми строками и столбцами;
- в меню "**Вид/ Масштаб**" указать **75%**. Теперь диапазон целиком размещен в окне. В дальнейшем возвращаем прежний масштаб.

Есть и другие способы, но эти в данной ситуации представляются наиболее подходящими.

Итак, диапазон выделен. Скопируем его в буфер (Clipboard), нажав **Ctrl+Insert** или **Ctrl+C**. Вокруг выделенного диапазона появится бегущая пунктирная рамка. В строке подсказки появится сообщение: «Укажите ячейку и нажмите Enter или выберите "**Вставить**»». Выделим ячейку **A2**. Нажмем правую кнопку мыши. Появится контекстное меню. Выберем пункт "Специальная вставка". Появится диалоговое окно "Специальная вставка". Установим флажок "Транспонировать" и щелкнем кнопку "**ОК**". Диапазон **A2:A11** будет заполнен числами от одного до десяти. Нажмем клавишу Esc (чтобы исчезла бегущая пунктирная рамка, буфер при этом очистится).

*Ввод формулы.* В ячейку **B2** нужно ввести формулу, которой потом можно будет заполнить весь диапазон **B2:K11**. Введем в **B2** формулу **=A2\*B1**. Она даст правильный ответ: 1. Что получится, если этой формулой заполнить диапазон **B2:B11**? Результат представлен на рис. 4.15.

Вместо ожидаемой последовательности 1, 2, ..., 10 появились какие-то огромные числа. Это значения факториала, которые вычисляются по формуле  $n! = n(n-1)...1$ . Опять произошла



путаница с адресацией! Какая, например, формула получилась в ячейке B11? Нетрудно убедиться, что  $=A11*B10$ . А хотелось бы получить  $=A11*B1$ . Вроде бы мы знаем выход из положения. Заменяем в ячейке B2 формулу  $=A2*B1$  на  $=A2*\$B\$1$ . Скопируем ее в интервал B2:B11 и убедимся, что теперь в столбце B правильный результат. Теперь выделим диапазон B2:K11 и нажмем клавиши Ctrl+R (R — Right — вправо). Формулы распространятся на всю таблицу, но результат будет неутешительным: содержимое B2:B11 будет повторено десять раз. В ячейке C3 мы прочитаем формулу  $=B3*\$B\$1$ , а нужно  $=A3*C1$ . Сформулируем: нужно, чтобы в первом множителе не менялось обозначение столбца (A), номер строки должен изменяться, а во втором множителе неизменным должен быть номер строки (1), в то время как имя столбца должно изменяться. Как же это достичь?

	A	B	C	D
1		1	2	3
2	1	1		
3	2	2		
4	3	6		
5	4	24		
6	5	120		
7	6	720		
8	7	5040		
9	8	40320		
10	9	362880		
11	10	3628800		

Рис. 4.15


Вспомним, что ранее, чтобы сделать ссылку абсолютной, мы ставили знак доллара (\$) перед именем столбца и номером строки. А что если оставить знак доллара только перед одним из компонентов адреса? Тогда формула в ячейке B2 примет вид  $=\$A2*B\$1$ . Скопируйте ее в остальные ячейки диапазона B2:K11 и Вы получите таблицу умножения. А теперь посмотрим формулы в стиле R1C1. Мы увидим во всех ячейках одну и

ту же формулу **=RC1\*R1C**. Для Вас должен быть ясен ее смысл, но все-таки повторим: первый множитель — из текущей строки и первого столбца, второй множитель — из первой строки и текущего столбца. Верните тип ссылок "A1".

Ранее у нас было два типа адресации ячеек: *абсолютная* (пример: \$B\$3) и *относительная* (пример: B3). Теперь появилась еще и *смешанная* адресация (пример: \$B3 или B\$3). Как набирать в строке ввода такой адрес? Можно вводить знаки доллара непосредственно с клавиатуры, но проще воспользоваться уже знакомой нам функциональной клавишей F4. Поэкспериментируйте: ее последовательные нажатия циклически меняют тип адресации ближайшей к курсору ввода ссылке:

B3 ⇒ \$B\$3 ⇒ B\$3 ⇒ \$B3 ⇒ B3

Еще остановимся на вопросе, как быстрее выполнить копирование формулы из ячейки B2 в диапазон B2:K11. Пусть мы создаем таблицу на рабочем листе, где ранее ничего не вводилось (тогда корректно будет выделена "последняя ячейка"). После заполнения блоков B1:K1 и A2:A11 и ввода формулы в B2 нажмите клавиши **Ctrl+Shift+End**. Будет выделена область B2:K11. Последовательно нажмите клавиши **Ctrl+D** (копирование вниз) и **Ctrl+R** (копирование вправо). Таблица создана. Напомню, что нажатие клавиш **Ctrl+End** приводит к выделению "последней ячейки".

*Форматирование.* Сделаем вид таблицы умножения более привлекательным. Выделим диапазоны с аргументами (B1:K1 и A2:A11) и щелчком по кнопке  на панели инструментов "Форматирование" отобразим их полужирным шрифтом.

Выполним подгонку ширины столбцов: поместим курсор внутрь таблицы, выделим текущую область (клавиши **Ctrl+\***), в меню выберем команду "Формат/ Столбец/ Подгонка ширины", снимем выделение. >

Пример может показаться надуманным. Зачем нам нужна таблица умножения на рабочем листе Excel, когда мы прекрасно помним ее наизусть еще с начальной школы? На самом деле мы научились табулировать функцию двух переменных.

**ЗАДАЧА 4.13.** Вычислить таблицу значений функции  $f(x, y) = x^2 - y^2$ , где  $x$  меняется от  $-2$  до  $3$  с шагом  $0.25$ , а  $y$  — от  $0$  до  $2$  с шагом  $0.1$ . Результаты отображать с тремя знаками после точки. Подгоните ширину столбцов. Постройте график поверхности.

**ЗАДАЧА 4.14.** Рассчитать таблицу значений синуса от  $0^\circ$  до  $89^\circ$  с шагом  $1^\circ$  с четырьмя десятичными цифрами. Таблица должна выглядеть, как на рис. 4.16.

SIN	0	1	...	9
0	0.0000	0.0175	...	0.1564
10	0.1736	0.1908	...	0.3256
...	...	...	...	...
80	0.9848	0.9877	...	0.9998

**Рис. 4.16**

(на пересечении третьей строки и третьего столбца  $\sin(10^\circ + 1^\circ) = \sin 11^\circ$ )

**ЗАДАЧА 4.15.** В блоке A1:A20 расположены числа. Записать в ячейку B1 формулу и скопировать ее в блок B2:B20, чтобы получить в нем сумму чисел столбца A нарастающим итогом. (Для задачи 4.2 Вы должны предложить новое решение.)

**Указание.** Использовать функцию СУММ, адресация верхнего левого и правого нижнего "углов" блока может быть различной.

**ЗАДАЧА 4.16.** На трех заводах "Альфа", "Плутон" и "Рубин" происходят аварии. Разместите сведения о количестве аварий по годам на рабочем листе (рис. 4.17).

	A	B	C	D
		Альфа	Плутон	Рубин
1	1991	2	0	3
2	1992	1	2	1
3	1993	2	3	0
4	1994	1	2	1

**Рис. 4.17**

1. Сосчитайте суммарное число аварий по годам и по предприятиям.

2. В A8:E12 разместите процент аварий, принимая за 100% число аварий за текущий год. Например, строка для 1991 г. показана на рис. 4.18.

1991	40%	0%	60%	100%
------	-----	----	-----	------

Рис. 4.18

3. В A14:D19 разместите процент аварий, принимая за 100% суммарное число аварий по предприятию. Например, столбец для предприятия "Рубин" показан на рис. 4.19.

Рубин
60%
20%
0%
20%
100%

Рис. 4.19

4. На основе исходных данных об авариях постройте две гистограммы: ось значений — количество аварий. По оси категорий в первой диаграмме — годы, во второй диаграмме — названия предприятий.

**ЗАДАЧА 4.17.** В главе 2 при расчете элементов треугольника была, в частности, решена задача. Даны длины сторон  $b$ ,  $c$  ( $b = 4$ ,  $c = 5$ ) и величина радиуса описанной окружности  $R = 3$ , найти длину стороны  $a$ . С помощью подбора параметра было найдено значение  $a = 1.515698$ . Но остался открытым вопрос, является ли это значение единственным. Рассчитайте таблицу зависимости  $R(a)$ , постройте график этой зависимости, по графику определите приближенные значения  $a$ , при которых  $R(a) = 3$ , уточните эти значения с помощью команды "Сервис/ Подбор параметра".

**ЗАДАЧА 4.18.** Получить на рабочем листе таблицы истинности для функций НЕ, И, ИЛИ.

**ЗАДАЧА 4.19.** Доказать справедливость формул алгебры логики:

$$1) a \vee (b \wedge c) = (a \vee b) \wedge (a \vee c), \quad a \wedge (b \vee c) = (a \wedge b) \vee (a \wedge c)$$

— законы дистрибутивности;

$$2) \neg (a \wedge b) = \neg a \vee \neg b, \quad \neg (a \vee b) = \neg a \wedge \neg b \quad \text{законы}$$

Де Моргана.

*Указание.* Для левой и правой частей формул построить таблицы истинности.

Подведем итог копированию формул с использованием различных методов адресации. Те, кто изучал языки программирования, должны увидеть аналогию между циклом в программе и копированием с использованием относительной адресации. Копирование вправо и вниз формул с использованием смешанной адресации можно уподобить двум вложенным циклам.

*Замечание.* В меню "Сервис" **имеется** пункт "Таблица подстановки". Если Вы освоили методы адресации, то это средство Вам никогда не понадобится.

## 4.4. Итоговые функции

Некоторые функции Excel возвращают одно значение, в то время как аргументом имеют блок или несколько блоков. Такие функции будем называть *итоговыми*. Наиболее часто используемой из таких функций является СУММ — для ее ввода на панели "Стандартная" даже размещена специальная кнопка. Эта функция как бы подводит итог колонке чисел — отсюда и название для всей группы. Эти функции входят в категории "Статистические" и "Математические".

Функция СУММ допускает до 30 аргументов. Поэтому с ее помощью можно находить сумму чисел из нескольких блоков. Допустима, например, такая формула =СУММ(B2:B9, 12, -4.96, A14:C18). Если в блоке в какой-либо ячейке находится текстовое значение, то оно считается равным нулю.

### ПРИМЕР 4.6.

С использованием функции СУММ (так же, как и других итоговых функций) имеется одна серьезная проблема. Пусть на рабочем листе имеется столбец данных, а непосредственно под ним расположена ячейка с функцией, суммирующей данные столбца (рис. 4.20).

Пользователь добавляет в столбец числа. Чтобы ввести новые данные, пользователь либо перетаскивает ячейку с суммой ниже, либо вставляет пустые строки перед строкой, содержащей сумму (рис. 4.21).

	А
1	20
2	30
3	40
4	=СУММ(A1:A3)

Рис. 4.20

Испытайте оба способа. Результат одинаков: новые данные в сумму не включаются, нужно корректировать формулу. Но пользователь может забыть это сделать. Хотелось бы, чтобы формула корректировалась автоматически. Здесь можно предложить такой рецепт: вставить пустую ячейку над формулой суммирования и заполнить ее символами "минус". Эту ячейку включить в диапазон суммирования (текстовые значения функцией СУММ пропускаются). Тогда при добавлении чисел диапазон будет растягиваться автоматически.

	A
1	20
2	30
3	40
4	25
5	=СУММ(A1:A3)

Рис. 4.21

Проверьте это на приведенном примере. Заодно научимся помещать в ячейку повторяющиеся значения. В ячейку A4 поместим - (минус). Отформатируем ячейку: клавиши **Ctrl+1**, вкладка "Выравнивание", в выпадающем списке "по горизонтали" выберите пункт "с заполнением". Теперь даже при изменении ширины столбца он заполняется минусами.

Другое решение мы увидим в главе 7.

В Excel 2000 указанная проблема решена: при добавлении ячейки аргумент функции СУММ изменяется автоматически. ▽

Перечислим некоторые итоговые функции: МАКС и МИН — вычисление максимального и минимального значений, СРЗНАЧ — среднее арифметическое значение, ДИСП и СТАНДОТКЛОН — дисперсия и среднеквадратичное отклонение от среднего значения. Прочие итоговые функции Вы можете найти в Справке. К итоговым можно отнести функции И и ИЛИ. Дело в том, что аргументами этих функций могут быть не только отдельные логические значения, но и блоки, состоящие из логических значений. Например, если в A1 содержится ИСТИНА, а в B1 — ЛОЖЬ, то формула И(A1 :B1) вернет значение ЛОЖЬ, а формула ИЛИ(A1 :B1) вернет значение ИСТИНА.

#### ПРИМЕР 4.7.

Обработка данных метеостанции [13]. Подготовьте текстовый файл **osadki.txt**.

Файл **osadki.txt** (данные в строках разделены символом табуляции):

**Количество осадков (в мм)**

	1992	1993	1994
январь	37.2	34.5	8
февраль	11.4	51.3	1.2
март	16.5	20.5	3.8
апрель	19.5	26.9	11.9
май	11.7	45.5	66.3
июнь	129.1	71.5	60
июль	57.1	152.9	50.6
август	43.8	96.6	145.2
сентябрь	85.7	74.8	79.9
октябрь	86	14.5	74.9
ноябрь	12.5	21	56.6
декабрь	21.2	22.3	9.4

Откройте файл **osadki.txt** и расположите его содержимое на рабочем листе с использованием Мастера текстов (кнопку "Готово" можно нажать уже на первом шаге Мастера). Вы получите рабочую книгу с единственным рабочим листом "**osadki**". Переместите этот рабочий лист в книгу Ch04.xls. Самостоятельно получите итоговые данные, которые показаны в таблице (рис. 4.22), а потом прочитайте решение.

	A	B	C	D	E
1	Количество осадков (в мм)				
2					
3		1992	1993	1994	
4	январь	37.2	34.5	8	
...	...	...	...	...	
15	декабрь	21.2	22.3	9.4	
16					за три года
17	суммарно	531.7	632.3	567.8	1731.8
18	максимум	129.1	152.9	145.2	152.9
19	минимум	11.4	14.5	1.2	1.2
20	среднемесячно	44.3	52.7	47.3	48.1
	стандартное отклонение от среднего	38.1	40.8	42.9	39.6
21					

**Рис. 4.22**

Введены формулы: в B17 =СУММ(B4:B15), в B18 =МАКС(B4:B15), в B19 =МИН(B4:B15), в B20 =СРЗНАЧ(B4:B15), в B21 =СТАНДОТКЛОН(B4:B15). Далее эти формулы скопированы в C17:D21. В блоке E17:E21 подведены итоги за три года. В E17 формула =СУММ(B17:D17), в E18 =МАКС(B18:D18) и т.д. Но в E21 формула =СТАНДОТКЛОН(B4:D15), а не =СТАНДОТКЛОН(B21:E21)! На результаты наложен формат: одна цифра после десятичного разделителя (кнопка "Уменьшить разрядность"). В ячейке A21 длинный текст расположен в три строки. Это сделано так. Выделена ячейка A21, нажаты клавиши Ctrl+1 (форматирование ячейки), выбрана вкладка "Выравнивание", установлен флажок "Переносить по словам". Далее подрегулирована ширина столбца A: курсор мыши поставить в верхней адресной полосе на линию, разграничивающую столбцы A и B (курсор принимает вид двунаправленной стрелки), далее, удерживая нажатой левую кнопку мыши, изменять ширину столбца.

*Замечание.* В Excel имеется надстройка (Add-In) "Пакет анализа". С ее помощью для заданной выборки можно сразу получить совокупность характеристик: среднее, дисперсию, асимметрию, эксцесс и т.д. Для этой цели нужно выбрать в меню "Сервис/ Анализ данных/ Описательная статистика". По Справке Вы сможете узнать назначение полей диалогового окна.

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

Функция СЧЕТЕСЛИ( интервал, критерий) подсчитывает в интервале (т.е. блоке) количество значений, удовлетворяющих критерию, правда, весьма примитивному. Вычислим количество засушливых месяцев, т.е. месяцев, когда выпадало менее 10 мм осадков (рис. 4.23).

	Количество засушливых месяцев	0	0	4	4
22	цев				

Рис. 4.23



В ячейке B22 формула =СЧЕТЕСЛИ(B4:B15,"<10"). Критерий взят в двойные кавычки, как текстовая строка. Формула скопирована в C22:D22. В E22 подсчитана сумма.

К сожалению, во второй аргумент этой функции нельзя включить критерий, что количество осадков лежит в диапазоне от 20 до 80. Такую задачу можно решить методами, которые мы изучим в главах 8 (табличные формулы) и 9 (функции баз данных).

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

Предположим, нужно вычислить суммарные осадки, которые выпали в незасушливые месяцы. Дополним таблицу (рис. 4.24).

	Осадки в незасушливые месяцы	531.7	632.3	545.4	1709.4
23					

Рис. 4.24

В ячейку B23 введена формула =СУММЕСЛИ(B4:B15,">=10"), далее скопированная в C23:D23.

С помощью этой функции можно решить более трудную задачу: каково суммарное количество осадков было в 1993 г. в те месяцы, которые в 1994 г. были засушливыми. Решение дается формулой =СУММЕСЛИ(D4:D15,"<10",C4:C15), которая возвращает значение 128.6. Поместите ее в ячейку B24.

Другие примеры для этих функций смотрите в Справке. >

**ЗАДАЧА 4.20.** [21, №204]. В некоторых видах спортивных состязаний выступление каждого спортсмена независимо оценивается несколькими судьями, затем из всей совокупности оценок удаляются наиболее высокая и наиболее низкая, а для оставшихся оценок вычисляется среднее арифметическое, которое и идет в зачет спортсмену. Если наиболее высокую оценку выставили несколько судей, то из совокупности оценок удаляет-

ся только одна такая оценка; аналогично поступают с наиболее низкими оценками. Пусть в именованном диапазоне "Оценки" проставлены оценки, выставленные судьями одному из участников соревнований. Считая, что количество оценок заведомо не менее трех, определить оценку, которая пойдет в зачет.

К итоговому можно отнести две очень интересные функции: **НАИБОЛЬШИЙ**(блок, k) и **НАИМЕНЬШИЙ**(блок, k). Первая из этих функций возвращает *k-е* наибольшее значение из множества данных, а вторая — наименьшее.

**ПРИМЕР 4.8.**

В ячейки A1 :D4 введем набор чисел. В блок A2:A5 введены формулы, которые показаны в соседнем столбце (рис. 4.25).

	A	B	C	D	E
1	2	6	7	6	
2	7	=НАИБОЛЬШИЙ(\$A\$1:\$D\$1,1)			
3	6	=НАИБОЛЬШИЙ(\$A\$1:\$D\$1,2)			
4	6	=НАИБОЛЬШИЙ(\$A\$1:\$D\$1,3)			
5	2	=НАИБОЛЬШИЙ(\$A\$1:\$D\$1,4)			

**Рис. 4.25**

Для понимания работы функции важно отметить, что третье наибольшее значение в блоке не 2, как можно было бы подумать, а 6, т.е. совпадает со вторым наибольшим значением. И еще: если в блоке *n* элементов, то функция **НАИБОЛЬШИЙ** (блок, *n*) возвращает минимальное значение, что мы и видим в примере. Обратите внимание, что в A2:A5 получен исходный массив чисел, отсортированный по убыванию. Если в исходном блоке изменить какое-либо число, то блок A2:A5 будет автоматически перестроен. В этом отличие от операции сортировки, которая проводится самим пользователем при необходимости.

*Упражнение 4.8.* Построить аналогичный пример для функции **НАИМЕНЬШИЙ**. Второй аргумент этой функции брать из вспомогательного блока, содержащего начальный отрезок натурального ряда чисел. Обратите внимание, что новый блок по сравнению с исходным отсортирован по возрастанию.

Если внимательно изучить список итоговых функций, не трудно заметить, что среди них имеются функции, названия которых незначительно отличаются друг от друга. Чтобы уяснить разницу между ними, рассмотрим следующую таблицу, которую Вы легко можете воспроизвести (рис. 4.26).

	A	B	C	D
1	7		3	=СЧЕТ(\$A\$1:\$A\$4)
2	1		4	=СЧЕТЗ(\$A\$1:\$A\$4)
3	куб		1	=МИН(\$A\$1:\$A\$4)
4	4		0	=МИНА(\$A\$1:\$A\$4)
5			7	=МАКС(\$A\$1:\$A\$4)
6			7	=МАКСА(\$A\$1:\$A\$4)
7			4	=СРЗНАЧ(\$A\$1:\$A\$4)
8			3	=СРЗНАЧА(\$A\$1:\$A\$4)
9			9	=ДИСП(\$A\$1:\$A\$4)
10			10	=ДИСПА(\$A\$1:\$A\$4)
11			6	=ДИСПР(\$A\$1:\$A\$4)
12			7.5	=ДИСПРА(\$A\$1:\$A\$4)
13			3	=СТАНДОТКЛОН(\$A\$1:\$A\$4)
14			3.162	=СТАНДОТКЛОНА(\$A\$1:\$A\$4)
15			2	=СРОТКЛ(\$A\$1:\$A\$4)

Рис. 4.26

Здесь в блок A1:A4 введены три числа и строка "куб". К этому блоку применены 15 итоговых функций. У них один и тот же аргумент: блок \$A\$1:\$A\$4.

Функция СЧЕТ подсчитывает количество числовых значений в блоке, а СЧЕТЗ — количество всех значений, не различая числовых и текстовых.

Серия функций отличается наличием или отсутствием на конце названия буквы А (начиная с Excel 7.0). Если буква А отсутствует, то из блока для расчета выбираются только числовые значения, а текстовые игнорируются. Если имя итоговой функ-

ции заканчивается на букву А, то считается, что строка имеет нулевое значение (если в диапазон входит ИСТИНА, то оно считается эквивалентным значению 1). Формула =МИН(\$A\$1:\$A\$4) возвращает значение 1, а формула =МИНА(\$A\$1:\$A\$4) — значение 0, соответствующее строке "куб".

Функция СРЗНАЧ(\$A\$1:\$A\$4) вычисляет свое значение по формуле

$$=СУММ($A$1:$A$4)/СЧЕТ($A$1:$A$4) = (7+1+4)/3=4,$$

а функция =СРЗНАЧА(\$A\$1:\$A\$4) вычисляет свое значение по формуле

$$=СУММ($A$1:$A$4)/СЧЕТ3($A$1:$A$4) = (7+1+0+4)/4=3.$$

Помимо среднего значения, важной характеристикой набора точек является разброс точек вокруг среднего значения. Для измерения степени разброса служат дисперсия и квадратный корень из дисперсии — среднеквадратичное отклонение. Но здесь есть одна тонкость. В математической статистике различают генеральную совокупность наблюдений (все возможные наблюдения) и выборку из генеральной совокупности. Для расчета дисперсии выборки и дисперсии генеральной совокупности используются разные формулы. Формула для дисперсии выборки реализована в функции ДИСП, а для расчета дисперсии генеральной совокупности используется несколько отличная формула — она реализована в функции ДИСПР.

Сами формулы Вы можете найти в Справке, а также в любом курсе математической статистики. Для больших размеров генеральной совокупности и выборки значения, вычисленные по обеим формулам, различаются незначительно. Чаще всего применяется ДИСП, и поэтому функция СТАНДОТКЛОН — это квадратный корень из ДИСП. Окончание А в этих функциях означает, что в расчет включаются текстовые величины, которые полагаются равными нулю.

Для измерения разброса изредка применяется функция СРОТКЛ, которая вычисляется как среднее арифметическое абсолютных величин отклонений от среднего значения. >

**ЗАДАЧА 4.21.** Говорят, что матрица  $A$  имеет седловую точку  $a_{ij}$ , если это число является минимальным в  $i$ -й строке и макси-

мальным в  $j$ -м столбце. В блоке A1:E10, содержащем числа, считать количество седловых точек.

**ЗАДАЧА 4.22.** Получить матрицу

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 8 & \dots & 128 \\ 2 & 1 & 2 & 4 & \dots & 64 \\ 4 & 2 & 1 & 2 & \dots & 32 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 128 & 64 & 32 & 16 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

вводом одного числа, трех формул и операции копирования формул.

**ЗАДАЧА 4.23.** В блоке A1:A10 дана последовательность чисел. Вычислить в блоке B1:B9 разности соседних элементов исходного блока (так называемые первые разности, т.е. из второго элемента вычесть первый, из третьего второй и т.д.). Если все они положительные, выводить сообщение "Последовательность возрастающая", если все они отрицательные — "Последовательность убывающая".

## 4.5. Получение случайных чисел

В Excel имеется возможность проводить моделирование с использованием случайных чисел. Функция СЛЧИС() (без аргументов) генерирует случайное число в диапазоне от 0 до 1. Совокупность этих чисел равномерно распределена на отрезке [0; 1]. При нажатии функциональной клавиши F9 (пересчет) в ячейках, содержащих формулу с функцией СЛЧИС, генерируется новое случайное число.

**Упражнение 4.9.** Введите в ячейку формулу =СЛЧИС(). Нажимайте F9. В ячейке изменяется выводимое число.

### ПРИМЕР 4.9.

**Вычисление числа  $\pi$  методом Монте-Карло.** Будем бросать точку со случайными координатами в единичный квадрат (его вершины имеют координаты (0,0), (1,0), (1,1), (0,1)). Этот квадрат высекает из окружности единичного радиуса с центром в начале координат сектор, площадь которого составляет чет-

верть площади окружности, т.е.  $\frac{\pi}{4}$ . Если точка оказалась внутри сектора, то фиксируем "удачное попадание" единицей, если точка оказалась вне сектора, записываем нуль. После многократных бросаний вычислим отношение числа удачных **исходов** к общему количеству бросаний. Это число умножим на 4. Получим приближение к числу  $\pi$ .

Теперь организуем вычисления на рабочем листе. В A1:B1 поместим заголовки: x и y. В A2 и B2 поместим формулы =СЛЧИС() — координаты случайной точки внутри единичного квадрата. В C2 введем формулу = ЕСЛИ( A2^2+B2^2 <=1, 1,0). (В Excel 97 можно ввести более изящную формулу: = ЕСЛИ(x^2+y^2<=1,1,0).). Скопируем формулы в блок A3:C1001. В C1002 разместим формулу =СУММ( C2:C1001)/250. (Проще всего ввести ее, щелкнув кнопку "Автосумма" или нажав Alt+=, после нажатия на F2 добавить деление на 250.) Таблица сконструирована. Теперь, нажимая F9, Вы увидите, как в ячейке **C1002** сменяют друг друга десятичные приближения (не слишком точные) числа  $\pi$ . >

*Замечание.* Клавишу F9 можно использовать не только для вычисления новых случайных чисел. Если используемая Вами рабочая книга содержит много вычислений по сложным формулам, Вы можете временно отключить автоматический пересчет формул при каждом внесении изменений в книгу. Для этого в меню "Сервис/ Параметры/ Вычисления" установите переключатель "вручную". Тогда перевычисление будет происходить только при нажатии на F9. Для возврата к прежнему режиму вычислений установите там же переключатель "автоматически".

**ЗАДАЧА 4.24.** Предложить последовательность действий для получения случайной перестановки чисел 1, 2, 3, ..., 11, 12.

Чтобы генерировать случайные числа, равномерно распределенные на промежутке  $[a; b]$ , используйте формулу = (b-a)\*СЛЧИС() + a.

**ЗАДАЧА 4.25.** Получить в диапазоне A1:A20 случайные константы от 3.2 до 4.6 с шагом 0.2 (например, 3.6, 4.2, 3.4, ...).

Имеется функция, входящая в "Пакет анализа" **СЛУЧМЕЖДУ**( нижн\_граница, верхн\_граница), которая возвращает случайное целое число, лежащее в указанных пределах.

**ЗАДАЧА 4.26.** С помощью какой формулы можно заменить формулу =СЛУЧМЕЖДУ(5,8) (если не установлен "Пакет анализа")?

**Упражнение 4.10.** Введите в блоки A1:A10 и B1:B10 функцию, генерирующую целые случайные числа в диапазоне от 0 до 20. В D1 введите формулу для расчета среднего значения в диапазоне A1:A10, а в E1 — такую же формулу для диапазона B1:B100. Нажимая клавишу F9, следите за изменениями результата в D1 и E1. Если Вы знакомы с теорией вероятностей, объясните, почему результат в E1 меньше отклоняется от 10, чем результат в ячейке D1. Еще лучше, если Вы сможете дать количественное объяснение этому эффекту.

Вы можете применять функцию СЛЧИС при решении задач в последующих главах, когда нужно быстро заполнить диапазон ячеек числами, не подчиняющимися какому-либо закону.

**Упражнение 4.11.** Перейдите на новый рабочий лист, введите в ячейку A1 формулу =СЛУЧМЕЖДУ(1,50), скопируйте ее в блок A1:J20, превратите формулы в значения (выделить A1:J20, правой кнопкой мыши указать на границу блока (курсор мыши примет вид **стрелки**) сдвинуть блок в сторону и тут же, не отпуская правую кнопку, вернуть обратно, в контекстном меню выбрать "Копировать значения").

Для моделирования существенно больший интерес представляет получение случайных чисел с заданным распределением: распределением Пуассона, нормальным распределением. Для этой цели можно выбрать в меню "Сервис/ Анализ данных/ Генерация случайных чисел". Но это слишком специальная тема, и мы ее опустим. При необходимости Вы легко освоите это средство.

Рассмотрим метод получения нормально распределенных случайных чисел без использования указанного пункта меню.

#### **ПРИМЕР 4.10.**

Получение нормально распределенных случайных величин. Для этого можно воспользоваться функцией НОРМОБР (**вероятность**, среднее, **стандартное\_откл**). В качестве первого аргумента используем функцию СЛЧИС. Постройте следующую таблицу (на рис. 4.27 показан ее фрагмент).

	A	B	C	D	E
1	среднее	5	5.248508	среднее	5.005494
2	стандартное отклонение	0.3	4.678867	стандартное отклонение	0.298214
3			5.316943		

Рис. 4.27

В C1 введите формулу **=НОРМОБР(СЛЧИС(),\$B\$1,\$B\$2)** и скопируйте ее в блок C2:C500. В ячейках E1 и E2 введите формулы для расчета среднего значения и стандартного отклонения в **C1:C500**. Нажимая клавишу F9, следите, как в ячейках E1 и E2 изменяются значения, но остаются близкими к значениям в ячейках **B1** и **B2**.

Обоснование такого метода получения случайных величин с заданной функцией распределения смотрите в [1, с. 205]. Там же на с. 206 предложены и другие методы. >

## 4.6. Имена

Мы уже знакомы с использованием имен, но этот материал настолько важен, что имеет смысл посвятить ему отдельный параграф.

Использование в формулах имен ячеек и блоков вместо адресов имеет преимущество в наглядности формул.

Присвоить имя ячейке или блоку можно следующими способами.

Выделить ячейку или блок, щелкнуть мышью в поле имени (слева от строки ввода) и набрать в этом поле нужное имя. Ввод имени завершается нажатием Enter.

Выделить ячейку или блок, выбрать пункт меню **"Вставка/Имя/ Присвоить"**. Появляется диалоговое окно. В нижнем поле ввода — абсолютная ссылка на ячейку или блок. Эта ссылка предварена именем рабочего листа, например **=Лист1!\$14**.

Если имена для ячеек уже присутствуют на рабочем листе как текстовые строки в ячейках, расположенных, например, слева от ячеек, подлежащих именованию, то выделяем блок, в который входят ячейки с текстовыми строками и ячейки, которым надо дать имена. В меню выберите **"Вставка/Имя/ Создать"**.



Excel спрашивает, как расположены ячейки с будущими именами — слева (сверху, снизу, справа), и сам предлагает вариант (проставляет флажок в диалоговом окне).

Имена не должны содержать пробелов (пробелы рекомендуются заменять символом подчеркивания), не должны совпадать с адресами ячеек (недопустимо, например, имя B2). Легко убедиться, что Excel не различает регистра букв. Имена "Налог" и "налог" для него совпадают.

Выделить ячейку или блок по имени можно так: нажать кнопку выпадающего списка, расположенную справа от поля имени, и щелкнуть мышью по нужному имени в списке.

*Упражнение 4.12.* Посмотрите реакцию Excel на ввод имени, содержащего пробелы, на ввод имени, совпадающего с адресом ячейки. Может ли одна ячейка иметь два разных имени? Убедитесь, что Excel не различает регистра букв в имени.

#### ПРИМЕР 4.11.

Использование имен при наборе формул. На новом рабочем листе создайте таблицу (рис. 4.28).

	A	B
1	Цена упаковки	23
2	Цена материала	45
3		
4	Цена	

Рис. 4.28

Общая цена (в ячейке B4) должна складываться из двух цен (взятых из ячеек B1 и B2). Дадим ячейкам B1 и B2 имена (выделить A1 :B2, "Вставка/ Имя/ Создать"). Как набрать формулу с использованием введенных имен? Здесь возможны два подхода.

Ввести в B4 формулу  $=B1+B2$ , а затем использовать команду меню "Вставка/ Имя/ Применить".

Ввести в B4 знак равенства, нажать F3, появляется диалоговое окно "Вставка имени", выбрать имя **Цена\_упаковки**, нажать +, нажать F3, выбрать имя **Цена\_материала**.

Функциональная клавиша F3 — эквивалент команды меню "Вставка/ Имя/ Вставить". >

Любопытно, что можно присвоить имя ячейке, используя ее адрес не в абсолютной форме, а в смешанной и даже относительной.

#### **ПРИМЕР 4.12.**

Откройте новую рабочую книгу. На первом листе присвойте имя "aaa" ячейке с адресом "Лист1!\$C4". Для этого: выделите ячейку C4, вызовите в меню команду "Вставка/Имя/Присвоить", введите имя "aaa" и удалите второй знак доллара в ссылке на ячейку. После закрытия окна поставьте эксперимент: выделяйте ячейки на рабочем листе и в выпадающем списке поля имени выделяйте имя "aaa". Тогда будет выделена не ячейка C4, а ячейка в столбце C, но лежащая в той же строке, что и исходная ячейка. Например, если была выделена ячейка A8, то после перехода на имя "aaa" будет выделена C8.

Найдем применение этому методу присвоения имен. Спроктируем на втором листе уже знакомую нам таблицу умножения. Сначала введем прогрессии в строку 1 и столбец A. Затем присвоим имена: ячейке \$A2 присвоим имя "x", а ячейке B\$1 — имя "y". В B2 поместим формулу =X\*y и скопируем ее в остальные ячейки таблицы (клавиши Ctrl+Shift+End, Ctrl+R, Ctrl+D). Получим таблицу умножения, и в каждой ячейке таблицы будет одна и та же формула =x\*y.

Однако такое использование имен нельзя рекомендовать. Ведь пользователь таблицы ожидает, что имя соответствует абсолютной ссылке. >

#### **ПРИМЕР 4.13.**

**Глобальные и локальные имена в рабочей книге.** Дайте ячейке B2 на рабочем листе "Лист1" имя "возраст". Введите в эту ячейку число 40. Перейдите на "Лист3". Выделите ячейку D5, введите число 30. В меню выберите "Вставка/Имя/Присвоить". В диалоговом окне "Присвоение имени" в поле ввода "Имя" введите "Лист3!возраст" и щелкните "ОК". На листе "Лист2" в одну из ячеек введите формулу =возраст. Формула вернет значение 40, так как использует глобальное имя на уровне рабочей книги. Но если Вы введете эту формулу в ячейку на листе "Лист3", то будет выведено число 30. На этом листе глобальное имя не действует, вместо него "работает" локальное имя листа. А теперь введите в ячейку на листе "Лист2" формулу =Лист3!возраст. В ячейке будет выведено число 30. Итак, в рабочей книге можно использовать одинаковые имена для разных ячеек. >

#### **ПРИМЕР 4.14.**

**Ссылка на имя в другой рабочей книге.** Продолжим предыдущий пример. Сохраните только что созданную рабочую книгу под именем temp.xls. Закройте эту рабочую книгу. Создайте новую рабочую книгу (клавиши **Ctrl+N**). Введите в ячейку **A1** формулу **=temp.xls!возраст**. Формула вернет значение 40. В ячейку **A2** введите формулу **=[temp.xls]Лист3!возраст**. Эта формула вернет значение 30. Обратите внимание, что вид формул после их ввода претерпел изменения. Можно было сослаться на содержимое книги temp.xls и без использования имен: вполне допустима формула **=[temp.xls]Лист1!B2**. Но использование имен повышает наглядность и снижает риск ошибки. ►

### **4.7. Зачетные задания**

Итоговые задания по этой теме можно взять из книги [9, с.57–64]. Там приведено 10 вариантов. Вариант состоит из четырех заданий: два задания на построение графиков функций, графика поверхности и нахождение корней уравнения. Можно дополнить одно из первых двух заданий вычислением итоговых функций для полученного множества значений функции: определить максимум, минимум, среднее значение и т.д.

Изменение внешнего вида таблицы без изменения ее содержания называется *форматированием*. В Excel имеются богатые возможности форматирования, благодаря которым таблица принимает удобный для восприятия вид. Форматирование включает в себя такие операции, как изменение ширины строк и высоты столбцов таблицы, выбор типа шрифта, его размера и начертания, выравнивание содержимого ячеек, выбор представления чисел, обрамление ячеек и выделение их цветом. Мы не будем подробно изучать весь арсенал форматирования в Excel, так как наша основная задача — научиться проводить в Excel расчеты.

Создайте новую рабочую книгу Ch05.xls.

### 5.1. Общие сведения

Команды форматирования сосредоточены в меню "Формат". Наиболее часто используется команда меню "Формат/ Ячейки" (полезно запомнить для нее комбинацию клавиш **Ctrl+1**). Разумеется, эту команду можно применить сразу к блоку, предварительно выделив его. Наиболее важные команды привязаны к кнопкам панели инструментов "Форматирование".

Excel предоставляет возможность очень быстро оформить список по вашему вкусу. Для этого нужно применить команду меню: "Формат/ Автоформат".

#### ПРИМЕР 5.1.

**Автоформатирование таблицы.** Скопируйте из рабочей книги Ch04.xls таблицу с рабочего листа "Фирма". Выделите какую-нибудь ячейку в таблице. В меню выберите команду "Формат/ Автоформат". Выберите один из списка форматов. Испытайте, например, "Классический 1". Многие из предлагае-

ных в списке форматов используют затенение и цветной фон в оформлении ячеек. Этого нужно избегать — и порошок в лазерном принтере расходуется бесполезно, и читать труднее.

Как избавиться от наложенного на таблицу формата? Нужно выделить таблицу и выбрать в меню команду "Правка/ Очистить/ **Форматы**".

Когда Вы удаляете содержимое ячейки или блока нажатием на клавишу Del, то наложенный формат сохраняется. Полная очистка и содержимого, и форматов — команда "Правка/ Очистить/ **Все**". >

## 5.2. Числовые форматы

Общий формат. Если Вы не наложили на ячейку какого-либо числового формата, то в ней используется так называемый общий формат.

Перейдите на новый рабочий лист. Введите в ячейку A1 число 5257.687. Оно отображается точно так же, как хранится в ячейке. В ячейку B1 введите 00256.3 — ведущие нули исчезнут. В C1 введите .34 — появится 0 перед десятичным разделителем. Наконец, в D1 введите какое-нибудь число с большим количеством цифр, например 123456789.123456. Будет выведено округленное число. Если уменьшать ширину столбца, то число будет выводиться в экспоненциальной форме (научной нотации), например 1.23E+08, т.е.  $1.23 \cdot 10^8$ . Если еще уменьшить ширину столбца, будет выведена строка ###. Это означает, что ширины столбца недостаточно для отображения числа.

Полезно запомнить сочетание клавиш для наложения основного формата: **Ctrl+Shift+~**.

Десятичные разряды и разделитель тысяч. Скопируйте число из A1 в A2. Выделите ячейку A2 и нажмите **Ctrl+1**. Появится диалоговое окно с несколькими вкладками, нас интересует вкладка "Число". Слева на этой вкладке расположен список форматов. Первый элемент списка нами только что освоен — формат "Основной" (или "Общий"). Выделим второй элемент — "Числовой". Вид вкладки сразу меняется. В правой части вкладки можно задать количество десятичных разрядов после десятичного разделителя (по умолчанию 2) и установить или сбросить флажок разделителя тысяч. Можно также задать представление отрицательных чисел: красным или черным цветом. Уста-

**новим** флажок разделителя тысяч. Выводимое число примет вид: 5 257.69. Нужно подчеркнуть, что само число осталось неизменным, изменилось только его представление. Десятичный разделитель (точка) и разделитель тысяч (пробел) задаются не в Excel, а в панели управления Windows. Изменение этих установок мы изучали в первой главе.

**Денежный и финансовый форматы.** Величины в денежном выражении представляются с двумя цифрами после точки и символом денежной единицы. Заметим, что символ денежной единицы "по умолчанию" задается в Windows в Панели управления, там же, где формат даты и десятичный разделитель. Но в Excel можно выбирать при форматировании другие знаки денежной единицы. Это и правильно, так как на одном и том же рабочем листе могут присутствовать расчеты и в рублях, и в долларах. Введите в ячейку A3 число - 4527.54 и скопируйте его в A4. Наложите на A3 денежный формат, а на A4 — финансовый. Увеличьте для наглядности ширину столбца A (в верхней адресной полосе передвиньте мышью вправо разделитель между столбцами A и B). Вы увидите, что в ячейке A4 знак минус оказался прижат к левому краю ячейки, а само число — к правому краю. Так что денежный формат в A3 выглядит более привычно. Еще дважды отформатируйте **A3**: выберите в выпадающем списке на вкладке в качестве знака денежной единицы доллар как \$ и как USD (такое обозначение принято в валютном **длинге**).

**Дроби.** В ячейку можно ввести число в форме рациональной дроби, например 18/43. Но при этом оно будет воспринято как текст (напоминаю, что признаком этого является выравнивание по левому краю). Чтобы рациональная дробь была воспринята как число, нужно ввести ее как смешанную дробь, предварив нулем и пробелом: 0 18/43. В ячейке появится **18/43**, а в строке ввода (при выделении ячейки) **0.418604651162791**, т.е. десятичное приближение дроби. Если мы введем дробь 5/8, то нас ожидает еще больший конфуз: Excel воспримет это число как дату — день и месяц **текущего** года: 05-авг (в строке ввода: 05/08/2000).

**ЗАДАЧА 5.1.** Получить рациональные приближения числа  $\pi$  в виде дробей:

- а) с двумя цифрами в числителе и знаменателе;
- б) с тремя цифрами в числителе и знаменателе.

Вычислить ошибку, даваемую этими приближениями.

**ПРИМЕР 5.2.**

**Наследование формата.** Рассмотрим фрагмент таблицы (рис. 5.1) для расчета окладов работников бюджетной сферы по Единой тарифной сетке (ЕТС).

	А	В	С
1	минимальный оклад		60 000
2			
3	разряд	коэфф.	оклад
4	15	7.36	441 600
5	16	8.17	490 200
6	17	9.07	544 200

**Рис. 5.1**

Оклад вычисляется по формуле: (минимальный оклад)\*(коэффициент). Таблица была составлена до деноминации (до 01/01/98). Ячейки столбца С были отформатированы: наложен формат, содержащий разделитель тысяч (кнопка "Формат с разделителями") и 0 знаков после десятичного разделителя (кнопка "Уменьшить разрядность"). После деноминации нужно изменить минимальный оклад: вместо 60 000 введем 60. Таблица принимает вид, представленный на рис. 5.2.

	А	В	С
1	минимальный оклад		60
2			
3	разряд	коэфф.	оклад
4	15	7.36	442
5	16	8.17	490
6	17	9.07	544

**Рис. 5.2**

Результат явно неверен: в С4 должно выводиться число 441.6! Это произошло потому, что блок С4:С6 сохранил формат целых чисел. Наложим на этот блок (а также на С1) формат с двумя цифрами **после** десятичного разделителя. Получим правильный результат (рис. 5.3). >

	А	В	С
1	минимальный оклад		60.00
2			
3	разряд	коэфф.	оклад
4	15	7.36	441.60
5	16	8.17	490.20
6	17	9.07	544.20

Рис. 5.3

В этом примере ошибка была не столь опасна, так как мы должны были применить формат "рубли-копейки". Но можно привести примеры таблиц, пользователь которых может неверно воспринимать результаты расчетов из-за неудачного форматирования. Например, вычисляем проценты и для этого форматим ячейку с результатом, щелкая мышью по кнопке "Процентный формат". Но формат, привязанный к этой кнопке, округляет проценты до целых. В результате пользователь может получить искаженное представление о результатах расчетов. Трудно предложить рецепт, как избежать этого. Один совет дать можно: если результаты расчетов должны быть округлены, этого округления надо достигать не форматированием, а явным применением функции ОКРУГЛ и ее модификациями (они изучались во второй главе, в разделе 2.3 "Числовые функции").

### 5.3. Пользовательские форматы

В Excel имеется возможность сконструировать свой собственный формат представления числа. За основу можно взять уже существующий формат.

Сначала определим, что такое *форматная строка*. Форматная строка представляет собой список, элементы которого (секции) отделяются точкой с запятой. В списке максимально могут быть четыре секции: отображение положительных чисел, отрицательных чисел, нуля и текста. Но если в списке три секции, то формат для текста — общий. Если в списке две секции, то в первой секции формат для неотрицательных чисел, а во второй — для отрицательных. Наконец, если в списке только одна секция, то формат предназначен для любых чисел.



В секции форматной строки используются *символы форматирования*. Чтобы выяснить их назначение, обратитесь к Справке (Excel 97): "Форматирование листов/ Форматирование чисел, значений даты и **времени**/ Пользовательские форматы чисел, дат и времени" и нажмите в окне Справки кнопку "Основные числовые форматы".

**ПРИМЕР 5.3.**

**Символы форматирования.** Символы 0, #, ? используются как шаблоны для отображения цифр.

Введите в A1:D1 число 42.1, а в A2:D2 — число 23.76. По очереди выделяйте блоки B1:B2, C1:C2, D1:D2. После выделения блока нажимайте Ctrl+1 и на вкладке "Числа" выбирайте пункт "(все форматы)". В поле ввода "Тип" (в Excel 5.0/7.0 это поле ввода называется "Код") набирайте форматы, которые показаны в таблице (рис. 5.4) в третьей строке (Вам, разумеется, вводить эти коды в третью строку таблицы не нужно).

	A	B	C	D
1	42.1	042.100	42.1	42.1
2	23.76	023.760	23.76	23.76
3	Основной	000.000	###.###	???.???

**Рис. 5.4**

Можно сделать вывод, для шаблона цифры 0 выводятся и незначащие нули, по шаблону цифры ? выводятся пробелы, так что числа оказываются выровненными по десятичному разделителю, шаблон цифры # оставил представление чисел без изменений по сравнению с основным форматом.

Шаблон цифры # нужен для задания разделителя тысяч. Введем в ячейку C5 число 12345.679. Наложим на него формат # ###.##. Разделителем тысяч является пробел. (Вид разделителя тысяч задается в Панели управления Windows.) В ячейке отображается число 12 345.68. Введем в эту же ячейку 32.257. Отображается 32.26. А если наложить на эту ячейку формат O 000.00, то будет отображено число 0 032.26, что не входит в наши планы. Если наложить формат ? ???, то перед числом появятся невидимые пробелы. Если постепенно уменьшать ши-

рину столбца С, то с какого-то момента появятся значки #, свидетельствующие о том, что представление числа не помещается в ячейке.

Разумеется, эти символы шаблона можно использовать в одном форматном выражении. Например, # ###.00 означает, что две десятичные цифры после точки выводятся всегда, даже если они равны 0.

Использование символа формата "пробел" может привести к ошибкам. На это указано в [23]. Введите в ячейку число 1532 и примените к ней формат из двух символов: 0 и следующий за ним пробел. В ячейке будет отображено число 2, так как формат округлил выводимое число до 2000 и отбросил три младших разряда. Сама форматная строка кажется состоящей из одного символа, так как пробел на экране не виден.

Символ \* вызывает повторение следующего за ним символа. Наложите на ячейку формат \*-. Тогда в ней будет выводиться строка из минусов, если только ячейка не пуста (содержимое ячейки не имеет значения, лишь бы там было число).

Символ \_ (подчеркивание) вставляет пробел, равный ширине следующего за ним символа. Расположите в A6:A17 числа от 1 до 12. Нужно, чтобы эти порядковые номера заканчивались точкой и от правого края ячейки их отделял пробел, равный по ширине круглой закрывающей скобке. Для этого наложим на блок формат 0.\_). >

#### ПРИМЕР 5.4.

Секции форматной строки. [23]. Рассмотрим форматную строку

# ##0.00 \_);[Красный]( # ##0.00);0.00 \_);"Счет: "@

Воспроизведите фрагмент таблицы (рис. 5.5): левая колонка — формат "Общий", правая колонка — на те же значения наложен пользовательский формат.

1.147	1.15
0.12	0.12
-2345.7	(2 345.70)
0	0.00
Иванов	Счет: Иванов

Рис. 5.5

Отрицательные числа выводятся красным цветом. Привычного знака "минус" нет. Число окружено скобками. Чтобы цифры неотрицательных чисел были

расположены в ячейке так же, как цифры отрицательных чисел, после неотрицательных чисел вставлен пробел, величина кото-

рого равна ширине закрывающей круглой скобки. В текстовую секцию формата введена строка "Счет: ", которая будет присутствовать всегда, если в ячейку введено текстовое значение. Символ формата @ заменяется на текстовое значение, содержащееся в ячейке. >

**ЗАДАЧА 5.2.** В ячейке должна выводиться сумма в рублях (копеек заведомо нет). Отрицательные суммы выводятся красным цветом и со знаком минус. К числу добавляется символ денежной единицы р., отделенный от числа пробелом, размер которого равен ширине знака "минус". Имеется разделитель тысяч.

**ЗАДАЧА 5.3.** В ячейке введена скорость 60 километров в час. Сконструируйте пользовательский формат, чтобы число 60 выводилось как 60 км/час.

**ЗАДАЧА 5.4.** В ячейке содержится число. Выводите его с двумя цифрами после точки и с разделителем тысяч. Если число положительное, то оно должно предваряться словом "Приход: ", если отрицательное — словом "Расход: ", если число равно нулю, то должно выводиться слово "Ничего".

Увлечаться такого рода форматированием не следует, так как у пользователя создается ложное представление о содержимом ячейки, особенно если он будет добавлять в рабочую книгу свои расчеты. Например, он может подумать, что у числа нужно отделить текстовую часть, чтобы оно могло участвовать в формулах.

Полезное применение пользовательского формата: если Вы не хотите, чтобы данные отображались в ячейке, наложите на нее формат ;;; . Но в строке ввода содержимое ячейки будет отображаться по-прежнему.

**ЗАДАЧА 5.5.** Какой пользовательский формат Вы предложите, чтобы отображать числа с двумя цифрами после точки, а ноль не отображать?

#### **ПРИМЕР 5.5.**

**Явный** условный формат. До сих пор мы использовали подразумеваемый условный формат: мы не указывали в форматных секциях условий применения форматов, и Excel применял форматные секции для положительных, отрицательных, нулевых чисел и для текста. Но можно каждую секцию предварить условием в квадратных скобках.

В блоке **A1:A10** содержатся оценки: 2, 3, 4, 5. Пусть двойки выводятся черным цветом, пятерки — красным, а тройки и четверки — зеленым. Выделим блок **A1:A10** и наложим пользовательский формат

**[=2][Черный];[=5][Красный];[Зеленый]** .

Каждую секцию, кроме последней, мы предварительно условием, затем указали цвет. Последняя секция не содержит условия. Это означает, что числа, не удовлетворяющие условиям первых двух секций, выводятся по формату третьей секции. Закроем диалоговое окно с форматами и заново откроем его. Форматная строка изменилась. Изменения, внесенные Excel, очевидны:

**[Черный][=2]Основной:[Красный][=5]Основной:[Зеленый]Основной** . >

**ЗАДАЧА 5.6.** В блоке записаны проценты: 12.45%, 30% и т.д. Выводить проценты с одной цифрой после точки. Числа, большие 50%, выводить красным цветом.

**ПРИМЕР 5.6.**

[23]. Отображать значения, **меньшие 1**, как "<1", а все остальные значения — в виде целых чисел, без их дробных частей.

**Решение.** Напрашивающееся решение [**<1**]"<1";0 неверно, так как число -5 отображается в этом формате как -<1. Правильное решение: [**>=1**]0;"<1";"<1". Используются три секции: для чисел, не меньших единицы, для отрицательных чисел, для остальных чисел. Можно было явно написать [**>=1**]0; [**<0**]"<1"; "<1". ▷

Если Вы используете Excel 97/2000, то для такого форматирования лучше прибегнуть к пункту меню "Формат/ Условное форматирование". Мы разберем его позже.

Пользовательский формат действует только в той рабочей книге, где он создан. Для его использования в другой рабочей книге можно рекомендовать следующие действия:

- 1) открыть рабочую книгу с пользовательским форматом и рабочую книгу, в которую мы хотим перенести формат;
- 2) выделить ячейку, отформатированную пользовательским форматом, и поместить ее содержимое в буфер (клавиши **Ctrl+Ins**);

3) перейти в другую рабочую книгу (клавиши Ctrl+F6) и отформатировать нужную ячейку, выполнив "Специальную вставку" (правая кнопка мыши!). В диалоговом окне "Специальная вставка" указать "Вставить/ Форматы".

В результате не только ячейка в новой рабочей книге будет должным образом отформатирована, но и в самой рабочей книге появится пользовательский формат (убедитесь в этом).

## 5.4. Оформление таблиц

В диалоговом окне "Форматирование ячеек" есть вкладки "Выравнивание", "Шрифт", "Граница", "Вид", с помощью которых можно профессионально оформить заголовки таблиц. Используя эти средства, можно также подготовить бланки документов.

Перейдите на новый рабочий лист и назовите его "Книги".

### ПРИМЕР 5.7.

Пример взят из [17] с изменениями. Для книжного магазина составляется ежедневная таблица продаж книг (рис. 5.6).

Продано книг				
Дата	Всего	в том числе		
		Научная	Техническая	Художественная
15-мар	523	150	200	173
16-мар	475	124	140	211
17-мар	360	104	98	158
18-мар	371	132	107	132

Рис. 5.6

Нужно оформить такую таблицу на рабочем листе. (Вообще-то, вертикальное расположение строк так, как это сделано со строками "Дата" и "Всего", не соответствует отечественным стандартам. Но мы познакомимся с возможностями Excel.) Сна-

чала **введем** в ячейки текстовые строки. В ячейку A2 — "Продано книг", в A4 — "Дата", в B4 — "Всего", в C4 — "научная", в D4 — "техническая", в E4 — "художественная", в C3 — "в том числе".

В ячейку A5 введем дату 15/03. В C5:E5 введем числа 150, 200, 173. Выделим блок C5:F5 и щелкнем кнопку "Автосумма". В F5 появится формула =СУММ(C5:E5). Перетащим ячейку F5 в ячейку B5. Таблица примет вид, как показано на рис. 5.7.

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Продано книг					
3			в том числе			
4	Дата	Всего	Научная	Техничес	Художественная	
5	15 мар	523	150	200	173	

Рис. 5.7

Приступим к оформлению заголовка таблицы. Выделим ячейки **A2:E2** и щелкнем кнопку "Объединить и поместить в центре". В выпадающем списке "Размер" (шрифта) выберем размер 20 пунктов. Автоматически увеличится высота строки 2. Аналогично поступим с блоком C3:E3. Размер шрифта назначим 14 пунктов.

Выделим блок **A4:B4**. Нажмем клавиши **Ctrl+1**. Перейдем на вкладку "Выравнивание". Выберем вертикальную ориентацию текста. По вертикали выберем выравнивание по центру. Перейдем на вкладку "Шрифт" и выберем размер 14 пунктов. Щелкнем кнопку "ОК".

Выделим блок C4:E4. Нажмем клавиши **Ctrl+1**. Перейдем на вкладку "Выравнивание". Выберем вертикальную ориентацию текста. По вертикали и горизонтали выберем выравнивание по центру. Перейдем на вкладку "Шрифт" и выберем размер 13 пунктов.

Слово "художественная" — слишком длинное и делает заголовок сильно вытянутым по вертикали. Чтобы этого избежать, вставим в это слово символ переноса и пробел: "художественная" (пробел нужен, чтобы Excel воспринимал это как два слова). Выделим ячейку с этим словом, нажмем клавиши **Ctrl+1** и на вкладке "Выравнивание" установим флажок "Переносить

по словам". Переноса не произойдет — высота столбца еще увеличится. Схватим мышью нижнюю границу строки 4 на адресной полосе и принудительно уменьшим ее. Тогда строка "художественная" превратится в две строки.

Теперь выполним действие, которое стало возможным только в Excel 97, — объединение ячеек по вертикали. Выделим блок A3:A4, нажмем клавиши **Ctrl+1**, выбираем вкладку "Выравнивание", установим флажок "объединение ячеек". То же сделаем с блоком B3:B4.

Нарисуем рамки вокруг элементов заголовка. Выделим блок A2:E4, нажмем **Ctrl+1**, выберем вкладку "Граница". Щелкнем кнопки "Внешняя" и "Внутренняя". В результате элементы заголовка будут разделены линиями. Можно выбрать разную толщину линий для границы общего заголовка в блоке **A2:E2** и других заголовков. Разберитесь самостоятельно, как это сделать.

Покрасим заголовок. Для этого выделим блок A2:E4, нажмем **Ctrl+1**, выберем вкладку "Вид". Укажем на палитре цвет со слабой интенсивностью, например светло-голубой.

Отформатируем первую строку таблицы. Выделим ее, установим выравнивание по ширине и величину шрифта 12 пунктов. Введем еще несколько строк (при этом копируем ячейку с суммой). Чтобы копировать формат в новые строки, удобно пользоваться кнопкой "Формат по образцу" (на ней нарисована кисть).

Мы еще вернемся к этому примеру в главе 9. Забегая вперед, заметим, что вертикальное объединение ячеек мешает проведению операции отбора строк таблицы, отвечающих определенному критерию. >

Если нужно, чтобы в заголовках, состоящих из нескольких слов, слова располагались по строкам так, как нам требуется, а не произвольно, то нажимайте в местах принудительного переноса слов сочетание клавиш **Alt+Enter**.

**Упражнение 5.1.** Заполнить и отформатировать таблицу, представленную на рис. 5.8, с. 126) (она взята из [30, с.27]).

## 5.5. Условное форматирование

В Excel 97 появилось средство, с помощью которого легко наложить формат (шрифт, границы, цвет) на ячейку или блок. В зависимости от значения, полученного в ячейке, ее формат будет изменяться.

Перейдите на новый рабочий лист и назовите его "Условное форматирование".

План погашения кредита				
Месяц	Непогашенная сумма основного долга, тыс.руб.	Процентный платеж, тыс.руб.	Месячная выплата основного долга, тыс.руб.	Сумма месячного погашенного взноса, тыс.руб.
	1800			
1	1500	36.0	300	336
2	1200	30.0	300	330
3	900	24.0	300	324
4	600	18.0	300	318
5	300	12.0	300	312
6	0	6.0	300	306
Итого		126.0	1800.0	1926.0

Рис. 5.8

**ПРИМЕР 5.8.**

Введите в A1 число 1, в блок B1:B15 арифметическую прогрессию 1, 2, ..., 15, в C1 введите формулу  $=\$A\$1*B1$  и скопируйте ее в C2:C15. Скройте столбец B. Материал для экспериментов подготовлен. Требуется наложить на C1:C15 формат: если число лежит в диапазоне от 10 до 20, то выводится курсивом; если от 20 до 40, то выводится полужирным курсивом в рамке; если больше 40, то выводится красными цифрами на голубом фоне.

**Решение.** Выделите блок C1:C15. Выберите в меню: "Формат/ Условное форматирование". В диалоговом окне укажите для Условия 1: значение между 10 и 20 (заполняете четыре поля ввода), щелкните кнопку "Формат". Появится новое диалоговое окно с тремя вкладками. На вкладке "Шрифт" выберите "курсив" и щелкните "ОК". После этого щелкните кнопку "А также >>". Диалоговое окно расширится. Заполните "Условие 2", еще раз щелкните "А также >>" и заполните "Условие 3". Теперь вводите в ячейку A1 различные числа и прослеживайте, как изменяется формат ячеек в зависимости от выводимого значения.



Отменим "Условие 2". Для этого выделите C1:C15, откройте окно "Условное форматирование" и щелкните кнопку "Удалить". Вам будет предложено новое диалоговое окно, где Вы сможете установить флажки для удаляемых условий. Установите флажок для условия 2. >

#### ПРИМЕР 5.9.

Условное форматирование можно задавать формулой. Введем в E1:E15 прогрессию 1, 2, ..., 15. Нужно выделить полужирным шрифтом числа, кратные трем, но не кратные двум.

*Решение.* Выделим блок E1:E15, выберем в меню пункт "Формат/ Условное форматирование". В диалоговом окне укажите для Условия 1 в выпадающем списке не "значение", как в предыдущем примере, а "формула". В следующем поле ввода введите формулу =И(ОСТАТ( A1, 3) = 0, ОСТАТ( A1, 2) <> 0). Щелкните кнопку "Формат" и выберите полужирный шрифт. Будут выделены числа 3, 9, 15.

Проанализируем введенную формулу. Она должна возвращать значение ИСТИНА или ЛОЖЬ. В ней фигурирует относительный адрес активной ячейки, входящей в блок. Напомню, что в выделенном блоке активная ячейка показана другим цветом. >

Три интересных примера приведены в Справке. Найдите раздел "Форматирование листов/ Форматирование текста и ячеек/ Выделение данных, отвечающих определенным свойствам". (В Excel 2000 — "Форматирование листов/ Условное форматирование/ Формула в качестве критерия форматирования".)

**ЗАДАЧА 5.7.** Для составления налоговой карточки нужно внести в ячейки месячный доход, а строкой ниже вычислить доход по нарастающей с начала года (рис. 5.9).

	A	B	C	D	...	M	N
1		янв	фев	мар	...	дек	Итого
2	доход	500.00		500.00	...	500.00	4500.00
3	с нач.года	500.00	500.00	1000.00	...	4500.00	4500.00

Рис. 5.9

Если месячный доход отсутствовал, то отображать доход по нарастающей за этот месяц не нужно. Сконструируйте для этой цели условный формат.

## Строки. Дата и время



В главе 2 нами были изучены арифметические и логические выражения. В этой главе к ним добавятся текстовые выражения.

Дата и время имеют в Excel своеобразное внутреннее представление. Для них имеются свои форматы и свой набор функций.

Откройте новую рабочую книгу. Назовите ее **Ch06.xls**.

### 6.1. Текстовые функции

Дайте первому рабочему листу имя "Строки".

В ячейку можно ввести число, формулу, текст. Число и формулу можно превратить в текстовую строку: нажать функциональную клавишу F2 (редактирование), поставить курсор в крайнюю левую позицию (клавиша Home) и ввести одиночную кавычку (она расположена на клавише с буквой "Э"). Например, введите в E1 число 12 (число выровнено по правому краю), превратите его в текстовую строку (число будет выровнено по левому краю).

#### ПРИМЕР 6.1.

##### Операции над текстовыми строками.

1. Введите в ячейку A1 — "Иванов", в ячейку B1 — "Иван", в ячейку C1 — "Иванович" (кавычки не **вводить!**). В ячейке A2 нужно получить строку "Иванов Иван Иванович". Для этого введем в A2 формулу **=A1&" "&B1&" "&C1**. & (амперсанд) — символ операции склейки (конкатенации) строк. Обратите внимание, что между строками, взятыми из ячеек, вставлены пробелы " ". Введите в ячейку B1 имя "Николай". Изменится и A2.

2. Превратите содержимое ячейки A2 из формулы в значение. Это можно сделать разными способами. Проще всего так:

поместить курсор мыши на рамку ячейки A2 (он приобретает вид стрелки), нажать правую кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащить A2 в сторону и тут же вернуть на место, отпустить правую кнопку мыши (появится контекстное меню), выбрать пункт "Копировать только значения".

3. Отредактируйте содержимое ячейки A2, вставив по несколько дополнительных пробелов до, после и между словами. В ячейку A3 введите формулу =СЖПРОБЕЛЫ(A2). Несколько пробелов преобразуются в один, начальные и конечные пробелы исчезают. Этот прием может быть полезен при импортировании данных из какой-либо внешней базы данных. При этом часто приходится удалять лишние пробелы.

4. Требуется содержимое ячейки A3 разнести в три ячейки: отдельно фамилию, имя и отчество. Это довольно сложная задача, поэтому будем решать ее по частям, а затем соберем эти части в одну формулу.

Найдем номер позиции, соответствующий первому пробелу. В ячейку A4 внесем формулу =ПОИСК(" ",A3). Прочитайте описание этой функции в Справке. В нашем примере искомая подстрока — пробел " ", строка, где производится поиск, расположена в ячейке A3, третий аргумент не указан, поэтому поиск ведется с первой позиции. В ячейку B4 введем формулу =ПОИСК(" ",A3,A4+1), т.е. мы ищем в строке пробел не с первой позиции, а с позиции, следующей за первым пробелом. В ячейке C4 вычислим длину строки =ДЛСТР(A3). Должны получиться результаты: 7, 15, 23.

Теперь для выделения подстрок воспользуемся функцией ПСТР(текст, нач\_номер, число\_литер) — из строки, начиная с заданной позиции, извлекается подстрока заданной длины. Поместим в A5, A6, A7 строки "Фамилия", "Имя", "Отчество". Запишем в B5 формулу =ПСТР(A3,1,A4-1), в B6 =ПСТР(A3,A4+1,B4-A4-1), в B7 =ПСТР(A3,B4+1,C4-B4). Проанализируйте аргументы этих функций. Запишите в C5:C7 формулы с использованием вложенных функций (не привлекая промежуточных ячеек).

5. Подставим в ячейку A2 другую строку: "Новиков Геннадий Павлович". Наши формулы аккуратно извлекают фамилию, имя и отчество. А теперь введем: "Сейфетдинова Наиля". В четвертой строке получаем результат, показанный на рис. 6.1.



13 #ЗНАЧ! 18
--------------

Рис. 6.1

Функция ПОИСК не нашла второго пробела. Как предусмотреть такой случай? Для этого воспользуемся функцией ЕОШ (Если ОШибка), которая возвращает значение ИСТИНА, если ее аргумент — адрес ячейки, в которой содержится ошибочное значение. Запишем в В6 формулу

=ЕСЛИ(ЕОШ(В4),ПСТР(А3,А4+1,С4-А4),  
ПСТР(А3, А4+1,В4-А4-1)),

а в В7 запишем формулу

=ЕСЛИ(ЕОШ(В4),"",ПСТР(А3,В4+1,С4-В4)).

Формула в В6 имеет слишком громоздкий вид. Ее читабельность можно увеличить, если расположить ее на нескольких строках.

=ЕСЛИ(ЕОШ(В4),  
ПСТР(А3,А4+1,С4-А4),  
ПСТР(А3,А4+1,В4-А4-1)).

Чтобы получить такой вид формулы в окне ввода, введите **Alt+Enter** в точках формулы, где должен быть переход на следующую строку (Enter нажимать нельзя — это завершение ввода). В начале второй и третьей строк введите серию пробелов, которые обеспечат выравнивание частей формулы.

6. Задания в пунктах 4 и 5 можно выполнить, не применяя формул, а воспользовавшись средствами, предоставляемыми Excel. Поместите в ячейку А10 строку "Иванов Иван Иванович". Выберите пункт меню "Данные/ Текст по столбцам". Начнет работу Мастер текстов. На первом шаге укажите, что текст "с разделителями", на втором шаге укажите, что разделителем является пробел. Третий шаг можно не выполнять и сразу нажать "Готово". В результате текст будет разбит на три ячейки А10, В10, СЮ. >

**ЗАДАЧА 6.1.** В А10, В10, СЮ помещены текстовые строки "Иванов", "Иван", "Иванович". Требуется разместить в D10 формулу, которая выдаст результат "Иванов И.И.". (Вместо функции ПСТР здесь проще воспользоваться функцией ЛЕВСИМВ.)

**ЗАДАЧА 6.2.** Скорректировать формулу для предыдущей задачи, чтобы формула правильно работала для исходных данных: в ячейке А10 — "Сейфетдинова", в В10 — "Наиля", в СЮ — пусто. (Воспользуйтесь функцией ЕПУСТО.)

**ЗАДАЧА 6.3.** В столбце А расположено несколько инвентарных номеров (рис. 6.2).

В столбец В поместить цифры, размещенные после второго дефиса. Сделать это двумя способами: 1) с использованием функций работы с текстовыми строками; 2) с использованием пункта меню "Данные/Текст по столбцам".

255-377-421
34-442-37
7583-81-344

**Рис. 6.2**

**ЗАДАЧА 6.4.** В столбце размещены фамилии, в которых беспорядочно смешаны строчные и прописные буквы, например, "иВанОв". С помощью какой функции можно придать фамилиям нормальный вид: "Иванов"?

*Упражнение 6.1.* По Справке изучите различия между функциями ПОИСК и НАЙТИ. Придумайте примеры, на которых проявляются эти различия.

Функции ПОИСК и НАЙТИ отыскивают позицию первого вхождения заданной подстроки в строку. Если точно известно количество вхождений подстроки, можно найти позицию и второго, и третьего вхождения, как это сделано в примере. К сожалению, среди функций Excel отсутствует функция, которая подсчитывает количество вхождений подстроки в строку. Но такую функцию можно написать на языке VBA.

**ЗАДАЧА 6.5.** Ранее Вы решали задачу о вычислении суммы цифр трехзначного целого числа. Еще раз решите эту задачу, но с использованием текстовых функций. (Формула должна подсчитывать сумму цифр также для двузначных и однозначных чисел.)

*Указание.* Воспользуйтесь функцией ТЕКСТ для преобразования числа в строку.

#### **ПРИМЕР 6.2.**

Что произойдет, если воспользоваться операцией конкатенации (сцепки) строк для чисел? Введите в ячейку F3 число 12, в ячейку G3 число 14, а в ячейку G4 формулу = F3 & G3. Эта формула вернет текстовое значение 1214. Попытаемся превратить его в число с помощью функции Ч(значение): в G5 поместите формулу =Ч(G4). Она вернет 0. Неудача! Как же преобразовать содержимое ячейки G4 к числу? Здесь поможет следующий трюк: введите в ячейку G6 формулу =G4\*1. Эта формула вернет число 1214. Чтобы выполнить умножение, Excel *пытает-*

ся преобразовать результат в ячейке G4 в число; это ему удается.

Этот прием полезно запомнить. Пусть в диапазоне F8:F10 записаны текстовые строки: '10, '12 и '15. Как быстро преобразовать их в числа? Введите в ячейку G8 число 1; выполните над этой ячейкой команду "Копировать" (Ctrl+C); выделите блок F8:F10; в контекстном меню выберите "Специальная вставка"; в диалоговом окне установите переключатель "умножить", нажмите "ОК", нажмите Esc. >

Перейдите на новый рабочий лист.

### ПРИМЕР 6.3.

[23]. Данные в столбце A (начиная с ячейки A1) имеют вид:

123 АБВГД  
5ZBNWQ  
84Том

(текст предваряется числом, состоящим из одной, двух или трех цифр). Поместить эти строки в столбец B, отбросив начальные цифры и убрав лишние пробелы.

*Решение.* В ячейку B1 введите формулу

=ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(ПСТР(A1,1,3)\*1),  
СЖПРОБЕЛЫ(ПРАВСИМВ(A1,ДЛСТР(A1)-3)),  
ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(ПСТР(A1,1,2)\*1),  
СЖПРОБЕЛЫ(ПРАВСИМВ(A1,ДЛСТР(A1)-2)),  
СЖПРОБЕЛЫ(ПРАВСИМВ(A1,ДЛСТР(A1)-1))))

Тщательно разберите эту формулу. Если назначение какой-либо из функций Вам непонятно, обратитесь к Справке. Обратите внимание, что эту задачу невозможно **решить** с использованием Мастера текстов, так как у данных в строках нет фиксированной ширины и нет разделителей. ▸

**ЗАДАЧА 6.6.** Пусть в ячейке содержится возраст человека в годах (целое число — количество полных лет). В соседней ячейке выводить текстовую строку: возраст с указанием "год", "года", "лет" (например, "42 года"; заметьте, что в возрасте от 11 до 14 нужно добавлять "лет").

*Упражнение 6.2.* Самостоятельно изучите по Справке функцию **СОВПАД**. Предложите примеры ее использования.

**ЗАДАЧА 6.7.** В ячейках блока **A2:A10** содержатся строки цифр, разделенные запятыми (например, в **A2** строка "1,2,4", в **A3** строка "1,3,6" и т.д.). В **B1** пользователь вводит цифру, допустим 2. Поместить в **B2:B10** формулы, которые возвращают строки "есть" или "нет" в зависимости от того, имеется ли в строке из соответствующей ячейки столбца **A** цифра из **B1** или нет (в **B2** будет выведено "есть", а в **B3** — "нет"). В **B11** сосчитать количество ячеек блока **A2:A10**, содержащих искомую цифру.

## 6.2. Даты

Перейдем на новый рабочий лист и назовем его "Даты".

Напомним, что в первой главе мы корректировали международные установки Windows 95. В частности, был установлен формат даты **ДД/ММ/ГГ**.

### ПРИМЕР 6.4.

#### Элементарные операции с датами.

1. Для того чтобы понять, как хранятся даты в ячейках Excel, введем в ячейку **A1** дату 1 января 1900 года. В Excel 5.0/7.0 нужно ввести 1/1/00, в Excel 97/2000 нужно ввести 1/1/1900 (дата 1/1/00 будет воспринята как 1/1/2000 — фирма Microsoft позаботилась о грядущем переходе в новое тысячелетие). Далее расположим в **A2:A10** даты 2/1/1900, 3/1/1900 ... (для этого воспользуемся пунктом меню "Правка/ Заполнить/ Прогрессия"). Скопируем блок **A1:A10** в **B1:B10**. А теперь наложим на блок **B1:B10** формат "Основной". Это можно сделать так: **Ctrl+Shift+~** либо выбрать в меню "Формат/ Ячейки/ Число/ Основной". Мы увидим, что в **B1:B10** хранится арифметическая прогрессия 1, 2, ..., 10. Итак, дата в Excel — количество дней, прошедших от 1 января 1900 г. Удалим блок **A1:B10** (выделить его и нажать клавишу **Del**).

2. Введем в ячейку **A1** формулу =СЕГОДНЯ(). (В Мастере функций ищите эту функцию в категории "Дата и время"). Отображается сегодняшнее число. Наложим на ячейку **A1** формат "Общий". Мы увидим количество дней, прошедших от начала XX века до сегодняшнего дня. Вернем ячейке прежний формат.

3. Наложите на **A1** по очереди различные форматы даты, доступные в списке "Формат/ Ячейки/ Число/ Дата и время".

4. Испытаем некоторые функции работы с датами. Введите в A2 формулу =ГОД(A1), в A3 формулу =МЕСЯЦ(A1), в A4 формулу =ДЕНЬ(A1). Однако мы, к своему удивлению, увидим какие-то странные даты. Например, если текущий год 1998, то в A2 отобразится 20/06/05. Дело в том, что, когда мы удалили содержимое ячеек A1:A10, остался автоматически наложенный на эти ячейки формат даты. Исправим положение. Выделите A2:A4 и наложите на них формат "Основной". Блок надо было очищать иначе: нужно было после выделения блока выбрать в меню пункт "Правка/ Очистить/ Все". Тогда в ячейках исчезнет и наложенный на них формат.

5. Иногда **требуется** получить порядковый номер дня недели. Для этого в ячейку A5 введите формулу =ДЕНЬНЕД(A1,2) (выясните в Справке назначение второго аргумента этой функции).

6. А как получить название дня недели или название месяца? Скопируйте A1 в B1:E1 (протяните маркер заполнения). Для каждой из ячеек введите пользовательский формат. Например, для B1 выберите в меню "Формат/ Ячейки/ Число/ (все форматы)" и в поле ввода "Тип:" введите ДДД. Нажмите "ОК". Отобразится сокращенное название дня недели. Далее сделайте для C1 формат ДДДД, для D1 формат МММ, для E1 формат ММММ.

Такой способ не всегда удобен. Иногда хотелось бы получить в ячейке текстовую строку с названием дня или месяца. Для этого используется функция ТЕКСТ( значение, форматная строка). Получим в блоке B2:B5 те же результаты, что и в B1:E1. Введем в ячейку B2 формулу =ТЕКСТ(A1,"ДДД"). В ячейке будет отображено сокращенное название дня недели, причем выровненное по левому краю. Теперь продемонстрируем метод копирования формул, когда по каким-либо причинам мы не хотим использовать абсолютную адресацию. Превратим формулу в ячейке B2 в текстовую строку: для этого нажмем функциональную клавишу F2 и предварим формулу одиночной кавычкой: '=ТЕКСТ(A1,"ДДД")'. Скопируем эту строку в блок B3:B5 (протяните маркер заполнения). Исправьте в формулах **форматные** строки на "ДДДД", "МММ", "ММММ". Заодно удалите кавычку перед знаком равенства — текст превратится в формулу.



7. Две последние цифры года можно получить по формуле `=ТЕКСТ(А1,"ГГ")`. Но при этом получится текстовая строка. Чтобы получить число, нужно набрать формулу `=ЗНАЧЕН(ТЕКСТ(А1,"ГГ"))`. Проверьте.

8. Благодаря тому, что даты представляют собой порядковые числа, с ними можно производить вычисления. Можно вычислить, сколько дней прошло между двумя датами, например `"24/01/99" - "19/12/97"`. Можно прибавлять к дате или вычитать из нее определенное количество дней.

9. Остановимся на проблеме отображения дат, находящихся на рубеже тысячелетий, в Excel 2000. Если пользователь ввел в состав даты значение года, состоящее из двух цифр (или такая дата получена Excel из внешней базы данных), то она интерпретируется так: двухзначные значения года от 00 до 29 интерпретируются как годы с 2000 по 2029; двухзначные значения года от 30 до 99 интерпретируются как годы с 1930 по 1999. Например, дата 02/03/29 будет воспринята как 02/03/2029, а дата 02/03/31 — как 02/03/1931. Проверьте! >

**ЗАДАЧА 6.8.** Вычислите свой возраст в днях и неделях.

**ЗАДАЧА 6.9.** Производственное совещание проходит по вторникам и пятницам. Составьте их расписание на второй квартал 2001 г. в виде таблицы **Дата-День** недели. Превратите формулы в первом столбце таблицы в значения и замените вручную 1 мая на 30 апреля.

**ЗАДАЧА 6.10.** В ячейке А7 дата помещена в форме 981022 (т.е. 22 октября 1998 г.). Преобразовать ее в формат Excel двумя способами: с помощью текстовых функций и с помощью пункта меню "Данные/ Текст по столбцам" (дата останется в одном столбце, на втором шаге Мастера текстов укажите, что она в формате ГМД).

**ЗАДАЧА 6.11.** (только для Excel 97/2000 — условное форматирование). Введите в столбец А даты от 1 марта до 30 апреля 2000 г. Наложите на диапазон условный формат, чтобы даты, на которые приходится суббота и воскресенье, отображались полужирным красным шрифтом.

Имеется функция для того, чтобы "собрать" дату из года, месяца и дня: **ДАТА(год, месяц, день)**. Прочитайте Справку об этой функции. Любопытно, что аргументами этой функции могут быть числа, не входящие в допустимый диапазон. Например,

формула =ДАТА(99, -2, 42) вернет дату 11/11/98 (проанализируйте, почему).

**ЗАДАЧА 6.12.** Выяснить, в какие месяцы заданного года тринадцатое число приходится на пятницу. Для этого спроектировать таблицу следующего вида (рис. 6.3).

1998		
1	13/01/98	вторник
2	13/02/98	пятница
...	...	...
12	13/12/98	воскресенье

Рис. 6.3

Пользователь вводит год (освальная часть таблицы защищена от изменений). Если Вы работаете в Excel 97/2000, то выделяйте ячейки с пятницей цветом (пункт меню "Формат/ Условное форматирование").

Предположим, вы ведете в рабочей книге учет поступления и убыли товаров. Полезно знать прием, как быстро внести в ячейку текущую дату как константу: для этого нажмите клавиши Ctrl+;

**Упражнение 6.3. Получение рядов дат.** Мы неоднократно использовали команду меню "Правка/ Заполнить/ Прогрессия". Эту команду можно применять для получения рядов дат.

1. Получите даты с шагом два месяца для начальной даты 31/12/1999 и конечной даты 31/12/2000.

2. Получите рабочие дни для июля 2000 г.

**ПРИМЕР 6.5.**

**Автозаполнение и списки.** Номера кварталов, названия дней и месяцев приходится вводить в рабочие листы довольно часто. В Excel эта утомительная процедура автоматизирована.

1. На новом рабочем листе поместите в ячейку A1 строку "1 кв.". Протащите маркер заполнения этой ячейки до H1. Ячейки будут заполнены номерами кварталов.

1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

2. В ячейку A3 введите название месяца "январь". Протащите маркер заполнения этой ячейки до A18. Блок A3:A18 будет заполнен названиями месяцев. За "декабром" последует "январь". Откуда Excel взял эту последовательность? Откройте вкладку "Сервис/ Параметры/ Списки" и Вы увидите там четыре списка: полные и сокращенные названия месяцев и дней недели.

Испытайте их: введите в ячейку В3 "ноя", в С3 "вт", в D3 "чет-верг", выделите блок В3:D3 и протащите маркер заполнения блока вниз. Проверьте, что элементы списков можно начинать с прописной буквы, что можно целиком вводить их прописными буквами. >

В главе 9 мы научимся создавать пользовательский список.

### 6.3. Дополнительные функции для работы с датами

Некоторые полезные функции доступны, если установить надстройку "Пакет анализа", а затем подключить эту надстройку с помощью команды меню "Сервис/ Надстройки".

Наиболее полезной из новых функций является функция **КОНМЕСЯЦА( начальная\_дата, число\_месяцев)**.

**Число\_месяцев** — это число месяцев до или после **начальной\_даты**. Положительное значение аргумента **число\_месяцев** означает будущую дату; отрицательное значение означает прошедшую дату. Функция возвращает последнюю дату месяца, который отстоит на заданное число месяцев от текущей даты.

#### ПРИМЕР 6.6.

Допустим, в А4 записана дата 3 апреля 2000 г. Тогда функция **КОНМЕСЯЦА( А4, -2)** вернет число 36585. Наложим на него формат даты: **Ctrl+1/ Число/ Дата/**, выберем образец 16/04/97 (в Excel 2000 образец другой: 14/03/99), получим 29/02/00. >

**ЗАДАЧА 6.13.** Для текущей даты вычислить: а) порядковый номер дня с начала года; б) сколько осталось дней до конца года, до конца месяца, до конца недели.

**ЗАДАЧА 6.14.** В ячейке В1 должен выводиться текст "Расход топлива за февраль 1999 г.", если сейчас март 1999 г., т.е. за предыдущий месяц. Если сейчас январь 1999 г., то, естественно, должен выводиться текст "Расход топлива за декабрь 1998 г.". (При открытии рабочей книги в зависимости от текущей даты будет выводиться соответствующая строка. Но для экспериментов вводите дату в ячейку А1 и формируйте строку в ячейке В1 в зависимости от А1.)

Функция ЧИСТРАБДНИ( начальная дата, конечная дата, праздники) возвращает количество рабочих дней между начальной и конечной датами включительно. Рабочими считаются все дни, за исключением выходных и праздничных дней.

Праздники — это необязательный аргумент, являющийся множеством из одной или нескольких дат в числовом формате, которые должны быть исключены из числа рабочих дней, например государственные праздники.

Проще всего этой функцией пользоваться, если ее аргументы — имена ячеек, последний аргумент — имя блока. Если же надо в качестве аргумента ввести дату как строковую константу, то преобразуйте ее функцией ДАТАЗНАЧ (например, ДАТАЗНАЧ("23/06/99") — эта функция вернет порядковый номер даты).

**ЗАДАЧА 6.15.** Сосчитать количество рабочих дней в январе 2000 г. (праздники 1, 2, 7 января). Проверьте по календарю.

## 6.4. Время

### ПРИМЕР 6.7.

1. Время вводится в ячейку в формате ЧЧ:ММ:СС. Например, 15:56:48, т.е. 15 ч. 56 мин. 48 с. Секунды можно и не вводить (15:24). Можно не вводить и минуты, но двоеточие должно присутствовать обязательно (18:).

2. Теперь изучим внутренний формат представления времени. Введем в ячейку 12:, т.е. 12 ч. Отобразится 12:00. Наложим общий формат (клавиши **Ctrl+Shift+~**). В ячейке — число 0.5, т.е. половина суток. Введите 9:, 18: и наложите общий формат. Ясно, что внутреннее представление времени — это доля суток.

В ячейку можно ввести дату и время. Например, введите 12/02 15:. В ячейке отобразится 12/02/99 15:00 (если текущий год 1999). Наложите общий формат. Вы получите число 36203.625, т.е. количество дней от 01/01/1900 и доля суток. >

### ПРИМЕР 6.8.

Сколько часов прошло с 6 ч. 14 апреля до 15 ч. 16 апреля? Введем в ячейку D1 дату и время 14/4 6:, а в ячейку D2 — 16/4 15:. В D3 поместим формулу = D2 - D1 и наложим формат [ч].

Ответ: 57 ч. Можно было выбрать в списке форматов [ч]:м:с. Ответ был бы выведен в форме 57:00:00. Аналогичный прием (заключение форматного символа в квадратные скобки) подходит для минут и секунд между двумя моментами времени. >

**ЗАДАЧА 6.16.** В задаче 2.7 предлагалось выяснить, сколько полных часов от 0 до 23, полных минут от 0 до 59 и секунд от 0 до 59 содержат 13257 с, прошедших с начала суток. Она была решена с использованием числовых функций. Дайте другое решение на основе формата времени.

**ЗАДАЧА 6.17.** Занятие продолжается с 9:00 до 11:30 без перерыва. Какова продолжительность занятия в минутах и сколько академических часов (45 мин.) оно продолжается?

**ЗАДАЧА 6.18.** На обложке CD ROM с музыкальными записями указано время проигрывания каждой записи в минутах и секундах: 6:47, 4:23, 5:56, 4:14. Вычислить общее время звучания в секундах.

## 6.5. Время в финансовых расчетах

Измерение времени в финансовых расчетах имеет свои особенности. При предоставлении краткосрочного кредита оплата за его использование пропорциональна времени, на которое он предоставлен. Здесь-то мы и сталкиваемся с вынужденными несовершенствами нашего календаря. Пусть один кредит предоставлен на первое полугодие 1998 г., а второй — на второе полугодие этого же года. На первый взгляд, сроки кредитов одинаковы — полгода. Но первое полугодие длится 181 день, а второе — 184 дня. (Убедитесь в этом, выполнив расчеты в Excel.) Поэтому измерение времени в финансовых расчетах сопровождается условными соглашениями. Фактически здесь можно выделить два основных подхода:

- придерживаться точного числа дней в году (365, 366) и точного числа дней в месяцах;
  - считать, что год состоит из 12 месяцев, каждый по 30 дней.
- Но есть и промежуточные подходы.

Сначала разберем вопрос, как подсчитывать количество дней, разделяющих две даты. Если мы рассматриваем так называемую *фактическую* длину года и месяцев, то ответ прост: нужно вычислить разность между двумя датами. Мы уже знаем, что это сведется к вычислению разности между порядковыми

номераи дат. Но как поступить при использовании второго подхода к измерению времени? Для этого изучим функцию, которая позволяет рассчитывать количество дней между двумя датами для 360-дневного года: ДНЕЙ360( **нач\_дата**, **кон\_дата**, метод). Аргументы **нач\_дата** и **кон\_дата** — это даты в числовом формате, но это могут быть и текстовые строки вида "11/2/98" (надо записывать такие текстовые строки в соответствии с принятым в операционной системе форматом: мы договорились использовать в качестве разделителя наклонную черту, поэтому, если ввести дату как "11.2.98", функция вернет #ЗНАЧИ).

Сложнее разобраться с третьим (необязательным) аргументом метод. Этот аргумент может принимать два значения: ЛОЖЬ или ИСТИНА. Если этот аргумент опущен, то по умолчанию он принимает значение ЛОЖЬ.

Итак, если методу присвоено значение ЛОЖЬ, то применяется американский метод, принятый NASD (National Association of Securities Dealers — Национальная ассоциация биржевых дилеров (США)). Вот что сообщается в справочной системе:

"Если начальная дата является 31-м числом месяца, то она полагается равной 30-му числу того же месяца. Если конечная дата является 31-м числом месяца и начальная дата меньше, чем 30-е число, то конечная дата полагается равной 1-му числу следующего месяца, в противном случае конечная дата полагается равной 30-му числу того же месяца."

Довольно-таки запутанно. К этому еще надо добавить, что 28 и 29 февраля полагаются равными 30 февраля.

Если же аргументу метод присвоено значение ИСТИНА, то используется европейский метод. Начальная и конечная даты, которые приходятся на 31-е число месяца, полагаются равными 30-му числу того же месяца.

#### **ПРИМЕР 6.9.**

Вычислить разность между датами 31 августа и 28 июля 1996 г.

*Решение.* В столбце D (рис. 6.4) размещены текстовые строки с формулами, взятыми из ячеек столбца С. В соответствии с изложенным алгоритмом для американского метода конечная дата 31/08/96 превратилась в 01/09/96, поэтому разность, **вычис-**

ленная функцией ДНЕЙ360 по американскому методу, на единицу больше, чем по европейскому методу. >

	A	B	C	D
1	28/07/96	31/08/96	34	=B1-A1
2			33	=ДНЕЙ360(\$A\$1,\$B\$1)
3			32	=ДНЕЙ360(\$A\$1,\$B\$1,ИСТИНА)

Рис. 6.4

В финансовых вычислениях нам потребуется другая функция, тесно связанная с только что рассмотренной: **ДОЛЯГОДА(нач\_дата, кон\_дата, базис)**. Эта функция возвращает частное от деления количества дней между **нач\_дата** и **кон\_дата** на количество дней в году. Из рассмотрения предыдущей функции ясно, что здесь может быть несколько вариантов, полученных сочетанием методик **вычисления** разности между двумя датами и определением количества дней в году. Эти варианты определяют выбор базиса (рис. 6.5).

0 или опущен	US (NASD) 30/360
1	Фактический/фактический
2	Фактический/360
3	Фактический/365
4	Европейский 30/360

Рис. 6.5

#### ПРИМЕР 6.10.

Вычислить долю года между датами 28 июля и 31 августа 1996 г.

**Решение.** Это продолжение предыдущего примера. Год 1996-й выбран не случайно. Он високосный. Дополним таблицу из предыдущего примера (рис. 6.6).

В столбце B показаны формулы из столбца A, в столбце D — формулы из столбца C. Формулы в **A6:A10** подобраны так, чтобы возвращаемый ими результат был такой же, как в **C6:C10**.

Наглядно видно, что функция работает не вполне корректно. Функция с третьим аргументом, равным 1, должна была вернуть то же значение, что и в ячейке C5, но результат получился такой, как будто год обычный, а не високосный.

	A	B	C	D
5			0.092896	=С\$1/366
6	0.091667	=33/360	0.091667	=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,\$B\$1,0)
7	0.093151	=34/365	0.093151	=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,\$B\$1,1)
8	0.094444	=34/360	0.094444	=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,\$B\$1,2)
9	0.093151	=34/365	0.093151	=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,\$B\$1,3)
10	0.088889	=32/360	0.088889	=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,\$B\$1,4)

Рис. 6.6

Удивительно, что эта функция правильно подсчитывает число полных лет. Если ввести в A1 дату 31/08/95, то формула =ДОЛЯГОДА(\$A\$1,\$B\$1) вернет 1. >

**ЗАДАЧА 6.19.** В ячейке A1 записана дата рождения. Вычислить количество полных лет на сегодняшний день: а) если установлен "Пакет анализа", б) если "Пакет анализа" не установлен.

## 6.6. Ось времени в диаграммах

В Excel 97 появилась новинка: теперь если категориями являются даты, то шкала оси категорий выбирается так, чтобы отобразить все даты из заданного промежутка, даже если не всем датам на шкале соответствуют данные из таблицы.

### ПРИМЕР 6.11.

дата	продукция
09/09/99	12
10/09/99	14
13/09/99	11
14/09/99	12

Рис. 6.7

В нижеследующем фрагменте показан выпуск продукции на предприятии (рис. 6.7). 11 и 12 сентября приходятся на субботу и воскресенье, поэтому продукция не выпускалась. Постройте график объема продукции: на оси категорий Вы увидите даты 11/09/99 и 12/09/99, которых нет в исходной таблице. Если Вы не хотите, чтобы эти даты присутствовали на диаграмме, то в меню "Диаграмма/ Параметры диаграммы/ Оси" поставьте переключатель для оси X из положения "автоматическая" в положение "категории". Тогда "лишние даты" исчезнут. Разумеется, это действие можно было выполнить на третьем шаге работы с Мастером функций. ▷



В этой главе мы освоим средства извлечения информации из блоков (диапазонов).

### 7.1. Использование справочной таблицы

#### ПРИМЕР 7.1.

На диске имеется текстовый файл `test.txt` со сведениями о выполнении тестов группой **ИСПЫТУЕМЫХ** (всего 68 фамилий):

Фамилия И.О.	Тест 1	Тест 2	Тест 3
Муравьев А.Н.	20	14	25
Морозов А.Л.	12	3	18
Гусев Н.А.	13	14	17
...	...	...	...

(Этот файл подготовлен в DOS с помощью текстового редактора. Файл можно получить в Интернет по адресу, указанному в предисловии.)

Импортировать файл в электронную таблицу. Вычислить суммарное количество баллов **для** каждого испытуемого и проставить ему оценку в соответствии со шкалой: меньше 18 — "2", от 18 до 32 — "3", от 33 до 48 — "4", больше 48 — "5". Отсортировать таблицу по убыванию оценки, а в пределах одинаковой оценки — по фамилиям. Вычислить средний балл по каждому тесту.

**Решение, Чтение файла.** В меню выбираем "Файл/ Открыть" (клавиши **Ctrl+O**). В диалоговом окне выбираем тип файла "текстовый". Выделяем файл `test.txt`. После закрытия диалогового окна запускается Мастер текстов. Указываем, что формат файла — DOS. Нажимаем кнопку "Далее". В следующем

окне убеждаемся, что текст правильно разбит на столбцы, и нажимаем кнопку "Готово". На рабочем листе — содержимое текстового файла.

*Форматирование и расчет суммы баллов.* Удаляем вторую строку (с пунктирной линией), потому что между заголовками столбцов и данными не должно быть разделителей. Выполняем автоподгонку ширины столбцов. В E1 вводим "Результат". Вычисляем сумму баллов по всем тестам для каждого участника тестирования.

*Расчет оценки.* В F1 вводим "Оценка". Теперь нужно ввести формулу для вычисления оценок по указанной в условии шкале. Сделаем это двумя способами.

1-й способ. Решение на основе вложенных функций ЕСЛИ.

Постройте нужную формулу самостоятельно. Вы должны реализовать условный оператор:

если сумма < 18 то 2 иначе  
если сумма < 33 то 3 иначе  
если сумма < 49 то 4 иначе 5

Но если бы нам была предложена десятибалльная шкала оценок, аналогичное решение не прошло бы (количество вложенных функций ЕСЛИ ограничено семью).

2-й способ. Решение на основе функции вертикального просмотра таблицы ВПР.

Составим справочную таблицу. Разместим ее на отдельном рабочем листе. Так как сейчас в рабочей книге только один лист "TEST", выполним команду меню "Вставка/ Лист". Назовем лист "Баллы". Разместим на нем следующие данные (рис. 7.1).

	А	В
1	0	2
2	18	3
3	33	4
4	49	5

Рис. 7.1

В этой таблице два столбца: первый — с граничными значениями суммы баллов и второй — с оценками. Для удобства дадим интервалу A1:B4 имя tabl (выделить блок (Ctrl+\*) и в поле имени (слева от поля ввода) ввести имя tabl). Тем самым будет обеспечена абсолютная адресация этого блока при копировании формулы, содержащей ссылку на этот блок.

Синтаксис функции **ВПР** имеет вид: **ВПР(искомое\_значение, инфо\_таблица, номер\_столбца, тип\_соответствия)**. В нашем случае **искомое\_значение** -- это сумма баллов (из ячейки **E2**). Это значение функция ищет в **инфо\_таблице** (в нашем случае **tabl**). Предположим, **искомое\_значение** равно 20. В первом столбце **инфо\_таблицы** самого числа 20 нет, а число, "ближайшее снизу", — 18 (точная формулировка: ищется наибольшее значение, которое не превышает **искомое\_значение**). Если в функции **ВПР** **номер\_столбца** равен 2, то из таблицы выбирается оценка 3 (в той же строке, что и 18).

**Тип\_соответствия** — необязательный параметр. Если он равен **ИСТИНА** или опущен, то первый столбец **инфо\_таблицы** должен быть упорядочен по возрастанию, и в нем отыскивается наибольшее значение, не превышающее **искомое**. Если **тип\_соответствия** — **ЛОЖЬ** (можно вместо **ЛОЖЬ** вводить 0), то первый столбец **инфо\_таблицы** может быть неупорядоченным, а функция **ВПР** ищет точное соответствие для **искомого\_значения**.

Итак, вводим в **G2** формулу **=ВПР(E2,tabl,2)**. (В Мастере функций сначала выбираем категорию "Ссылки и массивы"). Далее копируем эту формулу, как обычно.

Эта функция очень важна. Внимательно прочитайте об этой функции в Справке. Там приведены полезные примеры и много важной дополнительной информации.

Поясним, почему принято решение разместить таблицу **tabl** на другом рабочем листе. Можно было поместить ее на листе "TEST", например в **K1:L4**. Но пользователь может удалить, скажем, третью строку исходной таблицы и тем самым испортить **tabl**.

Другие примеры использования функций просмотра последуют далее, а пока еще поработаем с таблицей **Test**.

Убедитесь, что оценки в столбцах **F** и **G** совпадают, скопируйте заголовок "оценка" в **G1** и удалите столбец **F**.

**Заголовок.** Вставьте перед таблицей пустую строку. Поместите в **A1** строку "Результаты тестирования". Выделите блок **A1:F1** и нажмите на панели форматирования кнопку "Объединить и поместить в центре". Заголовок будет отцентрирован. Отформатируйте его полужирным шрифтом, размер шрифта 12 пунктов.

Заголовки во второй строке ("Фамилия И.О." и т.д.) отцентрируйте (выделите всю строку и нажмите кнопку "По центру" на панели "Форматирование").

*Сортировка.* Отсортируем список по убыванию оценок, а внутри одинаковых оценок — по алфавитному возрастанию фамилий. Для этого: выделим какую-нибудь ячейку внутри таблицы (всю таблицу выделять не обязательно, важно, чтобы таблица представляла собой текущую область, т.е. была ограничена пустыми строками и столбцами). Выберем в меню команду "Данные/ Сортировка". Появится диалоговое окно. В первом выпадающем списке укажем, что сортировка ведется по полю "Оценка". Рядом выберем переключатель "по убыванию". В следующем выпадающем списке выберем поле для сортировки "Фамилия И.О", переключатель "по возрастанию". После нажатия "ОК" список будет отсортирован.

*Расчет средних значений.* В строке, примыкающей к таблице снизу, разместите формулы расчета среднего значения. Отформатируйте результат: три цифры после точки.

*Порядковые номера.* Вставьте слева столбец и разместите там порядковые номера.

Для вставки столбца придется сначала снять распределение заголовка по нескольким ячейкам первой строки: выделите заголовок, нажмите клавиши **Ctrl+1**, в диалоговом окне "Формат ячеек" выберите вкладку "Выравнивание", снимите флажок "Объединение ячеек". После вставки столбца опять распределите заголовок по нескольким ячейкам.

Наложите на блок с порядковыми номерами пользовательский формат **#. \_**. Это означает: число (**#**) заканчивается точкой (**.**), после которой пробел, шириной в закрывающую скобку; **\_** — символ, следующий за знаком подчеркивания, определяет ширину пробела. Для наложения формата выделите блок, нажмите клавиши **Ctrl+1**, выберите вкладку "Число". Выберите в списке "(все форматы)" и в окошке введите пользовательский формат, который будет действовать только в текущей рабочей книге. Подгоните ширину столбца.

В итоге должна получиться таблица, показанная на рис. 7.2.

Выполните имитацию печати (предварительный просмотр).

*Закрепление "шапки" таблицы.* В таблице много строк — она не умещается на рабочем листе. Когда мы просматриваем

последние строки таблицы, мы не видим заголовков столбцов. Это неудобно.

Результаты тестирования						
	Фамилия И.О.	Тест 1	Тест 2	Тест 3	Результат	Оценка
1.	Михайлов А.А.	16	13	20	49	5
2.	Муравьев А.Н.	20	14	25	59	5
3.	Палкин Н.А.	19	23	17	59	5
4.	Щеглов А.П.	18	20	16	54	5
5.	Александров Л.П.	13	11	15	39	4
...	...	...	...	...	...	...
66.	Солодов А.С.	8	4	3	15	2
	Средний балл	12.136	11.318	11.894	35.348	

Рис. 7.2

Чтобы названия столбцов постоянно присутствовали на экране, выполним следующие действия: поставьте курсор мыши на горизонтальную прямоугольную кнопку, примыкающую сверху к вертикальной полосе прокрутки (курсор примет вид вертикальной двунаправленной стрелки). Перетащите этот прямоугольник вниз (он примет вид горизонтальной полосы, разделяющей экран) так, чтобы в верхней области остались только заголовки. Выполните команду "Окно/ Закрепить области" (полоса примет вид тонкой черной линии). Перемещайтесь к нижним строкам таблицы — заголовки останутся на экране.

Чтобы убрать закрепление "шапки", выполните команду "Окно/ Снять закрепление областей" и перетащите горизонтальную разделительную полосу вверх (либо выполните команду меню "Окно/ Снять деление").

*Диаграмма.* Для испытуемых, получивших оценку 5, постройте столбиковую диаграмму. По оси категорий — фамилии. Для каждого испытуемого — четыре столбика: для тестов и суммы. Над каждым столбиком — количество набранных баллов. Вместо цветной заливки поместите в каждый из столбиков свой черно-белый узор (для Excel 97/2000).

Постройте еще одну столбиковую диаграмму: гистограмму с накоплением. Для каждого испытуемого, получившего оценку 5, один столбик, состоящий из трех столбиков, поставленных друг на друга (каждый из трех столбиков соответствует тесту: нижний — тесту 1, средний — тесту 2, верхний — тесту 3).

*Скрытие столбцов и задание области для вывода на печать.* Предположим, нужно напечатать полученную таблицу, но только с итоговыми оценками, без набранных баллов по каждому тесту и без средних значений. Для этого надо **скрыть** столбцы С, D, E, F. Сначала нужно отменить объединение ячеек с заголовком "Результаты тестирования" (выделить ячейки, нажать клавиши **Ctrl+I**, выбрать вкладку "Выравнивание", снять флажок "Объединение ячеек"). Далее выделить столбцы С:F и в контекстном меню выбрать "Скрыть". После этого вновь объединить ячейки A1 :G1 и при необходимости увеличить ширину столбца с оценками, чтобы заголовок помещался в диапазон. Убедитесь, что диаграммы теперь пусты.

Выделите область для печати: всю таблицу, кроме последней строки со средними значениями. Далее выберите в меню пункт "**Файл/ Область печати/ Задать**". Снимите выделение с области и обратите внимание, что эта область окружена пунктирной линией. Нажмите кнопку "Предварительный просмотр", чтобы убедиться, что на печать выводится только то, что требуется. Отмените заданную область печати: "**Файл/ Область печати/ Убрать**". Вновь отобразите скрытые столбцы. >

**ЗАДАЧА 7.1.** Дополните созданную таблицу. В столбце Н против каждой оценки должно стоять "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично".

*Указание.* Изучите функцию **ВЫБОР** и воспользуйтесь ею. Можно решить и с помощью **ВПР**.

**ЗАДАЧА 7.2.** Сосчитайте в таблице количество удовлетворительных оценок.

### **ПРИМЕР 7.2.**

**Функция РАНГ.** Продолжим пример 7.1. Предположим, нас интересует, кто набрал наибольшее количество баллов по первому тесту, кто занимает второе место и т.д. Конечно, можно отсортировать таблицу по полю "Тест 1". Но потом придется делать откат (клавиши **Ctrl+Z**), что не слишком удобно. Хотелось бы иметь столбец, в котором проставлены занятые места по первому тесту, такой же столбец для второго теста и т.д.

*Решение.* Поставленную задачу решает функция **РАНГ** (число, ссылка, порядок). Прочитайте о ней в Справке. Приступим к ее использованию. Скройте столбец Н с результатами решения задачи 7.1.

*Заголовки столбцов.* В ячейку И введите текст "Место1". Поставьте курсор мыши на маркер заполнения этой ячейки и протащите через ячейки J2, K2, L2. Вы получите заголовки "Место2", "Место3", "Место4". Удалите цифру 4 в последнем заголовке.

*Функция РАНГ.* Введем в I3 формулу =РАНГ(C3, C\$3:C\$68). Функция возвратит число 13. Это означает, что испытуемый Михайлов А.А. со своими 16-ю очками (ячейка C3) занял по результатам первого теста (блок C3:C68) 13-е место. Последний аргумент функции опущен. Это означает, что первое место присваивается наибольшему результату. Скопируйте формулу в блок I3:L68. У Вас должен получиться следующий результат (на рис. 7.3 приведено несколько первых строк).

Место1	Место2	Место3	Место4
13	21	2	4
1	15	1	1
3	1	9	1
6	4	16	3

Рис. 7.3

Обратите внимание, что *испытуемые* Муравьев и Палкин оба заняли итоговое первое место с одинаковой суммой баллов 59. А второе место не занял никто. Это особенность функции РАНГ.

*Поиск значения.* Найдем в столбце с заголовком "Место1" ячейки, где выведено число 3. Выделим блок I3:I68 и нажмем клавиши Ctrl+F (эквивалент меню "Правка/Найти"). Появляется диалоговое окно "Найти". В поле ввода поместим число 3. В списке "Область поиска" выберите "значения", установите также флажок "ячейка целиком". (Самостоятельно проверьте, какие результаты поиска Вы получите, если не сделаете этих установок.) Щелкните кнопку "Найти далее". Ячейка I5 станет активной. Повторяйте щелчки по этой кнопке, и Вы увидите другие ячейки выделенного блока, которые содержат в качестве результата число 3. В главе 9 Вы узнаете более эффективное средство отыскания нужных строк в таблице — Автофильтр. >

### ПРИМЕР 7.3.

На диске хранятся два текстовых файла: `ets.txt` и `prep.prn`. (Эти файлы можно получить в Интернете по адресу, указанному в предисловии, или подготовить самостоятельно.) На основе справочных сведений файла `ets.txt` можно рассчитывать оклады бюджетников на основе единой тарифной сетки (ЕТС).

Файл `ets.txt` (данные разделены символом табуляции):

мин.оклад	60
разряд	коэффициент
8	3.12
9	3.53
10	3.99
11	4.51
12	5.10
13	5.76
14	6.51
15	7.36
16	8.17
17	9.07
18	10.07

Чтобы вычислить оклад, например для 9-го разряда, нужно умножить минимальный оклад (60 р.) на коэффициент 3.12.

В файле `prep.rgp` хранится список преподавателей небольшой кафедры: Фамилия И.О., должность, разряд (элементы строки разделены пробелами).

Фамилия И.О.	Должность	Разряд
Муравьев Н.С.	проф.	17
Морозов А.В.	проф.	17
Гусев И.А.	проф.	16
Антонов В.А.	доц.	15
Пирожкова Н.А.	доц.	15
Кабанова М.А.	доц.	15
Краснов Н.А.	доц.	15
Белов Д. П.	доц.	15
Кирсанов Ф.Ю.	доц.	14
Соколов А. Б.	ст.преп.	13
Кудрявцев М.В.	ст.преп.	13
Машков Р.Д.	ст.преп.	13
Михайлов А.А.	ст.преп.	13
Агапова Н.А.	асс.	11
Воронов А.С.	асс.	11



Нужно рассчитать оклад каждого преподавателя и начислить им премию в размере 19% оклада.

**Решение.** Откроем файл `ets.txt`. В третьем столбце таблицы разрядов и коэффициентов рассчитаем оклады для каждого разряда. Полученному блоку (**A3:C13**) дадим имя `ets`.

Откроем файл `prep.prn`. Осуществим подгонку ширины столбцов. В столбце D таблицы рассчитаем оклады для каждого преподавателя. Для этого используем Мастер функций. Выбираем функцию **ВПР**. При вводе второго аргумента функции перейдем в рабочую книгу `ets` (для этого нажмем клавиши `Ctrl+F6` - - переход к другому открытому документу; можно также воспользоваться пунктом меню "Окно", в котором перечислены открытые рабочие книги). Окончательно формула имеет вид: `=ВПР(C4,ets.txt!ets,3)` (но в процессе набора второй аргумент имеет вид `[ets.txt]ets!ets`, т.е. в рабочей книге `ets.txt` выбирается рабочий лист "ets", а на нем блок с именем `ets`; но так как имя `ets` является глобальным для рабочей книги, то окончательная ссылка упрощается). Скопируйте формулу для остальных преподавателей. В формуле уместно указать четвертый аргумент **ВПР** равным нулю, так как следует искать точное соответствие **разрядов**.

Посмотрите стрелки зависимостей для формул, ссылающихся на `ets`.

Посмотрите, что получится, если указать преподавателю разряд, отсутствующий в таблице, например, 6-й (потом нажмем клавиши `Ctrl+Z` для отмены).

Рассчитаем премию. Вставим в таблицу сверху две пустые строки и в ячейку **B1** внесем 19%. Вычислим в столбце E сумму премии. Обратите внимание, что результаты имеют три значащие цифры после точки. Наложите на столбец D формат с двумя цифрами после точки (т.е. **рубли—копейки**). У Вас должна получиться сумма **1159.15**.

А теперь в столбце F рассчитаем премию иначе. В ячейку F4 поместим формулу `=округл(D4*$B$1,2)`. Функция **ОКРУГЛ** округляет свой первый аргумент до количества десятичных цифр после точки, указанного во втором аргументе. Вычислим сумму по столбцу F. Результат **1159.11** отличается от ранее вычисленного. Итак, в столбце E премия вычисляется неверно, а в столбце F правильно.

Удалите столбец Е. Сохраните рабочие книги rger.xls и ets.xls. Закройте обе книги. Вновь откройте книгу rger.xls. На вопрос об обновлении связей ответьте Да. Посмотрите, как изменилась ссылка на **инфо\_таблицу** в функции ВПР. Убедитесь в работоспособности таблицы (например, замените какому-нибудь преподавателю разряд — оклад этого преподавателя изменится).

Когда эта книга была подготовлена к печати, Единая тарифная сетка опять изменилась. Я не стал обновлять пример, так как он носит условный характер. Зарплата преподавателей вычисляется сложнее: имеются надбавки за ученую степень, производятся удержания и т.д. ▷

**\*Упражнение 7.1.** Если Вы хотите в дальнейшем открывать обе рабочие книги rger.xls и ets.xls одновременно, то воспользуйтесь командой меню "Файл/ Сохранить рабочую область". Подробности Вы найдете в Справке (на второй вкладке диалогового окна Справки укажите термин "рабочая область").

**ЗАДАЧА 7.3.** В момент написания книги ставка подоходного налога определялась следующим образом (рис. 7.4).

Размер облагаемого совокупного дохода, полученного в 1998 г.	Сумма налога
до 20 000 р.	12%
от 20 001 р. до 40 000 р.	2 400 р. + 15% с суммы, превышающей 20 000 р.
от 40 001 р. до 60 000 р.	5 400 р. + 20% с суммы, превышающей 40 000 р.
от 60 001 р. до 80 000 р.	9 400 р. + 25% с суммы, превышающей 60 000 р.
от 80 001 р. до 100 000 р.	14 400 р. + 30% с суммы, превышающей 80 000 р.
от 100 001 р. и выше	20 400 р. + 35% с суммы, превышающей 100 000 р.

Рис. 7.4

Требуется спроектировать таблицу. На одном рабочем листе список физических лиц, их совокупный доход за 1998 г. и сумма налога. Расчетная формула для суммы налога использует справочную таблицу, расположенную на другом рабочем листе.

**ЗАДАЧА 7.4.** Решить задачу 6.14 в предположении, что функция **КОНМЕСЯЦА** Вам недоступна (не установлен "Пакет анализа").

Функция горизонтального просмотра ГПР полностью аналогична ВПР. Прочитайте о ней в Справке.

## 7.2. Поиск позиции

Функция **ПОИСКПОЗ** очень похожа на функцию ВПР. Ее синтаксис: **ПОИСКПОЗ(искомое\_значение, массив, тип\_сопоставления)**.

Массив — это блок, состоящий из одного столбца или одной строки.

Тип\_сопоставления — это число -1, 0 или 1.

Если тип\_сопоставления равен 1, то функция **ПОИСКПОЗ** находит наибольшее значение, которое меньше, чем **искомое\_значение** или равно ему. Просматриваемый массив должен быть упорядочен по возрастанию.

Если тип\_сопоставления равен 0, то функция **ПОИСКПОЗ** находит первое значение, которое в точности равно аргументу **искомое\_значение**. Просматриваемый массив может быть неупорядоченным.

Если тип\_сопоставления равен -1, то функция **ПОИСКПОЗ** находит наименьшее значение, которое больше, чем **искомое\_значение**, или равно ему. **Просматриваемый массив** должен быть упорядочен по убыванию.

Если тип\_сопоставления опущен, то предполагается, что он равен 1.

Функция **ПОИСКПОЗ** возвращает позицию искомого значения в массиве, а не само значение.

### **ПРИМЕР 7.4.**

Введите на новом рабочем листе данные (рис. 7.5).

	A	B	C	D	E	F
1	4	1	4	3	2	2

Ряс. 7.5

В A1 — искомое значение, в B1:E1 — массив, в F1 — формула =ПОИСКПОЗ(A1, B1:E1, 0). Формула возвращает значение 2, так как 4 — второй элемент в массиве. Если Вы введете в A1 число 5, то в F1 появится сообщение об ошибке #Н/Д. Замените последний аргумент функции на 1. Если Вы теперь введете в A1 число 3, то в F1 появится неверное значение 1. Причина: последний аргумент, равный 1, требует, чтобы массив был упорядочен по возрастанию. Иначе результат непредсказуем. >

#### ПРИМЕР 7.5.

На рабочем листе "Прейскурант" расположен прейскурант следующего вида (рис. 7.6):

	A	B	C	D
1	Товар	1	30	50
2	Аккумулятор	300	270	250
3	Труба	60	50	45
4	Ключ	35	30	25
5	Задвижка	30	26	22

Рис. 7.6

Здесь в строке "Товар" проставлены граничные значения количества товара, а ниже — цены за единицу товара. Для оптовых покупателей цены снижаются. Например, если покупатель приобретает партию из 6 аккумуляторов, он платит по 300 руб. за штуку, если партия составит 30 шт. — то по 270 руб., если 58 — то по 250 руб.

На следующей странице "Накладная" нужно получить таблицу, показанную на рис. 7.7.

	A	B	C	D
1	Товар	Количество	Цена за 1 шт.	Цена
2	Труба	36	50	1800.00
3	ключ	56	25	1400.00
4	Задвижка	12	30	360.00

Рис. 7.7

Здесь пользователь вводит наименования товаров и их количество. В столбцах C и D автоматически выставляется цена единицы товара в соответствии с прейскурантом (в зависимости от количества).

*Решение.* Для удобства ссылок присвоим имена диапазонам на рабочем листе "Прейскурант". Блок A2:A5 назовите "товары", блок B1:B5 — "цены". Перейдем на лист "Накладная" и сконструируем формулу для ячейки C2. Нужно искать количество товара (из ячейки B2) в первой строке блока "цены". А номер строки, из которой будет извлекаться цена одной штуки товара, найдем с помощью функции ПОИСКПОЗ. Возвращаемое ею значение придется увеличить на 1, так как первая строка блока "товары" является второй строкой блока "цены". Итак, в C2 формула =ГПР( B2, цены, ПОИСКПОЗ( A2, товары, 0) +1). В D2 формула =B2\*C2. Эти формулы копируются вниз. Обратите внимание, что слово "ключ" правильно найдено в блоке "товары", хотя в этом блоке присутствует слово "Ключ".

*Расположение окон.* Для того чтобы проконтролировать правильность работы сконструированной формулы, удобно расположить оба рабочих листа в одном окне. Выполним следующие действия. В меню выберем пункт "Окно/ Новое" (в заголовке окна к названию файла присоединится ":2"). В меню выберем пункт "Окно/ Расположить/ Сверху вниз". Появляются два окна с рабочим листом "Прейскурант" (допустим). В одном из окон перейдем на рабочий лист "Накладная". Теперь мы наглядно видим, что цены проставляются верно. Чтобы избавиться от одного из окон, достаточно закрыть его щелчком по кнопке с крестиком в верхнем правом углу. Оставшееся окно развернуть во весь экран. (Можно и по-другому: в меню: "Окно/ Скрыть").

Дополнительно сделайте следующее. На рабочем листе "Прейскурант" вставьте слева пустой столбец и проставьте в нем порядковые номера товаров (номера заканчиваются точкой). Вставьте сверху пустую строку и введите в C1 "Количество". Отцентрируйте это название по ячейкам C1:E1. Осуществите цветное и шрифтовое оформление шапки и боковика таблицы по вашему вкусу. >

**ЗАДАЧА 7.5.** В блоке A1:A8 расположены числа. Найти порядковый номер наименьшего числа. (Если таких чисел несколько, то найдите позицию первого такого числа.)

### 7.3. Другие функции

Функция ИНДЕКС имеет две формы. Мы изучим только одну: ИНДЕКС(массив, номер\_строки, номер\_столбца).

Эта функция выбирает из прямоугольного блока (массива) элемент, задаваемый номерами строки и столбца, причем эти номера отсчитываются от левого верхнего элемента блока. (Фактически функция возвращает адрес элемента.)

**ПРИМЕР 7.6.**

Введите в диапазон В4:D6 числа (рис. 7.8). Тогда формула **=ИНДЕКС(В4:D6,2,3)** вернет значение 6, а формула **=ИНДЕКС(В4:D6,2,4)** вернет сообщение об ошибке **#ССЫЛКА!**, так как в блоке всего три столбца. >

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Рис. 7.8

**ЗАДАЧА 7.6.** Еще раз обратимся к примеру 7.5. На листе "Накладная" скопируйте блок **A1:D4** в **A7:D10**. В ячейке С8 заново сконструируйте формулу для выборки цены из прейскуранта. Воспользуйтесь функцией **ИНДЕКС**, а для отыскания номеров строки и столбца (второй и третий аргумент функции **ИНДЕКС**) воспользуйтесь **ПОИСКПОЗ**.

*Упражнение 7.2.* (Для Excel 97). Установите надстройку "Мастер подстановок" (В меню "Сервис" появится пункт "Мастер") и разберитесь, как с ней работать. С помощью этой надстройки формулу для решения задачи 7.6. можно получить почти автоматически.

**ПРИМЕР 7.7.**

**Линейная интерполяция.** Пусть функция задана таблицей (рис. 7.9).

$X$	$Y$
$x_1$	$y_1$
$x_2$	$y_2$
...	...
$x_n$	$y_n$

Рис. 7.9

Значения аргумента расположены в порядке возрастания, но необязательно равномерно. Требуется для заданного значения  $x$  вычислить значение  $y$ , используя линейную интерполяцию (т.е. предполагая, что точки  $(x_i, y_i)$  последовательно соединены отрезками прямых линий; для промежуточного значения  $x$  отыскивается ордината точки на отрезке).

Английский математик Уиттекер остроумно заметил, что интерполяция — это наука чтения между строк математической таблицы [24, с. 104].

**Решение.** Прямая, проходящая через точки  $(x_i, y_i)$  и  $(x_{i+1}, y_{i+1})$ , описывается уравнением  $y = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} (x - x_i) + y_i$ . Итак, план

решения следующий: добавить к таблице еще один столбец, в котором вычислить угловые коэффициенты отрезков прямых по формуле  $\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}$ , дать блоку с таблицей имя и извлекать из

таблицы нужные для расчета значения с помощью функции ВПР. Попробуйте реализовать эту программу действий самостоятельно, а потом читайте дальше.

Пусть таблица имеет вид (рис. 7.10):

	A	B	C	D	E	F
1	x	y	k		x	y
2	2	3		-1		3
3	4	1	1.333333			
4	7	5		2		
5	8	7		0		

Рис. 7.10

В С2 введена формула  $=(B3-B2)/(A3-A2)$  и скопирована в С3:С4, в С5 введен 0. Блоку А2:С5 дано имя blk, ячейке Е2 — имя х. В F3 введена формула  $=ВПР(x,blk,3)*(x-ВПР(x,blk,1))+ВПР(x,blk,2)$ .

Формула правильно работает для  $x > x_1$ , в нашем случае для  $x > 2$ . Для  $x > 8$  формула возвращает значение 7 (т.е. функция экстраполируется справа горизонтальной линией  $y = y_n$ ). Но если мы введем в Е2 значение 1, то в F2 появится сообщение #Н/Д (НеДоступно). Нужно исправить формулу, чтобы функция экстраполировалась слева горизонтальной линией  $y = y_1$ . Для этого воспользуемся функцией ЕНД. Эта функция возвращает значение ИСТИНА, если ее аргументом является #Н/Д, и ЛОЖЬ в противном случае. Формула принимает вид  $=ЕСЛИ(ЕНД(ВПР(x,blk,1)),ИНДЕКС(blk,1,2),ВПР(x,blk,3)*(x-ВПР(x,blk,1))+ВПР(x,blk,2))$ . >

В главе 14 предлагается задача интерполяции функции двух переменных.

### ПРИМЕР 7.8.

Построение линейного графика при неравномерной шкале аргументов. Продолжим предыдущий пример. Если построить линейный график на основе блока A1:B5, то график будет иметь искаженный вид, так как на оси категорий расстояние между точками 4 и 7 равно расстоянию между 7 и 8. Как построить график на основе равномерной шкалы категорий?

*Решение.* Скопируем заголовки таблицы из A1:B1 в A7:B7. В A8:A14 разместим арифметическую прогрессию с начальным значением 2 и шагом 1. В B8 разместим формулу =ВПР(A8,blk,2,0) и скопируем ее в B9:B14. Обратите внимание на последний аргумент функции ВПР: 0 соответствует логическому значению ЛОЖЬ, т.е. функция ВПР отыскивает точное соответствие значению  $x$ , а не отыскивает наибольшее значение, не превышающее заданное. Получаем таблицу (рис. 7.11).

	A	B
7	x	y
8	2	3
9	3	#Н/Д
10	4	1
11	5	#Н/Д
12	6	#Н/Д
13	7	5
14	8	7

Рис. 7.11

Значения 3, 5, 7 отсутствуют в исходной таблице, поэтому ВПР возвращает #Н/Д. При построении линейного графика эти значения на диаграмме не отображаются, зато шкала равномерная.

Если в функции ИНДЕКС опустить номер\_строки, то функция вернет весь столбец из массива, а если опустить номер\_столбца, то вернет всю строку (формулы, возвращающие массив значений, мы научимся создавать в следующей главе). Этим можно воспользоваться, включив вызов функции ИНДЕКС в качестве аргумента итоговой функции. ▸

**ЗАДАЧА 7.7.** Дан блок чисел размером 5 на 6 с именем tabl. Найти:

- максимальный элемент в третьем столбце;
- среднее арифметическое элементов четвертой строки.

При работе с блоками полезно уметь автоматически определять их положение и размер.

### ПРИМЕР 7.9.

Дадим диапазону B3:D6 имя "блок" (рис. 7.12).



	A	B	C	D
1				
2				
3			1	2
4			4	5
5			7	8
6			10	11
7				
8		начальная строка		3
9		начальный столбец		2
10		число строк		4
11		число столбцов		3

Рис. 7.12

В D8:D11 содержатся формулы: в D8 =СТРОКА(блок), в D9 =СТОЛБЕЦ(блок), в D10 =ЧСТРОК(блок), в D11 =ЧИСЛСТОЛБ(блок). Самостоятельно изучите эти функции по Справке. >

**ЗАДАЧА 7.8.** Дан блок чисел A1:A10. Найти наибольшее из чисел, встречающееся в этом блоке более одного раза.

**ПРИМЕР 7.10.**

Вновь обратимся к примеру 4.6. В [35, с. 112] дано оригинальное решение проблемы вставки ячеек выше ячейки с функцией суммирования. Обратимся к рис.4.20. В ячейку A4 вместо формулы =СУММ(A1:A3) введем формулу

$$=СУММ(A1:ИНДЕКС(A:A,СТРОКА()-1)).$$

Здесь функция ИНДЕКС обращается к столбцу A и выбирает из него элемент, номер строки которого на единицу меньше текущей строки с формулой. В результате формируется адрес блока. Можно воспользоваться даже такой формулой

$$=СУММ(ИНДЕКС(A:A,1):ИНДЕКС(A:A,СТРОКА()-1)).$$

Тогда ячейки можно вставлять и в начале блока суммирования. Но в этом случае блок суммирования заведомо нельзя перемещать по вертикали. >

Табличные формулы (array formula) называют также формулами массива. Хотя второе название является дословным переводом английского термина и используется в Справке, первое название представляется более благозвучным. Табличные формулы — очень мощное средство Excel, позволяющее в формулах обращаться с блоками, как с обычными ячейками. И хотя механизм работы табличных формул усваивается с некоторыми затруднениями, эти формулы позволяют давать удивительно компактные решения сложных задач. В некоторых задачах вообще невозможно обойтись без табличных формул.

Создайте новую рабочую книгу Ch08.xls.

### 8.1. Ввод и редактирование табличных формул

#### ПРИМЕР 8.1.

Еще раз обратимся к задаче о вычислении дохода как разности прихода и расхода (см. Пример 4.1). Заново введите исходные данные или, еще лучше, скопируйте их из рабочей книги Ch03.xls или Ch04.xls (рис. 8.1).

	A	B	C	D
1	Год	Приход	Расход	
2	1992	200	150	
3	1993	360	230	
4	1994	410	250	
5	1995	200	180	

Рис. 8.1

Для расчета дохода мы вводили в ячейку D2 формулу = B2 - C2, а затем копировали ее в D3:D5. В этих ячейках появлялись формулы = B3 - C3 и т.д. Фактически здесь из вектор-столбца B2:B5 вычитается вектор-столбец C2:C5. Можно ли непосредственно вычесть из вектора вектор одной формулой, а не создавать отдельные формулы для компонент вектора? Да, это возможно.

*Создание имен.* Для наглядности дадим векторам имена. Выделите диапазон со вторым и третьим столбцами таблицы (B1:C5) и дайте команду меню "Вставка/Имя/Создать". Диапазон B2:B5 получит имя "Приход", а диапазон C2:C5 -- имя "Расход". Убедитесь, что теперь можно выделять эти блоки, выбирая из выпадающего списка в поле имени соответствующее имя.

*Ввод табличной формулы с использованием имен диапазонов.* Прежде мы вводили формулу в отдельную ячейку. А сейчас введем ее в диапазон. Подробно опишем шаги.

1. Выделим блок D2:D5. В этом блоке активна ячейка D2.
2. Наберем знак равенства =.
3. Нажмем функциональную клавишу F3. Появится диалоговое окно "Вставка имени". Выберем имя "Приход" и щелкнем "ОК". Формула примет вид = Приход.
4. Наберем знак минус -.
5. Вновь нажмем клавишу F3. В диалоговом окне "Вставка имени" выберем имя "Расход" и щелкнем "ОК". Формула примет вид = Приход - Расход.
6. Нажмем сочетание клавиш **Ctrl+Shift+Enter**. Во всех ячейках блока появится формула **{=Приход-Расход}**.

Прокомментируем шаги. На третьем и пятом шаге мы выбрали имя из списка имен. Можно было ввести имя непосредственно с клавиатуры, но предложенный метод проще и нет риска ошибиться в наборе имени. На шестом шаге мы нажимаем не Enter, как ранее при вводе формулы, а Ctrl+Shift+Enter (при нажатии клавиши Enter должны быть нажаты обе клавиши Ctrl и Shift). Это очень важно. Если бы мы нажали Enter, то формула была бы введена только в активную ячейку блока D2 (Проверьте!). Фигурные скобки, окружающие формулу, говорят о том, что это табличная формула. Эти скобки нельзя набирать вручную (формула будет воспринята как текст).

*Ввод табличной формулы.* Разумеется, табличную формулу можно вводить и без использования имен. Скопируйте блок A1:C5 в A11:C15. Повторим все шаги. Выделим блок D12:D15. В этом блоке активной ячейкой является D12. Наберем знак равенства =. Выделим блок B12:B15, наберем знак минус -, выделим блок C12:C15, нажмем сочетание клавиш Ctrl+Shift+Enter. Во всех ячейках блока появится формула {=B12:B15-C12:C15}. Мы получили две идентичные таблицы.

*Выделение блока с табличной формулой.* Выделите одну из ячеек блока, например D2, и нажмите клавиши Ctrl+/. Будет выделен весь блок. Если проделать эту операцию над обычной ячейкой, будет выведено сообщение "Не найдено ни одной ячейки, удовлетворяющей указанным условиям".

Есть и другой способ выделения. Нажмите клавишу F5 (эквивалент пункта меню "Правка/ Перейти"). В диалоговом окне щелкните кнопку "Выделить", установите переключатель "Текущий массив".

*Изменение табличной формулы.* Попытаемся очистить одну из ячеек, занятую табличной формулой. Например, выделим ячейку D2 и нажмем клавишу Del. Получим сообщение "Нельзя изменять часть массива". Удалить блок можно только целиком.

Отредактировать формулу можно так: выделить блок с формулой (клавиши Ctrl+), нажать функциональную клавишу F2, внести изменения в формулу, нажать сочетание клавиш Ctrl+Shift+Enter. (Попробуйте, например, ввести формулу {=Приход - Расход - 1}, потом отмените это.)

*Коррекция табличной формулы при увеличении блока.* Добавьте в обе таблицы на рабочем листе строку

1996	240	200
------	-----	-----

Как теперь подсчитать доход за 1996 г.? Раньше, когда формулы записывались в отдельные ячейки, мы бы поступили просто: скопировали бы формулу из ячейки D5 в D6 (двойной щелчок мышью по маркеру заполнения). Прделаем это для первой таблицы. Вместо ожидаемого 40 получим результат 50, т.е. число из первой ячейки блока с табличной формулой. Та же операция для второй таблицы даст правильный результат 40, но в строке формул мы увидим {= B16:B19 - C16:C19} — образовался второй блок, что вовсе не входило в наши планы. Легко убедиться (выделить D12 и нажать Ctrl+), что размер исходного

блока с табличной формулой остался неизменным. Удалим формулы в ячейках D6 и D16.

Правильное решение для первой и второй таблиц разное. Для первой таблицы изменим именованные блоки (выделим B1:C6 и "Вставка/Имя/Создать", для каждого имени Excel задаст вопрос: "Заменить существующее определение имени?" Отвечаем "Да"). Выделяем D2:D6, нажимаем клавишу F2 (редактирование) и, ничего не изменяя в формуле, нажимаем клавиши Ctrl+Shift+Enter. Для второй таблицы выделяем D12:D16, нажимаем клавишу F2 и редактируем формулу. Выделим в формуле подстроку B12:B15 и выделим блок B12:B16, так же поступим с блоком C12:C15 либо просто заменим в адресах блоков цифру 5 на цифру 6. Нажимаем сочетание клавиш Ctrl+Shift+Enter.

*Коррекция табличной формулы при уменьшении блока.* Теперь мы хотим удалить в каждой из таблиц строку для 1996 г. Для первой таблицы вновь изменяем поименованные блоки (в ячейке D6 результат отображается как #Н/Д — недоступно). Выделяем блок с табличной формулой, нажимаем клавишу F2 и добавляем в самое начало формулы апостроф (он расположен на клавише с буквой "Э"). Формула превращается в текст. Вводим этот текст во все ячейки (клавиши Ctrl+Enter). Табличная формула прекратила существование. Очищаем последнюю строку таблицы. Выделяем блок D2:D5, нажимаем клавишу F2, удаляем апостроф, нажимаем клавиши Ctrl+Shift+Enter. Аналогично поступаем со второй таблицей.

Как видим, процедура непростая и неприятная. Для решения задачи проще было воспользоваться методами главы 4. Но применение табличных формул, как мы убедимся, дает такие дополнительные возможности, что с неудобствами, связанными с изменениями этих формул, придется смириться. >

Перейдите на новый рабочий лист и назовите его "Векторы".

Напомню, что векторы — это наборы чисел, расположенные горизонтально (вектор-строка) или вертикально (вектор-столбец). Основные операции над векторами:

- сложение: два вектора  $a$  и  $b$  с одинаковым числом компонент образуют новый вектор  $c$ , причем  $c_i = a_i + b_i$ , где  $i$  — номер компоненты вектора;
- умножение на число: каждая компонента вектора умножается на число, т.е.  $b = \lambda a$  означает, что  $b_i = \lambda a_i$ .

**Упражнение 8.1.** В диапазоне A1:A4 дан вектор-столбец  $v$  с компонентами 3, -2, 4, 7. С помощью табличной формулы вычислите вектор  $w = 2v$ , расположив его в соседнем столбце. Отработайте два способа: не используя имен и дав диапазону имя  $v$ . Добавьте к вектору  $v$  пятую и шестую компоненты -12 и 8 и измените табличную формулу. Удалите пятую компоненту вектора. Еще раз решите эту задачу, но при условии, что  $v$  — вектор-строка (например, в D1:G1; результат соответственно в D2:G2).

**Замечание.** Табличная формула  $\{=2*v\}$  означает умножение вектора  $v$  на скаляр 2. Табличная формула  $\{=2*v - 1\}$  с точки зрения векторного исчисления бессмысленна (из вектора вычитается скаляр). Испытайте эту формулу. Она эквивалентна векторной формуле  $2v - (1,1,\dots,1)$ .

## 8.2. Табличные константы

Перейдите на новый рабочий лист и назовите его "Табл.константы".

### ПРИМЕР 8.2.

В блоке (вектор-столбце) A2:A5 записаны числа: 1,2,3,4. Требуется получить в блоке B2:D5 три вектор-столбца, каждый из которых представляет собой результат умножения исходного вектор-столбца на числа 2, -3, 4.

**Решение.** Этот пример мы можем решить уже известным нам методом: разместить числа 2, -3, 4 в диапазоне B1:D1, записать в ячейку B2 формулу  $=\$A2*B\$1$  и скопировать ее в остальные ячейки диапазона B2:D5.

Дадим более экономное решение. Выделим блок B2:D5. Запишем в него табличную формулу  $\{=A2:A5*\{2;-3;4\}\}$ . Получится тот же результат, но мы сэкономили место на рабочем листе: теперь блок B1:D1 пуст.

Проанализируем решение. Табличный массив  $\{2;-3;4\}$  можно интерпретировать как вектор-строку, а блок A2:A5 как вектор-столбец. Получается, что мы перемножили вектор-столбец  $(4 \times 1)$  на вектор-строку  $(1 \times 3)$  и получили матрицу  $(4 \times 3)$ :

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix} [2 \quad -3 \quad 4] = \begin{bmatrix} 2 & -3 & 4 \\ 4 & -6 & 8 \\ 6 & -9 & 12 \\ 8 & -12 & 16 \end{bmatrix}$$

Но если мы введем формулу  $\{=\{2;-3;4\} * A2:A5\}$ , то получим тот же результат, хотя с позиций матричной алгебры вектор-строку  $(1 \times 3)$  нельзя умножать на вектор-столбец  $(4 \times 1)$  из-за несогласованности размеров (число столбцов в первом сомножителе должно равняться числу строк во втором сомножителе).

Итак, массив чисел, разделенных точкой с запятой и заключенных в фигурные скобки, можно рассматривать как вектор-строку. >

Если вместо точки с запятой использован другой разделитель — двоеточие, то массив можно интерпретировать как вектор-столбец.

*Упражнение 8.2.* В **A10:D10** разместите числа: 1, 2, 3, 4. В блок **F10:I12** поместите табличную формулу  $\{=\{2;-3;4\} * A10:D10\}$ . Сопоставьте с результатом примера 8.2. Помечайте местами сомножители и убедитесь, что результат не изменяется.

### 8.3. Функции, возвращающие блок

В Excel имеются функции, **возвращающие** сразу несколько значений. Естественно, что формулы, которые содержат такие функции, надо вводить как табличные и перед вводом этих формул выделять нужное количество ячеек.

#### ПРИМЕР 8.3.

**Подсчет распределения чисел по диапазонам значений.** Функция **ЧАСТОТА(исходный\_массив, массив\_карманов)** подсчитывает, сколько значений из **исходного\_массива** попадает в диапазон между значениями, **представленными** в **массиве\_карманов**. Более точно, если **массив\_карманов** — массив  $\{a:b:c\}$ , то числа **ИСХОДНОГО\_массива** распределяются по промежуткам:  $(-\infty, a]$ ,  $(a, b]$ ,  $(b, c]$ ,  $(c, \infty]$ . Обратите внимание, что промежутки полузамкнутые, т.е., например,  $7 \notin (7, 8]$ , а  $8 \in (7, 8]$ . Количество промежутков на единицу больше количества элементов в **массиве\_карманов**. Введите в блок **A1:A10** числа 1, 2, 2, 3, 4, 6, 5, 4, 4, 3 — это исходный массив. В **C1:C4** введите числа 2, 3, 4, 5 — это массив карманов. В **E1:E5** (количество ячеек в результате на 1 больше, чем в массиве карманов) введите табличную формулу  $\{=\text{ЧАСТОТА}(A1:A10, C1:C4)\}$ . Она вернет значения: 3, 2, 3, 1, 1. Проверьте этот результат. Формулу

можно было ввести в виде  $\{=ЧАСТОТА(A1:A10,\{2:3:4:5\})\}$ . Тогда нет необходимости заполнять блок C1:C4. >

**Упражнение 8.3.** Вернитесь к примеру 7.1 и подсчитайте количество двоек, троек, четверок и пятерок, полученных за тесты. (Обратите внимание, что формулу с функцией ЧАСТОТА нужно ввести только в четыре ячейки, а не в пять.)

В главе 10 мы узнаем намного более универсальный способ извлечения из списков обобщенной информации — сводные таблицы.

#### ПРИМЕР 8.4.

Получение части блока. Можно получить часть блока, если воспользоваться функцией: СМЕЩ( ссылка, смещение\_по строкам, смещение\_по столбцам, высота, ширина).

6	5	10
3	14	11
8	12	24

Рис. 8.2

Пусть в блоке F3:H5 расположена матрица (рис. 8.2).

Тогда для получения копии блока G4:H5 в блоке F9:G10 нужно выделить F9:G10 и ввести табличную формулу  $\{=СМЕЩ(F3, 1, 1, 2, 2)\}$ . Расшифруем эту формулу: от ячейки F3 отступить вправо на один столбец и вниз на одну строку, взять блок из двух строк и двух столбцов. Эта функция может быть внутри итоговой функции, например, формула  $=МИН(СМЕЩ(F3, 1, 1, 2, 2))$  вернет число 11. Эту формулу не нужно вводить как табличную, так как функция СМЕЩ в данном случае возвращает адрес G4:H5. >

Здесь приведена неполная информация о функции СМЕЩ. Прочитайте о ней в Справке.

Для получения строки или столбца матрицы можно воспользоваться функцией ИНДЕКС, изученной нами в главе 7. Например, чтобы получить третий столбец блока tabl (допустим, имеющего размер 5 на 5), введите в блок размером 5 на 1 табличную формулу  $\{=ИНДЕКС(tabl, , 3)\}$ .

## 8.4. Матричные операции

Перейдите на новый рабочий лист и назовите его "Матрицы".

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



### ПРИМЕР 8.5.

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

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

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

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

Использование имен делает процедуру ввода табличной формулы намного проще. Дайте диапазонам A1:C2 и E1:G2 имена M и N. В блок E4:G5 введите табличную формулу {= M + N}. Результат, естественно, тот же.

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

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

**\*Упражнение 8.4.** Осмысленные результаты (не имеющие ничего общего с матричной алгеброй) получаются при сложении матриц разных размеров. Придумайте примеры и попытайтесь выявить правила, по которым Excel выполняет такое сложение.

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

**МОПРЕД** — вычисление определителя матрицы;

**МОБР** — вычисление обратной матрицы;

**МУМНОЖ** — перемножение матриц;

**ТРАНСП** — транспонирование.

Первая из этих функций возвращает число, поэтому вводится как обычная формула. Остальные функции возвращают блок ячеек, поэтому они должны вводиться как табличные формулы. (Примеры, которые мы рассматривали в этой главе ранее, можно было выполнить и без использования табличных формул. А вот для матричных операций без табличных формул не обойтись.) Первая буква "М" в названии трех функций — сокращение от слова "матрица".

#### **ПРИМЕР 8.6.**

Вычислить определитель и обратную матрицу для матрицы

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

Проверить правильность вычисления обратной матрицы умножением ее на исходную. Повторить эти действия для той же матрицы, но с элементом  $a_{33}=10.01$ .

**Решение.** Разместим исходную матрицу в блоке A1:C3.

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

В блок A7:C9 введем формулу для вычисления обратной матрицы. Для этого выделим блок A7:C9 (он имеет три строки и три столбца, как и исходная матрица). Введем формулу {=МОБР(A1:C3)}. Даже если Вы используете Мастер функций, нужно завершать ввод нажатием комбинации клавиш Ctrl+Shift+Enter (вместо щелчка по кнопке "ОК"). Если Вы забыли предварительно выделить блок A7:C9, а ввели формулу в ячейку A7 как обычную формулу Excel (закончив ввод нажатием Enter), то не нужно вводить ее заново: выделите A7:C9, нажмите клавишу F2 (редактирование), но не изменяйте формулу, просто нажмите клавиши Ctrl+Shift+Enter.

Скопируйте блок A1:C9 в блок E1:G9. Чуть-чуть изменим один элемент исходной матрицы: в ячейку G3 вместо 10 введите 10.01. Изменения в определителе и в обратной матрице разительны! Этот специально подобранный пример иллюстрирует численную неустойчивость вычисления определителя и обратной матрицы: малое возмущение на входе дает большое возмущение на выходе.

Для дальнейших вычислений присвоим матрицам на рабочем листе имена: **A1:C3** — **A**, **A7:C9** — **Ainv**, **E1:G3** — **AP**, **E7:G9** — **APinv**. Чтобы в уже введенных формулах появились эти имена, выберите в меню пункт "Вставка/Имя/Применить", выделите в диалоговом окне нужные имена и щелкните "ОК".

Теперь проверим правильность вычисления обратной матрицы. В блок **A12:C14** введем формулу **{=МУМНОЖ(A,Ainv)}**, а в блок **E12:G14** -- формулу **{=МУМНОЖ(AP,APinv)}**. У Вас должен получиться результат, как на рис. 8.3.

	A	B	C	D	E	F	G
1	-73	78	24		-73	78	24
2	92	66	25		92	66	25
3	-80	37	10		-80	37	10.01
4							
5		1				-118.94	
6							
7	-265	108	366		2.222	-0.901	-3.077
8	-2920	1190	4033		24.558	-9.999	-33.907
9	8684	-3539	<b>-11994</b>		-73.012	29.754	100.840
10							
11							
12	1	-2.91E-11	-5.82E-11		1	1.14E-13	1.82E-12
13	0	1	0		0	1	0
14	0	0	1		-1.147E-13	5.68E-14	1

**Рис. 8.3**

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

*Упражнение 8.5.* В блоки **I1:K3** и **I7:K9** введите табличные формулы **{=abs(A-AP)}** и **{=abs(Ainv-APinv)}**, чтобы посмотреть абсолютные отклонения величин в матрицах.

**ЗАДАЧА 8.1.** При каком значении элемента  $a_{33}$  определитель матрицы **A** обратится в нуль.

В матричных операциях можно использовать массив констант. Это матрицы, в которых элементы строк разделены точкой с запятой, а строки отделяются двоеточием. С частными случаями (вектор-строкой и вектор-столбцом) мы уже встреча-

лись. Вот пример вычисления определителя матрицы  $A$ , введенной в формулу как массив констант :

=МОПРЕД({ -73; 78; 24; 92; 66; 25; -80; 37; 10})

**ЗАДАЧА 8.2.** Даны матрицы

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} \quad \text{и} \quad Q = \begin{bmatrix} 4 & 1 & 1 \\ -4 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Вычислить определитель коммутатора этих матриц  $\det(PQ - QP)$ . Все вычисления должны **быть** сосредоточены в одной ячейке.

**ЗАДАЧА 8.3.** Дана матрица

$$S = \begin{bmatrix} "3 & 2 & 1 & 2" \\ 4 & 1 & 1 & 3 \end{bmatrix}.$$

Вычислить матрицу  $2SS^T - E$ , где  $T$  — операция транспонирования,  $E$  — единичная матрица.

**ЗАДАЧА 8.4.** Решить систему уравнений  $Ax = B$  по формуле  $x = A^{-1}b$ .

$$\begin{cases} 2x - y + 5z = 14 \\ x - 3y + 4z = 9 \\ 3x + y - 7z = -20 \end{cases}$$

**ЗАДАЧА 8.5.** Вычислить обратную матрицу для

$$\begin{bmatrix} 4 & -И & 1 \\ 2 & -3 & 7 \\ -2 & 10 & -1 \end{bmatrix}$$

и применить форматирование, чтобы элементы матрицы представляли собой правильные дроби. Выбрать формат на основе величины определителя матрицы.

**\*Упражнение 8.6.** Что будет выведено, если перемножаемые матрицы имеют несогласованные размеры или если блок, выделенный для результата перемножения матриц, имеет неправильные размеры?

**ЗАДАЧА 8.6.** Доказать, что матрица, задаваемая блоком (рис. 8.4),

2	6	5	10
6	20	14	11
5	14	52	12
10	11	12	245

**Рис. 8.4**

является положительно определенной.

*Указание.* Матрица является положительно определенной, если все ее главные миноры положительны. Если матрица расположена, начиная с ячейки **A1**, то ее главные миноры — это определители матриц **A1:A1**, **A1:B2**, **A1:C3** и т.д. Для выделения подматриц используйте функцию СМЕЩ.  $\uparrow$

Заметим, что набор матричных операций в Excel беден. Если Вам нужно серьезно работать с матрицами, лучше прибегнуть к помощи таких математических пакетов, как MatLAB (Matrix LABoratory), Mathematica, Derive.

## 8.5. Дистрибутивные функции

Перейдите на новый рабочий лист и назовите его "Функции".

Можно ли к блоку применить функцию, с тем чтобы она вернула новый блок, содержащий значения функции для элементов исходного блока? Для многих функций Excel это вполне возможно.

### ПРИМЕР 8.7.

Пусть в блоке **A1:A4** записаны числа 1, 4, 9, 16. Поместим в **B1:B4** табличную формулу **{=КОРЕНЬ(A1:A4)}**. Будет выведен столбец значений: 1, 2, 3, 4. Можно считать, что функция **КОРЕНЬ** была применена к вектору из четырех компонент и вернула новый вектор. (Разумеется, тот же результат можно было получить, записав в **B1** формулу **=КОРЕНЬ(A1)** и скопировав ее в блок **B2:B4**.)

Теперь рассмотрим функцию, которую нельзя применять к блоку. Поместим в **D1:D2** логические значения **ИСТИНА** и **ЛОЖЬ**. В блок **E1:E2** запишем табличную формулу **{=И(D1:D2,ИСТИНА)}**. Эта формула вернет значение **ЛОЖЬ** во всех ячейках блока **E1:E2**.

Получается, что функцию **КОРЕНЬ** можно применять к массиву, а функцию **И** — нет. В Excel, насколько мне известно, разграничительный термин для таких функций отсутствует. В программной системе, предназначенной для символьных и численных вычислений, **Mathematica** [8] для функций, которые можно применять к списку (в нашем случае — к блоку) и получать на выходе список (блок), используется термин "listable". Этот термин переведен на русский язык в книге [8] как "свойство дистрибутивности", а сами функции называются дистрибутивными. Перенесем этот термин в Excel.

Продолжим пример с вычислением квадратного корня от элементов блока. Мы хотим вычислить сумму корней  $\sum \sqrt{a_i}$ .

Поместим в ячейку B5 формулу **=СУММ(B1:B4)**. Результат, разумеется, 10. А теперь вычислим эту же сумму, не используя промежуточный блок B1 :B4. Поместим в ячейку A5 табличную формулу **{=СУММ(КОРЕНЬ(A1:A4))}**. Обратите внимание, хотя формула возвращает значение в одной ячейке, она должна вводиться как табличная, т.е. ее ввод заканчивается нажатием комбинации клавиш **Ctrl+Shift+Enter**. Для сравнения введите в A6 эту формулу, как обычную, — она вернет сообщение об ошибке **#ЗНАЧИ.** >

Итак, к массиву, возвращаемому дистрибутивной функцией, можно применить итоговую функцию, которая возвращает всего одно значение. Но вводить такую формулу нужно как табличную.

### ПРИМЕР 8.8.

Функцию **ИЛИ** можно использовать в табличных формулах, но как итоговую, т.е. если **ИЛИ** имеет всего один аргумент и этот аргумент — блок. Пусть в блоке A1 :B2 находятся названия планет (рис. 8.5).

	A	B	C	D
1	Марс	Венера		Венера
2	Нептун	Юпитер		ИСТИНА

Рис. 8.5

В ячейку D2 введем табличную формулу **{=ИЛИ(СОВПАД(A1:B2, D1))}**. Функция **СОВПАД** возвращает логическое значение **ИСТИНА** или **ЛОЖЬ** в зависимости от

совпадения или несовпадения своих аргументов — текстовых строк. Если бы в A4:B5 была введена формула массива {= СОВПАД(A1:B2, D1)}, то она вернула бы значения (рис. 8.6).

Функция ИЛИ(A4:B5) возвращает значение ИСТИНА. Эти две формулы мы объединяем в одну табличную формулу, вводимую в D2.

ЛОЖЬ	ИСТИНА
ЛОЖЬ	ЛОЖЬ

Рис. 8.6

В этом примере напрашивается другое решение — с использованием функции ПОИСКПОЗ, изученной в предыдущей главе. Но эта функция должна применяться к одномерному массиву (рис. 8.7).

	А	В	С	О
1	Марс	Венера	Нептун	Юпитер
2	Плутон	#Н/Д	ЛОЖЬ	

Рис. 8.7

В ячейку B2 введена формула =ПОИСКПОЗ(A2,A1:D1,0). Если в ячейку A2 введено слово "Венера", то формула возвращает 2 (номер первого появления в списке). Если же введено слово, отсутствующее в списке, то формула возвращает #Н/Д. Если мы хотим, чтобы формула возвращала логическое значение, ее можно исправить так: =НЕ( ЕНД( ПОИСКПОЗ( A2, A1 :D1, 0))). Эта формула введена в C2. >

Итак, мы получили замечательную возможность записывать в ячейки сложные формулы, не требующие для своих вычислений ячеек с промежуточными результатами.

**ЗАДАЧА 8.7.** В блоке A1:A10 записана числовая последовательность  $a_1, a_2, \dots, a_{10}$ . Вычислить: а)  $\sum |a_i|$ ; б)  $\sum (\sqrt{|a_i|} - a_i^2)$ ; в)  $\sum \sqrt{10 + a_i^2}$ , где суммирование ведется по всем элементам последовательности.

#### ПРИМЕР 8.9.

В примере 4.6 использовались итоговые функции для обработки данных метеостанции. Было отмечено, что с помощью функции СЧЕТЕСЛИ нельзя получить количество месяцев, на протяжении которых количество осадков лежало в диапазоне от

20 до 80 (назовем такие месяцы нормальными). Теперь решим эту задачу. Скопируйте рабочий лист "osadki" из Ch04.xls в Ch08.xls. Скопируйте текст из ячейки A22 в ячейку A25 и откорректируйте его: "Количество нормальных месяцев". Сначала повторим решение задачи подсчета месяцев с нормальным количеством осадков, приведенное в [13]. Будем использовать вспомогательный блок F4:H15 тех же размеров, что и блок с исходными данными. В ячейку F4 вводим формулу =ЕСЛИ(И(B4>20,B4<80),1,0) и копируем ее в остальные ячейки блока. В блоке выводятся нули и единицы.

Введенная формула является индикаторной функцией множества нормальных месяцев. Дадим определение индикаторной функции  $I_A(x)$ . Пусть  $A$  — подмножество  $X$ , т.е.  $A \subset X$ . Тогда

$$I_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in A \\ 0, & \text{если } x \notin A \end{cases}$$

В нашем примере  $X$  — это множество всех месяцев, а роль множества  $A$  играют месяцы с нормальным количеством осадков. Если количество осадков нормальное, то в ячейку, соответствующую этому месяцу, записывается 1, иначе — 0. Остается подсчитать сумму таких месяцев. Введем в ячейку F25 формулу =СУММ(F4:F15) и копируем ее в блок G4:G15. Количество нормальных месяцев посчитано.

А теперь решим эту же задачу без использования вспомогательного блока. Введем в B25 табличную формулу {=СУММ(ЕСЛИ(B4:B15>20, ЕСЛИ(B4:B15<80, 1,0),0))} и копируем ее в C25:D25. Обратите внимание, что формула {=СУММ(ЕСЛИ(И(B4>20,B4<80),1,0))} не приведет к успеху, так как функция И не является дистрибутивной.

Формулу можно было упростить:

$$\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(\text{B4:B15}>20, \text{ЕСЛИ}(\text{B4:B15}<80, 1)))\}.$$

Тогда, если условие не выполняется, функция ЕСЛИ возвращает значение ЛОЖЬ, которое игнорируется функцией СУММ. Но для наглядности лучше сохранить в функции ЕСЛИ все аргументы.

Этот пример очень важен. Он дает рецепт, как подсчитать в множестве количество элементов, удовлетворяющих определенному критерию. Эти элементы образуют подмножество в



исходном множестве. Нужно составить на основе вложенных функций ЕСЛИ индикаторную функцию подмножества и применить к ней итоговую функцию СУММ, введя формулу как табличную.

А как вычислить суммарное количество осадков, выпавших в эти месяцы? Введите в А26 текст "Осадки в нормальные месяцы", в В26 -- табличную формулу  $\{=СУММ( ЕСЛИ( В4:В15 >20, ЕСЛИ(В4:В15 < 80, В4:В15)))\}$  и скопируйте ее в С26:Д26. В Е25 и Е26 введите формулы для суммирования значений в строках (выделите блок В25:Е26 и щелкните кнопку "Автосумма"). Вы получите блок, показанный на рис. 8.8.

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

Рис. 8.8

Чтобы лучше понять действие последней формулы, введите в блок В34:В45 табличную формулу  $\{=ЕСЛИ( В4:В15 >20, ЕСЛИ(В4:В15 < 80, В4:В15))\}$ . Вы получите блок (рис. 8.9).

Остается применить к этому блоку функцию СУММ, которая проигнорирует значения ЛОЖЬ. >

**Упражнение 8.7.** Сосчитайте количество аномальных месяцев (т.е. месяцев, когда количество осадков не превышало 10 или их было не менее 80) и суммарное количество осадков, выпавших в эти месяцы.

**ЗАДАЧА 8.8.** В блоке А1:А20 записаны числа. Сколько из них принимают наибольшее значение?

**ЗАДАЧА 8.9.** В блоке А1:А10 записана числовая последовательность  $a_1, a_2, \dots, a_{10}$ . Вычислить:

а)  $-a_1 + a_2 - a_3 + \dots + a_{10}$ ;

б)  $\max(a_1, -a_2, a_3, \dots, -a_{10})$ .

37.2
ЛОЖЬ
ЛОЖЬ
ЛОЖЬ
ЛОЖЬ
ЛОЖЬ
57.1
43.8
ЛОЖЬ
ЛОЖЬ
ЛОЖЬ
21.2
159.3

Рис. 8.9

**Указание.** Функция СТРОКА является дистрибутивной;

$$в) a_1a_2+a_2a_3+\dots+a_{10}a_1.$$

**Указание.** Придется использовать две ячейки, а не одну.

### ПРИМЕР 8.10.

В блоке **A1:A10** записана числовая последовательность. Является ли она возрастающей?

**Решение.** Нужно образовать блок, состоящий из первых разностей элементов исходного блока: **A2:A10** - **A1:A9** (здесь из **A10** вычитается **A9**, из **A9** вычитается **A8** и т.д.); составить блок из индикаторов положительных первых разностей ЕСЛИ(**A2:A10** - **A1:A9**>0, 1, 0); сосчитать количество ненулевых элементов в блоке индикаторов СУММ( ЕСЛИ( **A2:A10** - **A1:A9**>0, 1, 0)). Если это количество равно размеру блока индикаторов (равному уменьшенному на 1 размеру исходного блока), то последовательность возрастающая, иначе — нет.

Окончательное решение дается формулой {=ЕСЛИ( СУММ( ЕСЛИ(**A2:A10**-**A1:A9**>0,1,0))=СЧЕТ(**A1:A10**)-1, "возрастающая", "не является возрастающей")}

Попробуйте сначала поэтапно строить соответствующие блоки и итоговые функции от них, чтобы добиться ясного понимания, как составлена эта формула. ▸

**ЗАДАЧА 8.10.** В блоке **A1:A10** расположены числа. Вычислить количество чисел блока:

- являющихся нечетными числами;
- кратных 3 и не кратных 5;
- являющихся квадратами целых чисел;
- меньших, чем среднее арифметическое соседних чисел.

**ЗАДАЧА 8.11.** В Excel 97 появилось средство для конструирования табличных формул специального вида — Мастер суммирования. Установите его (в меню "Сервис/Надстройки/Мастер суммирования"), тогда в меню "Сервис" появится подменю "Мастер/ Частичная сумма". С помощью Мастера суммирования решите задачу: дана таблица (рис. 8.10), сосчитать количество красных квадратов. (В гл. 9 мы увидим более простое и наглядное решение с помощью функций баз данных, а в гл. 10 — с помощью сводных таблиц).

**ЗАДАЧА 8.12.** В высших учебных заведениях студенты обучаются в соответствии с учебным планом. В нем имеется стол-

бец "Зачеты", в котором для каждого предмета указывается номер семестра, в котором студент сдает зачет по этому предмету. Для каждого предмета ячейка может быть:

- пустой;
- содержать номер семестра;
- содержать список номеров семестров, разделенных запятыми (если предмет изучается в течение нескольких семестров).

Предположим, обучение продолжается 9 семестров. Тогда столбец "Зачеты" имеет вид (рис. 8.11).

Далее в учебном плане имеется раздел с таблицей, где собраны сводные данные. В таблице (рис. 8.12) в первой строке перечислены номера семестров. Формулы во второй строке подсчитывают количество зачетов для каждого семестра (для приведенного примера столбца: в первом семестре два зачета).

Фигура	Цвет	Количество
квадрат	красный	12
круг	красный	18
овал	синий	21
ромб	зеленый	12
квадрат	красный	18
овал	красный	11
квадрат	красный	15

Рис. 8.10

1,2
1,3
2
...
8,9

Рис. 8.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Рис. 8.12

Какие формулы Вы предложите? Как изменить решение задачи, если обучение продолжается 10 семестров?

**ПРИМЕР 8.11.**

[23, с.277-278]. Дан массив чисел в блоке **A1:A10**. Построить такого же размера блок, содержащий те же числа, что и исходный, но отсортированные в порядке убывания. Блок можно свободно перемещать по рабочему листу.

**Решение.** Похожая задача уже решалась: строился вспомогательный блок с начальным отрезком натурального ряда чисел, а в соседнем блоке с использованием функции **НАИБОЛЬШИЙ**. Но теперь нужно обойтись без вспомогательного блока. Его нужно сгенерировать непосредственно в табличной формуле. Для этого естественно воспользоваться функцией **СТРОКА**.

Введите в блок **C3:C6** числа 5, 4, 8, 6. В блок **E5:E8** введите табличную формулу **{=СТРОКА(tabl)}**. Эта формула вернет числа 3, 4, 5, 6, т.е. номера строк, в которых расположен блок **tabl**. Если вычесть из элементов этого блока число 2, то будет получен начальный отрезок натурального ряда. Но 2 — это номер первой строки блока **tabl**, уменьшенный на 1. Получим это число с помощью функции **ИНДЕКС**, примененной к блоку **E5:E8**. Введите в **G6** формулу **=ИНДЕКС(E5:E8,1) -1**. Она вернет значение 2. А теперь соберем все вместе. Введите в **A5:A8** табличную формулу:

**{=НАИМЕНЬШИЙ(tabl,СТРОКА(tabl)-ИНДЕКС( СТРОКА(tabl), 1) + 1)}**.

Она вернет исходный массив, отсортированный в порядке возрастания. >

## 8.6. Когда без табличных формул можно обойтись

В книгах по Excel нередко приводятся примеры решения задач с использованием табличных формул, хотя можно обойтись и без них.

ПРИМЕР 8.12.

**Вычисление скалярного произведения двух векторов.** Ему соответствует известная практическая задача: в первом столбце даны цены на единицу товара, в другом столбце — количество единиц товара. Нужно вычислить общую стоимость, не заполняя вспомогательного столбца для стоимости каждого товара (рис. 8.13).

	<b>A</b>	<b>B</b>
<b>1</b>	Цена	Количество
<b>2</b>	12.44	23
<b>3</b>	23.18	19
<b>4</b>	16.70	30
<b>5</b>		1227.54

Рис. 8.13

Здесь напрашивается ввод в ячейку **B5** табличной формулы **{=СУММ(A2:A4 \* B2:B4)}**. (Такое решение предлагается в [37]). Но можно ввести обычную формулу

**=СУММПРОИЗВ(A2:A4, B2:B4)**. >

**ПРИМЕР 8.13.**

В блоке **A1:A20** содержатся заглавные латинские буквы (в каждой ячейке одна буква). Сосчитать количество букв "А". В [23, с.130–131]

предлагается формула  $\{=СУММ(ЕСЛИ(A1:A20="A",1,0))\}$ . Но решение проще осуществить с помощью обычной формулы  $=СЧЕТЕСЛИ(A1:A20, "A")$ . >

**ЗАДАЧА 8.13.** В A1 :A5 и B1 :B5 расположены векторы v и w. Вычислить квадрат расстояния между этими векторами, т.е. сумму квадратов разностей элементов этих векторов, 1) используя табличную формулу, 2) подобрав соответствующую функцию Excel.

## 8.7. Ошибочные значения

Мы уже встречались с ошибочными значениями и использовали **некоторые** из функций для проверки свойств и значений. Настало время привести эти сведения в систему. (Это не имеет прямого отношения к табличным формулам.)

Если Вы написали программу на языке высокого уровня, например Си или Паскале, и если при запуске этой программы на выполнение возникает деление на ноль, то программа завершается аварийно. Вот простейшая программа на языке Си:

```
#include <stdio.h>
void main()
{ double a,b,c,d; // Выделить память для чисел
                // с двойной точностью a,b,c,d
  printf("a = "); // Вывести на экран строку "a = "
  scanf("%lf",&a); // Принять с клавиатуры число a
  printf("b = "); // Вывести на экран строку "b = "
  scanf("%lf",&b); // Принять с клавиатуры число b
  c = a / b; // Вычислить частное от деления a на b
  d = a + b; // Вычислить сумму a и b
  printf("c = %f, d = %f\n",c,d); // Вывести на экран
                                // частное и сумму
}
```

Эта программа запрашивает и осуществляет ввод чисел a и b, вычисляет для них отношение и сумму, помещает результаты в c и d и выводит результаты на экран. Если оттранслировать и скомпоновать эту программу в среде Turbo C++, запустить эту программу на счет, ввести числа  $a = 1$ ,  $b = 0$ , то при выполнении программы произойдет деление на ноль, и программа аварийно прекратит работу, так и не вычислив сумму  $d = a + b$ ; и ничего не напечатав. Будет выдано **сообщение** об ошибке:

floating point error: Divide by 0.

Abnormal program termination.

(ошибка при вычислениях с плавающей точкой: Деление на 0. Аварийное завершение программы).

Справедливости ради надо заметить, что в среде Visual C++ та же программа при тех же исходных данных выведет на экран

```
c = 1.#INF00 d = 1.00000,
```

т.е. с равно бесконечности.

Теперь рассмотрим электронную таблицу, выполняющую те же вычисления (рис. 8.14).

	A	B
1	a	1
2	b	0
3	a/b	#ДЕЛ/0!
4	a+b	1

Рис. 8.14

Ячейкам B1 и B2 присвоены имена a и b. В B3 записана формула  $=a/b$ , а в B4 — формула  $=a+b$ . Произошло деление на нуль, но Excel не прервал работу и вычислил то, что можно вычислить (сумму a и b). А в ячейке B3 появилось ошибочное значение #ДЕЛ/0!, которое немедленно будет заменено на обычное числовое значение, если ввести в B2 число, отличное от нуля.

Как реализована такая реакция Excel на ошибки — это очень интересный вопрос, но он выходит далеко за рамки этой книги. Ограничимся перечислением ошибочных значений.

#ДЕЛ/0! — попытка деления на нуль. Возможно, делитель ссылается на пустую ячейку.

#ИМЯ? — используется имя, отсутствующее в рабочей книге (список имен можно увидеть в диалоговом окне при выполнении команды "Вставка/Имя/Присвоить"). Скорее всего, неверно набрано имя функции или при наборе строки Вы забыли окружить ее двойными кавычками.

#ЗНАЧ! — в формуле имеется ссылка на текстовое значение, которое Excel не может преобразовать в числовое; после ввода или редактирования табличной формулы нажата клавиша Enter, а не Ctrl+Shift+Enter; при вычислении матричных функций матрицы имеют несогласованные размеры.

#ССЫЛКА! — отсутствует именованный блок, на который ссылается формула (скорее всего, он был удален).

#Н/Д — значение недоступно. Это значение возвращают функции просмотра (ВПР, ГПР, ПОИСКПОЗ и т.д.), если они не могут отыскать подходящего значения в инфо\_таблице.

Полный перечень ошибочных значений и возможных причин их возникновения Вы найдете в Справке: "Создание формул и проверка книг/ Разрешение вопросов, возникающих при появлении ошибок". (В Excel 2000 — "Создание и проверка формул в книгах/ Разрешение вопросов по созданию формул и проверке книг/ Разрешение вопросов, возникающих при появлении ошибок в формулах".)

*Упражнение 8.8.* Для всех ошибочных значений приведите примеры их возникновения. Тип ошибочного значения можно выяснить с помощью функции **ТИП.ОШИБКИ**. Прочитайте о ней в Справке.

Для выявления ошибок в процессе вычислений служат три функции **ЕОШ**, **ЕОШИБКА** и **ЕНД**. Все эти три функции возвращают логическое значение **ИСТИНА**, если их аргумент — ошибочное значение, и **ЛОЖЬ** — в противном случае. **ЕОШИБКА** реагирует на все ошибочные значения, **ЕОШ** — на все, кроме **#Н/Д**, а **ЕНД** — только на **#Н/Д**.

*Упражнение 8.9.* Проверьте утверждение предыдущего абзаца.

К этим функциям тесно примыкает группа функций, назначение которых — проверка содержимого ячейки. Все эти функции возвращают логическое значение. Перечислим эти функции (рис. 8.15).

	Возвращает значение <b>ИСТИНА</b> , если аргумент —
<b>ЕТЕКСТ</b>	ссылка на текст
<b>ЕНЕТЕКСТ</b>	ссылка на значение, не являющееся текстом
<b>ЕЛОГИЧ</b>	ссылка на логическое значение
<b>ЕЧИСЛО</b>	ссылка на число
<b>ЕПУСТО</b>	ссылка на пустую ячейку

**Рис. 8.15**

*Упражнение 8.10.* Испытайте все эти функции.

*Упражнение 8.11.* Для того чтобы выяснить, что находится в ячейке, может оказаться полезной функция **ТИП**. Прочитайте о ней в Справке и предложите примеры для этой функции.

#### ПРИМЕР 8.14.

Еще раз обратимся к примеру "Вычисление площади треугольника по формуле Герона" из главы 2. В приведенном там решении пришлось ввести промежуточную ячейку для вычисления подкоренного выражения  $=p*(p-a)*(p-b)*(p-c)$ . С использованием функции ЕОШ в ячейку В8 сразу можно было записать формулу  $=ЕСЛИ(ЕОШ(КОРЕНЬ(p*(p-a)*(p-b)*(p-c)))>0,КОРЕНЬ(p*(p-a)*(p-b)*(p-c)),0)$ , которая возвращает пустую строку, если вычисление площади привело к ошибке. В ячейку для вычисления радиуса вписанной окружности можно ввести формулу  $=ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(S),S/p,0)$ .

### 8.8. Зачетные задания

В качестве зачетных задач по теме можно предложить решение систем линейных уравнений и вычисление матричных выражений. Такие задачи можно взять из любого задачника по линейной алгебре. В [9, с.71–73] имеется 10 вариантов таких заданий.

Ниже предлагается несколько задач на конструирование табличных формул. К ним даны решения. На основе этих задач преподаватель может составить новые. Например, в задаче 8.19 требуется отыскать наибольшее среди отрицательных чисел блока. Но можно потребовать отыскание наименьшего среди положительных чисел блока, наименьшего из чисел, больших пяти, или больших, чем число в определенной ячейке, и т.д. Читателю, использующему эту книгу как самоучитель, рекомендуется решить все эти задачи. Обратите внимание, что при решении некоторых задач можно обойтись без табличных формул.

**ЗАДАЧА 8.14.** Дан блок чисел А1 :А20. Сосчитать количество пар чисел, сумма которых равна заданному числу из В1.

**ЗАДАЧА 8.15.** Дан блок чисел А1 :А10. Сколько из этих чисел больше своих "соседей", т.е. предыдущих и последующих чисел (крайние числа не учитывать)?

**ЗАДАЧА 8.16.** Дана последовательность ненулевых чисел в блоке С1:С11. Сколько раз в ней меняется знак (в последовательности 1, -34, 8, 14, -5 знак меняется три раза)?



**ЗАДАЧА 8.17.** Дан блок чисел E1 :E11. Сколько из этих чисел отличны от последнего числа?

**ЗАДАЧА 8.18.** Дан блок чисел F1:F10. Сосчитать количество отрицательных чисел.

**ЗАДАЧА 8.19.** Дан блок чисел G2:G12, в котором имеется хотя бы одно отрицательное число. Найти величину наибольшего среди отрицательных чисел этого блока.

**ЗАДАЧА 8.20.** Дан блок чисел F1 :F12. Вычислить сумму четных чисел из этого блока, нечетные игнорировать.

**ЗАДАЧА 8.21.** В блоке A1 :A8 расположены числа. Найти порядковый номер того из них, которое наиболее близко по величине к числу, расположенному в ячейке B1.(Если таких чисел несколько, то найдите позицию первого такого числа.)

**ЗАДАЧА 8.22.** [23, с.275-276] Дан блок чисел F1:F10. Найти в нем число, которое наиболее близко среднему арифметическому чисел этого блока.

Списком в Excel называют **однотабличную** базу данных. Список должен удовлетворять следующим условиям:

- на рабочем листе должен находиться только список и не должно быть других данных (в крайнем случае список должен быть ограничен пустыми строками, столбцами и границами рабочего листа, чтобы можно было его выделять как *текущую область*, а прочие данные должны находиться сверху или снизу от списка, но не сбоку; если ожидается добавление к списку новых данных, то данные, не входящие в список, лучше располагать сверху);
- столбцы списка должны содержать однородную информацию (например, только даты, только текстовые строки);
- столбцы списка должны иметь различающиеся текстовые заголовки (их называют метками, подписями, именами полей).

Многие из таблиц, которые мы проектировали ранее, удовлетворяют этим критериям.

Для упражнений в этой и следующей главах мы будем использовать базу данных `kadr.dbf`. Она была подготовлена в FoxPro для DOS.

### 9.1. Подготовительные упражнения

Имеется **однотабличная** база данных `kadr.dbf`, содержащая сведения о работниках небольшого предприятия. Файл `kadr.dbf` можно получить по адресу, указанному в предисловии. Но если такой возможности нет, файл можно подготовить самостоятельно. Файл можно создать в Excel как таблицу, потом дать команду "Файл/ Сохранить как" и выбрать тип файла "DBF 3". Приведем поля и первую запись базы данных (рис. 9.1).

FAM	IM	OT	TAB	POL	DR	OTDEL
Муравьев	Сергей	Николаевич	855	М	07/06/56	ОНК

OKLAD	DETI	ADR	TEL
200000	0	Сходненская ул. ,74-76	502-28-45

**Рис. 9.1**

Имена столбцов имеют следующий смысл: FAM — фамилия, IM — имя, OT — отчество, TAB — табельный номер, POL — пол, DR — дата рождения, OTDEL — отдел, OKLAD — оклад, DETI — количество детей, ADR — домашний адрес, TEL — домашний телефон. Латинские имена столбцов — вынужденная мера при создании баз данных в Fox Pro для DOS. (После импорта таблицы в Excel имеет смысл заменить латинские названия полей на русские, но для экономии времени мы этого делать не будем.) В базе данных — 68 записей. Оклады приведены в рублях до деноминации. Имеются четыре отдела: АПС, ОНК, ОТД, ТКБ. (В сокращенных названиях отделов не следует искать какого-либо смысла и пытаться их расшифровывать.)

**ПРИМЕР 9.1.**

Откройте файл **kadr.dbf** (клавиши **Ctrl+O**, выберите тип файла "Файлы dBase (\*.dbf)"). Новая рабочая книга содержит один рабочий лист с именем **kadr**. Осуществите подгонку ширины столбцов (клавиши **Ctrl+\***, команда "Формат/ Столбец/ Автоподбор ширины", снять выделение).

*Закрепление "шапки" и "боковика" таблицы.* Просматривать таблицу неудобно: если перейти к последним записям, то с экрана исчезают заголовки столбцов; если хотим посмотреть телефоны, то пропадают фамилии. Нужно, чтобы заголовки столбцов (1-я строка) и фамилии (столбец А) постоянно присутствовали на экране. Для этого выберите в меню команду "Окно/ Разделить" (на рабочем листе появляются горизонтальная и вертикальная разделительные полосы), перемещаем мышью полосы так, чтобы были отделены первая строка и столбец А, даем команду "Окно/ Закрепить области".

Теперь Вы можете просматривать последние строки и столбцы, не теряя из виду информацию, содержащуюся в первой строке и первом столбце. Проверьте.

Чтобы убрать закрепление, дайте две команды: "Окно/ Снять закрепление областей" и "Окно/ Снять разделение".

Освоим другой метод закрепления шапки и боковика. Захватите мышью небольшую горизонтальную кнопку, расположенную непосредственно над вертикальной полосой прокрутки и расположите на рабочем листе горизонтальную разделительную линию. Захватите мышью небольшую вертикальную кнопку, расположенную справа от горизонтальной полосы прокрутки и расположите на рабочем листе вертикальную разделительную линию. Далее выберите в меню команду "Окно/ Закрепить области".

*Использование команды "Специальная вставка" для изменения массива чисел.* В поле OKLAD размещены оклады в старом масштабе. После 01/01/98 произошла деноминация. Поэтому все числа в этом столбце надо уменьшить в тысячу раз. Поместим где-нибудь на свободном месте рабочего листа, например в ячейке L2, число 1000. Скопируем его в буфер (клавиши **Ctrl+Insert**). Выделим диапазон с окладами и в контекстном меню выберем пункт "Специальная вставка". В **диалоговом** окне выберем "разделить". Все оклады уменьшатся в 1000 раз. Нажмем клавишу Esc, чтобы убрать бегущую рамку вокруг ячейки L2. Воспользуемся тем, что оклады выделены, и установим формат: две цифры после точки. Удалим содержимое L2 (больше не нужно). Подгоним ширину столбца с окладами.

*Начисление премии.* Для иллюстрации некоторых важных моментов работы со списками решим уже знакомую задачу: начислим каждому работнику премию в размере 10% оклада (при этом оставим возможность изменения премии).

Вставим две пустые строки перед таблицей. В ячейку F1 поместим строку "премия", в G1 — 10%. Мы специально оставили вторую строку пустой, чтобы список был ограничен пустыми ячейками. После столбца "OKLAD" добавьте два пустых столбца, дайте заголовки "Премия" и "Всего" и заполните столбцы соответствующими формулами.

Это понадобится нам в двух следующих пунктах: при изучении форм и **структур**.

Убедитесь, что нашему списку автоматически присвоено имя **База\_данных**. Для этого нажмите стрелку у выпадающего списка поля имен и выберите это имя.

Сохраните рабочую книгу (клавиши **Ctrl+S**), закройте ее (клавиши **Ctrl+F4**) и заново откройте (клавиши **Ctrl+O**). >

## 9.2. Формы

Это средство позволяет просматривать и редактировать отдельные строки списка (в терминологии баз данных — записи).

### ПРИМЕР 9.2.

Выполните команду "Данные/ Форма". Выводится диалоговое окно. Рядом с названиями столбцов списка размещены поля для просмотра и редактирования полей. Обратите внимание, если столбец содержит формулу, то поле ввода отсутствует. В правом верхнем углу выводятся номер текущей строки (записи) и общее количество строк. Можно быстро перемещаться по записям с помощью полосы прокрутки рядом с полями ввода. Можно также перемещаться по записям, нажимая кнопки "Назад" и "Далее". С помощью кнопки "Удалить" текущая запись удаляется (к сожалению, безвозвратно). Можно добавить новую запись с помощью кнопки "Добавить": запись появится в конце списка.

Добавьте в список еще одного сотрудника. Убедитесь, что формулы расчета премии скопировались автоматически. Область с именем База\_данных автоматически расширилась (это единственное имя, обладающее таким свойством!)

Удалите одну из записей. Убедитесь, что откат (клавиши Ctrl+Z) не восстановит запись.

Отредактируйте одну из записей (например, измените номер телефона и количество детей). Убедитесь, что при нажатии кнопки "Вернуть" исходные данные восстанавливаются.

Кнопка "Критерии" позволяет задавать несложные критерии отбора записей. Тогда при нажатии кнопок "Назад" и "Далее" перемещение будет происходить только по записям, удовлетворяющим критерию. Например, мы хотим видеть записи, относящиеся к мужчинам, родившимся до 1940 г. Наждем на кнопку "Критерии". В поле "POL" введем "м" (кавычки не набирать), в поле "DR" поместим "<1/1/1940". Наждем "Назад" или "Далее". Мы вернемся в диалоговое окно с записями. Убедитесь, что отображаются записи, удовлетворяющие критерию. >

**Упражнение 9.1.** Задайте критерий: женщины, имеющие более одного ребенка.

Сложных критериев в форме задать нельзя. Невозможно посмотреть работников сразу двух отделов. Нельзя увидеть тех, чья премия лежит в интервале от 10 до 20 руб.

### 9.3. Структуры

Если в списке имеются строки или столбцы, в которых каким-то образом подытоживаются данные предыдущих строк или столбцов (вычисляется сумма, среднее и т.д.), то можно наложить на рабочий лист со списком так называемую структуру, т.е. установить режим, когда данные в списке можно просматривать детально или обобщенно.

#### ПРИМЕР 9.3.

Выберем в меню команду "Данные/ Группа и структура/ Создание структуры". Над рабочим листом появляется серая полоса. Справа — номера с уровнями структуры: 1 — обобщенный, верхний уровень, 2 — детальный, нижний уровень. Щелкайте мышью по этим номерам. Вы увидите, что при щелчке по кнопке с цифрой 1 столбцы с окладом и премией исчезают и остается только столбец "Всего". При щелчке по кнопке с цифрой 2 столбцы вновь появляются. Аналогичный эффект можно получить, если щелкать по кнопке, на которой попеременно отображаются знаки плюс и минус.

Теперь потренируемся в создании структуры "вручную". Предположим, мы хотим убирать с экрана и вновь восстанавливать столбцы с именем и отчеством (столбцы В и С). Конечно, для этого можно воспользоваться командами меню "Формат/ Столбец/ Скрыть" и "Формат/ Столбец/ Отобразить", но использование структуры дает более быструю возможность изменения внешнего вида рабочего листа. Выделите столбцы В и С и выполните команду "Данные/ Группа и структура/ Группировать". Над этими столбцами появятся символы структуры. Щелкая по кнопке с плюсом/минусом, Вы можете скрывать и отображать столбцы В и С. Убрать структуру для столбцов В и С можно командой "Данные/ Группа и структура/ Разгруппировать". Целиком убрать структуру можно командой "Данные/ Группа и структура/ Удалить структуру". >

*Замечание.* Если символы структуры не отображаются, проверьте, установлен ли соответствующий флажок на вкладке "Сервис/ Параметры/ Вид".

Изученный пример не слишком выразительный. Намного более интересный и полезный пример нам встретится при изучении параграфа "Итоги".

## 9.4. Сортировка

Мы уже выполняли от случая к случаю команду сортировки. Настало время ознакомиться с ней несколько подробнее.

### ПРИМЕР 9.4.

*Сортировка по одному ключу.* Для списков Excel ключ — это поле. Отсортируйте список по полю "Пол" по возрастанию. В меню "Данные/ Сортировка" в диалоговом окне укажите в первом поле ввода "Сортировать по" поле POL (выберите это поле в выпадающем списке) и выберите переключатель "по возрастанию". Сначала в списке будут фигурировать женщины, затем мужчины, так как по алфавиту буква "ж" предшествует букве "м". Обратите также внимание, что автоматически установлен флажок "Идентифицировать поля по подписям", т.е. строка заголовков останется при сортировке на месте.

Заново отсортируйте список, но чтобы на этот раз мужчины предшествовали женщинам.

Теперь отсортируйте список по полю "OTDEL". Сотрудники будут упорядочены по отделам в алфавитном порядке их аббревиатур: АПС, ОНК, ОТД, ТКБ. А как поступить, если нужно располагать отделы в другом порядке, например ОТД, ОНК, АПС, ТКБ? Можно предложить такое решение:

- 1) присвоить каждому отделу порядковый номер;
- 2) составить на другом рабочем листе таблицу: название отдела, номер отдела;
- 3) дать этой таблице имя: отдел;
- 4) в списке ввести рядом со столбцом OTDEL столбец "Номер отдела";
- 5) ввести в первую ячейку столбца формулу =ВПР(G4,отдел,2) (в столбце G находится поле OTDEL);
- 6) скопировать формулу вниз;
- 7) скрыть этот столбец;
- 8) сортировать по этому столбцу.

Мы видим интересное применение функции ВПР. Испытайте его.

Но в Excel существует более изящное решение: можно задать пользовательский список и сортировать в соответствии с порядком элементов в этом списке. Для этого:

- 1) в меню выберем: "Сервис/ Параметры/ Списки" (мы видим списки дней недели и месяцев);

- 2) выберем элемент "НОВЫЙ СПИСОК";
- 3) справа введем список отделов:

ОТД  
ОНК  
АПС  
ТКБ

- и щелкнем кнопку "Добавить" (к стандартным спискам добавится и наш, пользовательский);
- 4) сортируем по столбцу ОТДЕЛ, но теперь в диалоговом окне щелкнем кнопку "Параметры" и в окне "Сортировка по первому ключу" выбираем с помощью выпадающего списка пользовательский порядок сортировки.

Разберитесь самостоятельно, как импортировать пользовательский список из диапазона рабочего листа на вкладку "Списки", как удалить пользовательский список.

Пользовательский список подходит только для сортировки по первому ключу, а метод с использованием функции ВПР подходит и для сортировки по второму и третьему ключу.

*Сортировка по двум или трем ключам.* Отсортируйте список по полю РОЛ по убыванию и по полю "Номер отдела" по возрастанию. Затем выполните сортировку сначала по номеру отдела по возрастанию и по полу по убыванию. Результаты будут различными. При постоянном значении первого ключа изменится второй ключ.

Выполните сортировку: по отделам, внутри отделов — сначала мужчин, потом женщин и, наконец, по фамилиям.

*Сортировка по четырем ключам.* Для нашего списка пример несколько надуманный: нужно отсортировать список в таком порядке: пол, отдел, оклад, фамилии (все по **возрастанию**). Порядок действий таков: сначала отсортировать по внутренним ключам: отдел, оклад, фамилии. После этого еще раз выполнить сортировку по самому внешнему ключу: пол. Не забудьте при этом для второго и третьего ключа выбрать: (Не сортировать).

*Сортировка с учетом регистра букв.* При сортировке текстовых строк по умолчанию не учитывается, какими буквами набраны эти строки — прописными или строчными. Это удобно: ведь при заполнении базы данных пол работника могли обозначать и строчной буквой "м" (нижний регистр), и прописной буквой "М" (верхний регистр). Но если регистр букв существен, это можно указать в диалоговом окне "Параметры сортировки".



Замените в некоторых записях обозначение пола прописной буквой и дважды отсортируйте список по полу: сначала без учета регистра, а затем с учетом регистра.

*Как восстановить исходный порядок записей.* Закройте рабочую книгу (клавиши **Ctrl+F4**) без сохранения изменений. Вновь откройте **kadr.dbf**. Мы опять планируем сортировать записи, но хотим сохранить возможность восстановления их первоначального порядка. Для этого надо завести скрытый столбец с порядковыми номерами записей. Казалось бы, хорошо освоенная задача! Но здесь нас ожидают новые особенности.

Вставьте пустой столбец перед списком. В ячейку **A1** поместите **"N"**, а в ячейку **A2** число **1**. Выделите ячейку **B2**. Нажмите клавишу **Shift** и, не отпуская, нажмите клавишу "стрелка влево" (будет выделен блок **A2:B2**) и затем нажмите **Ctrl + ↓** (будет выделена область **A2:B69**). Теперь в меню выберите: **"Правка/Заполнить/ Прогрессия"**. В диалоговом окне сразу щелкаем **"OK"**. Столбец **A** заполнен порядковыми номерами.

А теперь обещанный "подводный камень". Выделите область с именем **База\_данных** (выбрать это имя в выпадающем списке поля ввода "Имя"). Столбец **A** в выделенную область не входит! Поэтому при сортировке данные в этом столбце не будут затронуты (проверьте и сделайте откат нажатием клавиш **Ctrl+Z**). Нужно присвоить имя **База\_данных** текущей области. Проще всего это сделать так: выбрать в меню **"Вставка/ Имя/ Присвоить"**, выбрать в окне имя **База\_данных**, в нижнем окне ввода **"Формула"** в выражении **=kadr!\$B\$1:\$L\$69** заменить букву **B** на букву **A**. Теперь скройте столбец **A**, выполните несколько упражнений на сортировку. >

*Упражнение 9.2.* Отсортируйте список по отделам, внутри отделов по возрастанию табельных номеров.

*Упражнение 9.3.* Отсортируйте по отделам, внутри отдела поместите сначала мужчин, потом женщин, их, в свою очередь, упорядочите по убыванию количества детей, а для одинакового количества детей по алфавитному порядку фамилий. Восстановите первоначальный порядок записей сортировкой по столбцу **A** (с именем **"N"**).

*Упражнение 9.4.* Вычислите возраст (число полных лет) каждого работника. (Эта задача уже решалась, но в силу ее важности полезно еще раз составить соответствующую формулу.) Выполнить сортировку по отделам, а внутри отделов — по убыванию возрастов.

**ЗАДАЧА 9.1.** Вы хотите составить для каждого отдела график празднования дней рождений. Отсортировать список по отделам, внутри отделов по месяцам рождений, внутри месяцев — по дням.

*Упражнение 9.5.* Замените столбцы с фамилией, именем, отчеством на один столбец "Фамилия И.О." (У одного из работников отчество отсутствует!).

Для отбора записей, удовлетворяющих некоторому критерию (например, работники, имеющие оклад ниже некоторого порогового значения), можно использовать сортировку с последующим копированием группы идущих подряд записей на другой рабочий лист или в другую рабочую книгу, но предпочтительнее для этого использовать фильтрацию, которая будет изучена ниже. Тогда не нужно использовать скрытый столбец с исходными номерами, да и возможности отбора у фильтрации выше, чем у сортировки.

## 9.5. Итоги

Excel обладает очень полезным средством автоматического подведения основных и промежуточных итогов.

Закройте без сохранения предыдущую таблицу (клавиши Ctrl+F4) и вновь откройте *kadr.dbf*. Проставьте оклады в денормированных денежных единицах (т.е. уменьшите их в 1000 раз). Премии не вычисляйте — она нам больше не понадобится.

### ПРИМЕР 9.5.

Получим суммарные оклады по отделам и в целом по предприятию. Отсортируйте список по отделам. Выберите в меню "Данные/ Итоги". В диалоговом окне укажите следующее: "При каждом изменении в:" выберите из списка OTDEL, "Операция:" выберите "Сумма", "Добавить итоги по:" поставьте галочку против поля OKLAD. Щелкните "ОК".

Получен список с итоговыми строками по полю OKLAD. Если бы мы не отсортировали список по отделам, то строк с промежуточными итогами в списке оказалось бы очень много (можете попробовать). Подгоните ширину столбца OTDEL (слева от OKLAD), чтобы слово "Всего" было выведено полностью. В нижней строке списка в поле OKLAD символы #####. Это означает, что результат не помещается в ячейке и нужно увеличить ширину столбца. Подгоните ширину столбца OKLAD.

Слева от адресной полосы с номерами строк Вы видите символы структуры. Они нам уже знакомы. При щелчке по кнопке с номером уровня 1 Вы получаете только общие итоги по предприятию в целом, при щелчке по кнопке 2 Вы получаете итоги по отделам, при щелчке по кнопке 3 Вы получаете детальный исходный список, в котором, однако, сохранены итоги.

Вернитесь к уровню 2. Перед Вами короткий список: четыре отдела и общие итоги. Отсортируйте этот список по полю **OKLAD** в порядке убывания. Щелкните по кнопке с номером уровня 3. Результаты только что проведенной сортировки **сохранились**: первыми идут работники отдела с наибольшим суммарным окладом.

*Упражнение 9.6.* Постройте круговую диаграмму с суммарными окладами по отделам.

*Упражнение 9.7.* Скопируйте суммарные оклады по отделам на новый рабочий лист.

Вновь вернитесь к уровню 2. Предположим, мы хотим посмотреть только список сотрудников отдела **ОНК**. Щелкните по кнопке +, расположенной слева от строки с итогами по отделу **ОНК**. В кнопке появится знак минус, а список сотрудников отдела **ОНК** развернется. Итак, помимо промежуточных итогов мы получили "**бесплатное приложение**" — структуру. Если структура Вам не нужна, можно удалить ее или скрыть (вспомните, как это сделать).

В ячейке с итогами используется функция **ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ.ИТОГИ**. Разберитесь самостоятельно с помощью справочной системы, что это за функция и что означают ее параметры.

Поставим перед собой новую задачу: наряду с итоговым окладом мы хотим получить среднее количество детей на одного работника отдела. Выведем диалоговое окно "Данные/ Итоги". Во-первых, снимите флажок "Заменить текущие итоги" (если этого не сделать, то суммарный оклад исчезнет). Далее выберите: при каждом изменении в **OTDEL**, операция "Среднее", итоги по полю **DETI**. Щелкните кнопку "**ОК**". Обратите внимание, что структура изменилась, теперь в ней четыре уровня. Исследуйте ее. Но самый важный момент: среднее количество детей по каждому из отделов **1!** Этот результат кажется весьма сомнительным. Так оно и есть! Выберите третий уровень структуры. **Вы-**

делите итоговые данные по детям (и прихватите заголовок ДЕТИ). Наложите формат с двумя цифрами после точки. Вы увидите, что среднее количество детей по отделам сильно различается и только при округлении до целых получались одинаковые результаты. К сожалению, если развернуть теперь весь список (щелкните по кнопке с номером уровня 4), то легко убедиться, что в каждой записи количество детей отображается с двумя знаками после точки. Вернем им прежний формат. Выделим столбец с количеством детей. Выберите в меню "Правка/Перейти" (или нажмите клавишу F5). Щелкните кнопку "Выделить...". Выберите переключатель "константы". В результате в столбце будут выделены только числа, а формулы выделены не будут. Наложите формат целых чисел. (Можно было с помощью этого средства с самого начала выделить только формулы столбца и наложить нужный формат. Верните всем ячейкам столбца целый формат и наложите формат "две цифры после точки" только на результаты вычисления по формулам.)

Уберите итоги: "Данные/ Итоги/ Убрать все". Верните исходный порядок записей в списке. >

## 9.6. Автофильтр

Отфильтровать список — показать только те записи, которые удовлетворяют заданному критерию.

### ПРИМЕР 9.6.

*Отбор по одному полю.* Покажем строки с информацией о сотрудниках отдела ТКБ. Выделяем одну из ячеек списка. Выбираем в меню "Данные/ Фильтр/ Автофильтр" (если еще раз войти в меню, то возле этого пункта мы увидим галочку). В ячейках, содержащих заголовки столбцов, появляются кнопки со стрелкой, направленной вниз. Щелкнем кнопку в ячейке ОТДЕЛ. В выпадающем списке перечислены все отделы (т.е. таким образом мы сразу получили неочевидную информацию: какие именно отделы представлены в списке). Выбираем ТКБ. Кнопка в поле ОТДЕЛ приобретает голубой цвет. В этот же цвет окрашены номера строк. Это показывает, что список подвергся фильтрации. В строке состояния сообщение: "Найдено записей: 22 из 68" (через некоторое время оно заменяется сообщением "Фильтр:отбор"). Отменить отбор по критерию можно, еще раз щелкнув кнопку в поле ОТДЕЛ и выбрав пункт "(Все)".

Чтобы полностью отменить режим фильтрации, повторно выбираем в меню "Данные/ Фильтр/ Автофильтр".

*Отбор по нескольким полям.* Усложним задачу: выведем на экран только бездетных мужчин из отдела ОНК. Для этого выберем соответствующие элементы в выпадающих списках для кнопок в полях ОТДЕЛ, ПОЛ, ДЕТИ. Отмените фильтрацию.

*(Первые 10...).* Эта возможность появилась в Excel 7.0. Название этого пункта сбивает с толку: почему именно 10? Можно вывести  $k$  наибольших или наименьших элементов поля, где  $k$  задается в диалоговом окне "Наложение условия по списку". Но элементы списка должны быть сравнимы, т.е. быть числами. Вам не удастся выбрать записи по этому условию в поле ОТДЕЛ.

Выберем трех самых молодых работников. Напомню, что дата — это количество дней, прошедших с 1 января 1900 года. Поэтому у самых молодых работников в поле DR стоят наибольшие числа, отформатированные как даты. Итак, щелкаем по кнопке в поле DR и выбираем 3 наибольших элемента списка. Появляются три записи. **Отменяем** фильтрацию. Выберите 12% самых молодых сотрудников (в третьем поле в диалоговом окне укажите "% от количества элементов"). Отмените фильтрацию.

А теперь выберем из списка один элемент (одну запись) с наибольшим окладом. Будет выведено 8 записей с одинаковыми окладами. Если же запросить вывод 9 элементов с наибольшим окладом, то будет выведено 14 записей. Итак, если имеются записи с совпадающими значениями полей, то количество выводимых записей может быть большим, чем количество запрашиваемых элементов.

*Фильтрация записей с пустыми элементами.* Если в столбце имеется хотя бы одна запись с пустым (незаполненным) полем, то в выпадающем списке для этого поля есть пункт (Пустые). Найдите запись, в которой пропущено отчество.

*Настройка автофильтра для более сложных критериев.* Для каждого столбца можно создать критерий, состоящий из одного или двух условий, соединенных логическими операторами И, ИЛИ.

Выведем записи с работниками из отделов ТКБ и ОНК. Щелкаем по кнопке в ячейке ОТДЕЛ и выбираем (Условие...). В диалоговом окне "Пользовательский автофильтр" в рамке с надписью ОТДЕЛ, т.е. с именем поля, в котором происходит отбор,

сверху и снизу расположены пары из двух полей ввода. В левых полях можно ввести отношение (равно, не равно, больше и т.д.). Проще всего его выбрать из выпадающего списка. В правых полях ввода можно указать конкретное значение (название отдела), которое в данном случае опять-таки проще выбрать из выпадающего списка. Итак, в первых двух полях указываем "равно **ТКБ**", во вторых двух полях — "равно **ОНК**". Теперь нужно выбрать логический оператор: И или ИЛИ. Здесь нужно быть внимательным. В условии задания сказано: "...из отделов ТКБ и ОНК". Но одновременно в двух отделах никто не работает — если выбрать в диалоговом окне переключатель И, то будет выбрано 0 записей. Нужно указать переключатель ИЛИ. Естественно-языковое "И" здесь соответствует логическому "ИЛИ"!

*Упражнение 9.8.* Выведите список работников отдела АПС, имеющих оклад от 200 до 300 руб.

*Упражнение 9.9.* Выведите список мужчин из отделов АПС и ТКБ, родившихся в 50-е годы.

С текстовыми данными можно использовать операторы сравнения, как и с числовыми величинами, ведь символы кодируются числовыми значениями. Например, чтобы вывести список работников, чьи фамилии начинаются на М — Р, нужно задать критерий " (больше или равно М) И (меньше С)". Испытайте это.

Но есть и дополнительные интересные возможности. Можно использовать символы шаблона: \* — заменяет любую цепочку символов (в том числе и пустую), ? — заменяет ровно один символ. Например, чтобы узнать, кто из работников проживает на улице Вавилова, надо задать критерий "равно \*Вавилова\*", а чтобы узнать, в каких телефонных номерах вторая цифра 7, а третья цифра 2, нужно задать критерий "равно ?72\*". Испытайте эти критерии. ▸

*Упражнение 9.10.* Выведите список работников, имена которых заканчиваются на "на".

*Упражнение 9.11.* Выведите список работников, имена которых содержат "на".

**ЗАДАЧА 9.2.** В Excel 97 в список возможных отношений "равно, не равно, больше ..." включены отношения для работы с текстовыми строками "начинается с, не начинается с,...не содержит". Напишите для каждого из этих отношений эквивалент

с "равно", "не равно" и символами шаблона. Придумайте пример на каждое отношение и испытайте их.

## 9.7. Расширенный (усиленный) фильтр

В большинстве практических задач достаточно возможностей автофильтра. Но профессиональный пользователь должен владеть и более богатыми возможностями, которыми обладает расширенный фильтр.

Расширенный фильтр позволяет:

- сразу копировать отфильтрованные записи в другое место рабочего листа (но, к сожалению, того же листа, на котором находится исходный список; на другой лист или в другую рабочую книгу придется копировать "вручную");
- сохранять критерий отбора для дальнейшего использования (это полезно, когда список изменяется, а нужно периодически извлекать из него информацию в соответствии с критерием);
- показывать в отфильтрованных записях не все столбцы, а только указанные;
- объединять оператором ИЛИ условия для разных столбцов;
- для одного столбца объединять операторами И, ИЛИ более двух условий;
- создавать вычисляемые критерии;
- выводить только уникальные значения.

Сейчас мы решим серию примеров и задач. Критерий занимает некоторый блок рабочего листа. Обычно эти блоки располагают над списком, но так как мы создадим несколько критериев, отведем для них рабочий лист. Вставьте в текущую рабочую книгу новый рабочий лист (меню "Вставка/ Лист") и назовите его "Критерии".

### ПРИМЕР 9.7.

Выбрать сотрудников отдела АПС, чей оклад меньше 200 руб.

**Решение.** На листе "Критерии" заполним четыре ячейки (например, А1:В2), — рис. 9.2.

OTDEL	OKLAD
АПС	<200

Рис. 9.2

Дадим этому блоку имя "кр1". (В дальнейшем адрес блока указывать не будем. Создавая блок с критерием, присваивайте ему имя.)

В первой строке блока указываются названия полей, для которых создаются условия (в нижележащих строках). Названия полей должны точно совпадать с названиями полей из списка, поэтому рекомендуется не набирать эти названия вручную, а копировать их из соответствующих ячеек. Условие записывается в виде: отношение значение. Здесь отношение может быть таким: равно (не указывается, так как с этого символа начинается формула), <, >, >=, <=, <=. Значение: строка, число или ссылка на ячейку. Условия, расположенные в одной строке, соединены логическим оператором И. Переведем табличный критерий в логическую формулу: "(OTDEL = АПС) И (OKLAD<200)".

Вывод отфильтрованных данных осуществим в трех вариантах.

1. Выведем отфильтрованный список на месте исходного списка. Перейдем на лист *kadg* и выберем в меню "Данные/Фильтр/Расширенный фильтр". В диалоговом окне выбираем переключатель "Фильтровать список на месте". Поле "Исходный диапазон" уже заполнено: **\$A\$1:\$K\$69**. В поле "Диапазон условий" вводим "кp1". Щелкаем кнопку "OK". На месте исходного списка выводится отфильтрованный список.

Восстановим исходный список — команда меню: "Данные/Фильтр/Отобразить все".

2. Выведем отфильтрованный список в другом месте рабочего листа *kadg*. Выполним те же действия, что и в предыдущем варианте, но выберем переключатель "Скопировать результат в другое место". Заполним поле "Поместить результат в диапазон": укажем ячейку A72. Отфильтрованный список расположится справа и вниз от этой ячейки. Удалим его (клавиши **Ctrl+\*** и **Del**).

3. Выведем отфильтрованный список в другом месте рабочего листа *kadg* и только столбцы **FAM** и **OKLAD**. Сначала введем "FAM" в A72, а "OKLAD" в B72. Далее те же действия, что и в предыдущем варианте, но в поле "Поместить результат в диапазон": укажем диапазон A72:B72, содержащий заголовки нового списка. Получим список (рис. 9.3). >

FAM	OKLAD
Антонов	100.60
Михайленко	160.00
Антонова	170.00
Солодов	100.90

**Рис. 9.3**

**ПРИМЕР 9.8.**

Выбрать сотрудников отдела АПС, чей оклад в интервале от 150 до 200 руб.



**Решение.** Переформулируем задание: "(ОТДЕЛ = АПС) И (ОКЛАД > 150) И (ОКЛАД < 200)" (нельзя записать 150 < ОКЛАД < 200). Теперь несложно сформулировать критерий в виде блока (рис. 9.4)

ОТДЕЛ	ОКЛАД	ОКЛАД
АПС	>150	<200

**Рис. 9.4**

(Можно было поместить "ОКЛАД" в С1, ">150" — в С2 и дать блоку А1 :С2 имя "кр2".)

Повторите три варианта размещения отфильтрованного списка из предыдущего примера. >

**ПРИМЕР 9.9.**

Выбрать сотрудников либо из отдела АПС, либо тех, чей оклад меньше 200 руб.

**Решение.** Критерий (имя "кр3") показан на рис. 9.5. Пустая ячейка означает "все". Условия в разных строках соединены логическим оператором ИЛИ. Переформулируем критерий: "((ОТДЕЛ = АПС) И (ОКЛАД любой)) ИЛИ ((ОТДЕЛ любой) И (ОКЛАД < 200))".

ОТДЕЛ	ОКЛАД
АПС	
	<200

**Рис. 9.5**

Выполните фильтрацию (каким-нибудь одним вариантом размещения). >

**ПРИМЕР 9.10.**

Какие отделы представлены в списке?

**Решение.** Нам нужно выбрать записи по критерию "ОТДЕЛ любой". Решением будет рис. 9.6.

Именно такой диапазон с пустой ячейкой назовите "кр4". На рабочем листе **kadr** создайте в свободной ячейке заголовок ОТДЕЛ для отфильтрованного списка. Если теперь задать расширенный фильтр, как это делалось в предыдущих примерах, но с критерием "кр4", то будет выведено 68 строк, каждая размером в одну ячейку. Уничтожим их. А теперь заново зададим расширенный фильтр, но на этот раз в диалоговом окне установим флажок "Только уникальные записи". Теперь будет выведено только четыре отдела. >

ОТДЕЛ

**Рис. 9.6**

**ПРИМЕР 9.11.**

Кто из сотрудников отделов ОНК и ОТД проживает на улице Вавилова?

**Решение.** Условия для текстовых строк задаются так же, как и в Автофильтре: можно использовать символы шаблона \* и ?. Сформулируем критерий: "((OTDEL = ОНК) ИЛИ (OTDEL = ОТД)) И (ADR содержит подстроку "Вавилова")". Непосредственно в таком виде таблицу для критерия не составить. Придется предварительно применить дистрибутивный закон для раскрытия скобок:

$$(A \vee B) \wedge C = (A \wedge C) \vee (B \wedge C).$$

Напомню, что значок  $\vee$  — дизъюнкция, операция ИЛИ, а  $\wedge$  — конъюнкция, операция И; сам дистрибутивный закон аналогичен применяемому в элементарной алгебре тождеству  $(a + b)c = ac + bc$ . После этого нетрудно составить табличный критерий (рис. 9.7). ▷

OTDEL	ADR
ОНК	*Вавилова*
ОТД	*Вавилова*

Рис. 9.7

**ПРИМЕР 9.12.**

Кто из сотрудников отдела ОНК имеет оклад, на 20% превышающий средний оклад по предприятию?

**Решение.** Дадим два незначительно различающихся решения.

Сначала вычислим среднее значение. На листе **kadr** в ячейке Н71 разместим формулу =CPЗНАЧ(Н2:Н69). На листе "Критерии" сформируем критерий (рис. 9.8).

OTDEL	
ОНК	=H2>kadr!\$H\$71*1.2

Рис. 9.8

Во втором столбце критерия нет заголовка (можно проставить любой заголовок, лишь бы он не совпадал ни с одним из заголовков фильтруемого списка). В этом столбце помещена формула. В формуле сравнивается первая ячейка с окладом из

списка (H2) с ячейкой вне списка (kadr!\$H\$71), содержимое которой умножено на 1.2 (т.е. увеличено на 20%). Обратите внимание, что ссылка на ячейку из списка относительная, а на ячейку вне списка — абсолютная. Excel будет последовательно настраивать адреса в вычисляемом критерии: сначала H2, потом H3 и т.д. Если бы ссылка на H71 не была сделана абсолютной, то H2 сравнивалась бы с H72 и т.д. Сложнее объяснить, почему перед H2 не проставлено имя рабочего листа, а перед \$H\$71 проставлено. Но если бы мы сформировали критерий на том же рабочем листе, что и список, такой проблемы не возникло бы (формула приняла бы вид: =H2>\$H\$71\*1.2).

Формулу мы видим в строке ввода. В самой ячейке выводится ее значение ЛОЖЬ, так как именно это значение имеет место для первой записи списка. Конечно, на это значение в блоке критерия не следует обращать внимание.

Другое решение не использует промежуточной ячейки (рис. 9.9). >

OTDEL	
ОНК	=H2>CP3HAЧ(kadr!\$H\$2:\$H\$69)*1.2

Рис. 9.9

## 9.8. Функции баз данных

В главе 4 мы познакомились с итоговыми функциями. Их аргументом является блок (или несколько блоков). Функции возвращают число: сумму элементов блока, их произведение, максимум и т.д. Для списков есть набор аналогичных функций, которые носят название "функции баз данных", или Д-функции (D functions). Эти функции отличаются тем, что:

- подводят итоги не для блока, а для столбца таблицы (столбец идентифицируется своим названием или порядковым номером в блоке с именем **База данных**);
- в результат включаются только строки, удовлетворяющие заданному критерию (он задается так же, как и в расширенном фильтре).

Общий формат функций баз данных:

Д-функция( список, поле, критерий).

**ПРИМЕР 9.13.**

Вычислить средний оклад сотрудников отделов ОНК и АПС.

*Решение.* Введем критерий (рис. 9.10).

OTDEL
ОНК
АПС

Дадим этому блоку имя "к\_отдел". Тогда решение дается формулой

=ДСРЗНАЧ(База\_данных,"OKLAD",к\_отдел).

В Мастере функций соответствующая категория называется "Работа с базой данных". Изучите самостоятельно эти функции. Обратите внимание, что функция БИЗВЛЕЧЬ резко отличается от остальных. >

*Упражнение 9.12.* Дайте решение примера 8.12 (количество букв "А" в блоке А1:A20) с помощью Д-функций.

**ЗАДАЧА 9.3.** В примере 8.9 для таблицы "osadki" вычислялось количество нормальных месяцев (т.е. месяцев, когда количество осадков лежало в интервале от 20 до 80). Вычислите эту величину для 1992 г. с использованием подходящей функции баз данных. (Сначала скопируйте рабочий лист из Ch08 в текущую рабочую книгу и удалите в нем все, кроме исходных данных.)

Заметим, что таблица осадков построена неудачно с точки зрения использования фильтрации и (как мы увидим в следующей главе) сводных таблиц. Например, для этой таблицы нельзя с помощью функции баз данных подсчитать количество месяцев с нормальным количеством осадков.

	А	В	С
1	Количество осадков (в мм)		
2	год	месяц	осадки
3	1992	январь	37.2
4	1992	февраль	11.4
...	...	...	...
14	1992	декабрь	21.2
15	1993	январь	34.5
...	...	...	...
38	1994	декабрь	9.4

Рис.9.11

*Упражнение 9.13.* Скопируйте рабочий лист "osadki" в текущей рабочей книге (Вы получите лист "osadki(2)"). Сформируйте на нем новую таблицу (рис. 9.11) следующего вида (продумайте, как это сделать быстрее).

Ячейки А1:С1 объединены. То, что заголовок "двухуровневый", не помещает Вам проводить фильтрацию. Воспользовавшись

Автофильтром, отобразите записи с нормальным количеством осадков для всех лет, для 1993 г.

**Упражнение 9.14.** Скопируйте рабочий лист "Книги" в текущую рабочую книгу из Ch05.xls. Расположенная на этом листе таблица заведомо не удовлетворяет важному требованию, предъявляемому к списку, — наличию одноуровневого заголовка. Если выделить всю таблицу и выполнить команду "Данные/Фильтр/ Автофильтр", то выпадающий список появится только у поля "Продано книг". Можно выделить блок **C4:E8** и вызвать Автофильтр. Тогда можно, например, отобразить записи, соответствующие дням, когда технических книг было продано меньше 110. Но не удастся одновременно выделить поля "Дата", "Всего", "Научная", "Техническая", "Художественная". Если выделить блок **A3:E4**, то фильтрацию можно провести по полям "Дата", "Всего", "в том числе" (фактически "Научная" — проверьте!). Причина в том, что ячейки **A3:A4** и **B3:B4** объединены.

Разъединим эти ячейки. Для этого выделим блок **A3:A4**, **Ctrl+1**, вкладка "Выравнивание", снимем флажок "объединение ячеек". То же сделаем с блоком **B3:B4**. Строка "Дата" теперь расположена в **A3**, а строка "Всего" — в **B3** (хотя при проектировании этой таблицы мы располагали эти строки в **A4** и **B4**). Перетащим эти строки из **A3** в **A4** и из **B3** в **B4**. Осталось только отформатировать нужным образом **A3:B3**.

Теперь можно выделить блок **A4:E4** и выполнить команду "Данные/ Фильтр/ Автофильтр". Сейчас фильтрация осуществима.

**Упражнение 9.15.** Постройте следующую таблицу (рис. 9.12). Цифровые данные сгенерируйте так: в ячейку **A3** введите формулу **=СЛУЧМЕЖДУ(1,99)**, скопируйте ее в блок **A3:H10**, превратите формулы в значения (выделить **A3:H10**, правой кнопкой мыши сдвинуть в сторону и тут же вернуть обратно, в контекстном меню выбрать "Копировать значения").

1996				1997			
1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
31	90	90	38	32	62	76	41
68	20	22	35	68	66	23	40

Рис. 9.12

Можно ли выполнить для такой таблицы Автофильтрацию, можно ли применить Расширенный фильтр?

## 9.9. Зачетные задания

Для зачета по теме слушателям нужно предложить разнообразные задачи на использование Автофильтра и Расширенного фильтра.

Таких задач на основе все той же таблицы `kadr` можно придумать достаточно много: получить список сотрудников мужского пола, оклад которых выше определенного уровня, получить список родившихся в феврале и т.д. Ниже приведено еще несколько задач (с решениями).

**ЗАДАЧА 9.4.** (еще раз задача 8.19) Дан блок чисел `G2:G12`, в котором имеется хотя бы одно отрицательное число. Найти величину наибольшего среди отрицательных чисел этого блока.

**ЗАДАЧА 9.5.** Для таблицы `kadr` получить список мужских имен (без повторений).

**ЗАДАЧА 9.6.** Как выяснить, имеются ли в таблице `kadr` совпадающие табельные номера?

**ЗАДАЧА 9.7.** Как выяснить, имеются ли в таблице `kadr` совпадающие фамилии?

**ЗАДАЧА 9.8.** Еще раз решите задачу 8.11 с использованием функций баз данных.

**ЗАДАЧА 9.9.** Имеются сведения о пассажирах, количестве мест багажа и общем весе багажа (рис. 9.13).

Фамилия И.О.	Количество вещей	Общий вес
Петухов А.П.	6	16.8
Воронов К.А.	8	20.6
Сорокин Е.П.	5	18.4
Гусев И.Е.	5	14.4
Лебедев С.О.	8	22.6
Грачев Н.Л.	7	17.5
Уткин В.Д.	4	13.9
Щеглов Г.Ф.	7	21.1

Рис. 9.13

1. Получить таблицу с заголовками "Фамилия И.О.", "Количество вещей" и поместить в ней сведения о пассажирах, у которых количество **вещей** превосходит среднее количество вещей, приходящихся на одного пассажира.

2. Выяснить фамилии пассажиров, у которых средний вес одного предмета в их багаже отличается не более чем на **0.1** от среднего веса предмета в багаже всех пассажиров. (Получить таблицу с заголовками столбцов: "Фамилия И.О.", "Средний вес".)

## Сводные таблицы. Консолидация



Мы научились извлекать из списков нужную информацию с помощью фильтрации. Мы умеем накладывать на список структуру и получать по нему обобщенную информацию (но предварительно список должен быть определенным образом отсортирован). Есть еще одно очень мощное средство получения обобщенной информации из списка — сводные таблицы. Имеется также метод для обобщения информации из нескольких рабочих листов (и даже из нескольких рабочих книг) — консолидация.

Создайте рабочую книгу Ch10.xls.

### 10.1. Сводные таблицы

В сводных таблицах заложено очень много возможностей, поэтому будем изучать их последовательно, не стремясь освоить их сразу во всей общности. В Excel 2000 построение сводных таблиц и их возможности сильно отличаются от Excel 5.0/7.0 и Excel 97. В процессе изложения на эти особенности будет обращено внимание.

В качестве примера нам будет служить уже знакомая база *kadr.dbf*. Откройте ее и уменьшите оклады в 1000 раз. Переместите рабочий лист с базой данных в рабочую книгу Ch10.xls.

#### ПРИМЕР 10.1.

Получить информацию о суммарных окладах по отделам.

*Решение.* Диалог с Мастером сводных таблиц. Выделяем одну из ячеек списка. В меню выбираем: "Данные/ Сводные таблицы". Запускается Мастер сводных таблиц. На первом шаге предлагается выбрать источник данных. Устанавливаем переключатель в положение "в списке или базе данных Microsoft Excel" (собственно, по умолчанию этот пункт уже выделен). В Excel 2000 предлагается также выбрать вид создаваемого отчета.



Соглашаемся с установленным по умолчанию переключателем "сводная таблица". Нажимаем кнопку "Далее>". На втором шаге предлагается указать диапазон, содержащий исходные данные. Но Excel сам "догадался", что это **База данных** (мы предварительно выделили в ней ячейку). Нажимаем кнопку "Далее>".

Самым ответственным является третий шаг. Именно на этом шаге определяется структура таблицы. Мы видим в диалоговом окне еще не заполненный шаблон, содержащий четыре области (рис. 10.1). В Excel 2000 нужно сначала щелкнуть кнопку "Макет".



Рис. 10.1

В этих областях нужно разместить названия полей исходного списка. Эти поля перечислены справа от шаблона. Перетащим мышью поле **OTDEL** в область строк, а поле **OKLAD** в область данных (в этой области обязательно что-то должно присутствовать).

Обратите внимание, что вместо **OKLAD** в поле теперь написано "Сумма по полю **OKLAD**". Мастер сам выбрал итоговую функцию "Сумма", потому что **OKLAD** является числовым полем. Переходим к четвертому шагу (в Excel 2000 возвращаемся к диалоговому окну третьего шага).

Предлагается поместить сводную таблицу на новый лист или на существующий лист. Выберем переключатель "новый лист".

Сумма по полю OKLAD	
OTDEL	Всего
АПС	2651.5
ОНК	3110.6
ОТД	4711.5
ТКБ	4562.4
Общий итог	15036

Рис. 10.2

Получим таблицу (начиная с ячейки **A1**) — рис. 10.2. В Excel 2000 таблица, представленная на рис. 10.2, будет размещена, начиная с третьей строки. Удалите первые две строки рабочего листа, чтобы таблица начиналась с первой строки.

*Форматирование таблицы.* Обычным способом (нажатие клавиши F2 и редактирование) поменяем названия в ячейках A1 и A2. На числа наложим формат с двумя цифрами после точки (этот формат был в исходном списке, но в сводной таблице форматы теряются). Можем также установить белый фон в ячейке A2. Получим (рис. 10.3).

Суммарный оклад	
Отдел	Всего
АПС	2651.50
ОНК	3110.60
ОТД	4711.50
ТКБ	4562.40
Общий итог	15036.00

**Рис. 10.3**

Задача решена. Обратите внимание, что в Excel 2000 в ячейке "Отдел" имеется кнопка выпадающего списка. Если щелкнуть по этой кнопке мышью, то на экране появится список флажков, соответствующих отделам. Снимите флажок у отдела ОНК. Тогда он исчезнет из сводной таблицы.

*Изменение вида таблицы.* Мы можем легко изменить вид таблицы. "Схватим мышью" поле в ячейке A2 и перетащим его в ячейку B1 (обратите внимание, какой вид принимает курсор мыши при перемещении по сводной таблице и за ее пределами). В результате получим таблицу (рис. 10.4).

Суммарный оклад	Отдел				
	АПС	ОНК	ОТД	ТКБ	Общий итог
Всего	2651.50	3110.60	4711.50	4562.40	15036.00

**Рис. 10.4**

Проведенную операцию можно представлять себе так: от левой верхней ячейки к правой нижней ячейке сводной таблицы проведена невидимая ось. И вокруг этой оси мы повернули поле "Отдел", вследствие чего таблица поменяла структуру. По-английски "ось" и "поворот, вращение" — pivot. Поэтому сводная таблица в английском (исходном) варианте Excel называется Pivot Table.

*Обновление сводной таблицы.* Изменим один из окладов в исходном списке. Сводная таблица не изменится. Чтобы изменения в исходном списке отразились на сводной таблице, нужно выделить одну из ячеек таблицы и выбрать в меню команду "Данные/ Обновить данные".

Если предполагается серия операций со сводной таблицей, то имеет смысл вывести на экран панель инструментов "Сводная таблица" (выбрать в меню пункт "Вид/ Панели инструментов/ Сводная таблица"). На кнопке "Обновить данные" изображен восклицательный знак. Впрочем, все команды, обозначенные на кнопках этой панели, продублированы в контекстном меню сводной таблицы. Если Вас не устраивает, что панель кнопок частично загораживает рабочий лист, то пользуйтесь контекстным меню, хотя это займет чуть больше времени.

Сводная таблица реализована так. В оперативной памяти создается невидимая для нас точная копия исходного списка, так называемый кэш (cache). Именно из кэша берет информацию сводная таблица. По команде "Данные/ Обновить данные" информация из списка копируется в кэш, а сводная таблица, непосредственно с ним связанная, обновляется.

*Изменение итоговой функции.* Мастер сводных таблиц выбрал по умолчанию суммирование окладов по отделам. На можно выбрать и другие итоговые функции. Выделите какую-либо ячейку в области данных, для которой хотите изменить итоговую функцию, и щелкните кнопку "Поле сводной таблицы" (в Excel 2000 — "Параметры поля"). Будет выведено диалоговое окно "Вычисление поля сводной таблицы". Здесь в окне "Операция" перечислены итоговые функции: "Сумма", "Количество значений", "Среднее", ... Выберем "Максимум". Получим таблицу (рис. 10.5):

Максимум по полю OKLAD	Отдел				
	АПС	ОНК	ОТД	ТКБ	Общий итог
Всего	340	340	340	310	340

Рис. 10.5

В диалоговом окне "Вычисление поля сводной таблицы" имеется кнопка "Дополнительно>>". Чтобы понять ее назначение, выделим ячейку из области данных и щелкнем "Поле сводной таблицы". Выберем итоговую функцию "Сумма" и щелкнем

кнопку "Дополнительно>>". Диалоговое окно "Вычисление поля сводной таблицы" расширится вниз. В списке "Дополнительные вычисления" выберем "Доля от суммы по строке". При нажатии на кнопку "Формат" Вы получите диалоговое окно для выбора числового формата. Получим таблицу (рис. 10.6).

Сумма по полю OKLAD	Отдел				
	АПС	ОНК	ОТД	ТКБ	Общий итог
Всего	17.63%	20.69%	31.33%	30.34%	100.00%

Рис. 10.6

*Упражнение 10.1.* Вычислить средний оклад по отделам. Заменить эти средние значения на процентные доли от общего среднего (принятого за 100%).

*Упражнение 10.2.* Реорганизуем таблицу, переместив отделы в область столбцов. Расположите в области данных одновременно следующие итоговые функции: "Сумма", "Среднее", "Максимум", "Минимум". Обратите внимание, что в области строк появилось новое поле "Данные", чтобы можно было обозначить результаты вычислений по различным итоговым функциям.

*Удаление сводной таблицы.* Выделите сводную таблицу (в контекстном меню: "Выделить/ Таблица целиком", в этом же подменю должна быть нажата кнопка "Разрешить выделение"). В меню выбрать команду "Правка/ Очистить/ Все" (если ограничиться нажатием клавиши Del, то останутся рамки). Вместо того, чтобы устанавливать стандартную ширину столбцов, проще удалить их.

Восстановите таблицу (клавиши **Ctrl+Z**).

Поясним, почему в Excel 2000 третий и четвертый шаги Мастера сводных таблиц объединены. Теперь с макетом сводной таблицы можно работать непосредственно на рабочем листе. На панели инструментов "Сводная таблица" имеется перечень полей исходного списка (этот перечень можно скрыть, если щелкнуть кнопку "Скрыть поля"). Перетащите с панели инструментов поле ДЕТИ в область данных сводной таблицы. В таблицу будут добавлены сведения о количестве детей сотрудников. Но для единообразия изложения обращать внимание на эту возможность мы больше не станем. Тот же эффект легко получить, щелкнув кнопку "Мастер сводных таблиц", а в появившемся диалоговом окне — кнопку "Макет". >

### ПРИМЕР 10.2.

Получить информацию о количестве мужчин и женщин в отделах.

*Решение.* Выделим ячейку в списке, запустим Мастер сводных таблиц. После второго шага будет задан вопрос, строить ли новую сводную таблицу на основе существующей или как независимую. Казалось бы, надо строить независимую таблицу, ведь наша новая сводная таблица содержит совсем иную информацию, чем в предыдущем примере. Но это не так! Ведь для независимой сводной таблицы будет организован в оперативной памяти новый кэш, содержащий все ту же копию исходного списка. Это очень расточительно, да и команду обновления придется делать для каждой из сводных таблиц по отдельности. Поэтому отвечаем ДА. (Отсюда можно сделать вывод: на первом шаге Мастера следовало выбрать переключатель "в другой сводной таблице".)

На третьем шаге сформируем макет: в область строк поместим **OTDEL**, в область столбцов — **POL**, в области данных можно разместить любое текстовое поле, например тот же **OTDEL**. Появится строка "Количество по полю **OTDEL**" (если бы мы поместили числовое поле, то Мастер предложил бы нам сумму по этому полю и пришлось бы менять "сумму" на "количество"). На четвертом шаге укажем размещение на "**Лист1**", начиная, например, с ячейки **A12** (чтобы от предыдущей сводной таблицы отделяло три-четыре строки). Получим таблицу (рис. 10.7).

Кол-во значений по полю OTDEL	POL		
OTDEL	ж	м	Общий итог
АПС	3	9	12
ОНК	5	8	13
ОТД	5	16	21
ТКБ	3	19	22
Общий итог	16	52	68

Рис. 10.7

*Изменение структуры таблицы.* Переместите поле **POL** в область строк. Поменяйте местами очередность полей **POL** и **OTDEL** в области строк. Сделайте это двумя способами: перемещая мышью поля непосредственно в сводной таблице и вы-

зывая Мастер сводных таблиц (автоматически открывается третий шаг, и Вы можете изменить макет сводной таблицы, после чего сразу нажимаете "Готово", не переходя на четвертый шаг).

*Общие итоги.* Общие итоги по строкам и столбцам, несомненно, содержат полезные сведения. Но предположим, они нам не нужны (не хотим загромождать таблицу дополнительной информацией). Как избавиться от итогов? Выделим какую-нибудь ячейку в сводной таблице и в контекстном меню выберем "Параметры..." (В Excel 2000 — "Параметры **таблицы...**"). Появится диалоговое окно "Параметры сводной таблицы". Снимаем флажки в окнах "Общая сумма по столбцам" и "Общая сумма по строкам". Общие итоги исчезнут.

*Скрытие и показ деталей.* Приведите таблицу к виду, показанному на рис. 10.8.

Кол-во значений по полю OTDEL		
POL	OTDEL	Всего
ж	АПС	3
	ОНК	5
	ОТД	5
	ТКБ	3
ж Всего		16
м	АПС	9
	ОНК	8
	ОТД	16
	ТКБ	19
м Всего		52

Рис. 10.8

Можно считать, что поле OTDEL является детализацией для поля POL. Выделите названия отделов (одновременно будут выделены значения в области данных) и выберите в контекстном меню "Группа и структура/ Скрыть детали". Таблица приобретет вид (рис. 10.9).

Выделите две нижние строки полученной таблицы и в контекстном меню выберите "Группа и структура/ Показать детали". Таблица приобретет прежний вид.

Кол-во значений по полю OTDEL		
POL	OTDEL	Всего
ж		16
м		52

Рис. 10.9

Еще проще **скрыть** детали только для одного из значений поля POL. Сделайте двойной щелчок по ячейке, в которой находится буква "м", и названия отделов будут скрыты (рис. 10.10).

Кол-во значений по полю OTDEL		
POL	OTDEL	Всего
ж	АПС	3
	ОНК	5
	ОТД	5
	ТКБ	3
ж Всего		16
м		52

**Рис. 10.10**

Сделайте двойной щелчок по той же ячейке, чтобы вернуть таблице прежний вид.

*Изменение порядка значений полей строк и столбцов.* Пусть требуется установить такой порядок расположения отделов: ОНК, АПС, ОТД, ТКБ. Можно организовать пользовательский список для сортировки, но проще непосредственно переставить ячейки.

Перетащите мышью ячейку АПС так, чтобы она заняла место ячейки ОНК. Напомню, что сначала надо выделить АПС, при этом будут выделены соседняя ячейка с результатом и такая же пара ячеек, относящихся к "мужчинам" (в Excel 2000 дополнительного выделения не произойдет). Курсор мыши установить на границу ячейки так, чтобы он принял форму стрелки, после чего, не отпуская левую кнопку мыши, перетащить ячейку на ячейку ОНК. В результате порядок отделов станет таким: ОНК, АПС, ОТД, ТКБ.

*Группирование.* Мы хотим объединить отделы АПС и ТКБ в одно подразделение и назвать его "Производство".

Сделайте множественное выделение ячеек АПС и ТКБ (использовать клавишу Ctrl). После этого в контекстном меню выберите "Группа и структура/ Группировать". Переименуйте название "Группа1" в "Производство". Результат показан на рис. 10.11. >

### **ПРИМЕР 10.3.**

Извлечь сведения о количестве сотрудников мужского и женского пола, не имеющих детей, имеющих одного ребенка, имеющих двух детей и т.д.

*Решение.* Выделите ячейку в списке. Выберите в меню "Данные/ Сводные таблицы". На макете в область строк помес-

тите ДЕТИ, в область столбцов поместите поля POL и ОТДЕЛ, в область данных поместите поле ДЕТИ, сделайте по нему двойной щелчок и замените итоговую функцию с "Суммы" на "Количество". Разместите таблицу на новом рабочем листе "Лист2". Вы получите таблицу, показанную на рис. 10.12.

Кол-во значений по полю ОТДЕЛ			
POL	ОТДЕЛ2	ОТДЕЛ	Всего
ж	Производство	АПС	3
		ТКБ	3
	ОТД	ОТД	5
	ОНК	ОНК	5
ж Всего			16
м	Производство	АПС	9
		ТКБ	19
	ОТД	ОТД	16
	ОНК	ОНК	8
м Всего			52

Рис. 10.11

Кол-во значений по полю ДЕТИ	POL		ОТДЕЛ									
	ж					ж	м				м	Общий итог
	ДЕТИ	АПС	ОНК	ОТД	ТКБ	Все-го	АПС	ОНК	ОТД	ТКБ	Все-го	
0	1	1	1			3	3	3	7	11	24	27
1	1	3	3	2		9	3	5	7	6	21	30
2		1	1			2	2		2	2	6	8
3	1			1		2	1				1	3
Общий итог	3	5	5	3		16	9	8	16	19	52	68

Рис. 10.12

Испытайте различные варианты размещения полей в области строк и столбцов.



*Область страниц.* Получилась довольно-таки громоздкая таблица. Упростим ее внешний вид. Вызовите Мастер сводных таблиц и переместите поле OTDEL из области столбцов (или строк) в область страниц. (В Excel 2000 Вы можете это сделать непосредственно на рабочем листе, переместив поле OTDEL на надпись "Перетащите сюда поля страниц".) Вы получите таблицу (рис. 10.13).

OTDEL	(Все)			
Кол-во значений по полю DETI	POL			
DETI	ж	м	Общий итог	
	0	3	24	27
	1	9	21	30
	2	2	6	8
	3	2	1	3
Общий итог		16	52	68

**Рис.10.13**

В ячейке, где находится слово (Все), имеется стрелка выпадающего списка. Нажав на эту стрелку, Вы можете выбрать из списка название отдела и получить на экране сведения только по этому отделу. Но есть возможность развернуть сведения сразу на несколько рабочих листов. Нажмите кнопку "Отобразить страницы" (или выберите этот пункт в контекстном меню сводной таблицы). В рабочей книге появятся новые страницы с названиями отделов. На каждой странице приведена таблица для указанного на корешке отдела.

В каждую из четырех областей (страниц, строк, столбцов и данных) можно поместить произвольное количество полей.

*Фильтрация данных.* Нужно получить записи исходного списка, удовлетворяющие критерию: мужчины, работающие в отделе ОНК и имеющие одного ребенка. Для этого выведите страницу с отделом ОНК и сделайте двойной щелчок по ячейке в области данных, которой соответствует значение поля DETI, равное 1, и значение поля POL, равное "м". (Либо выделите эту ячейку и щелкните кнопку "Показать детали".) В рабочей книге появляется новый лист, на котором расположены отфильтрованные записи. >

#### ПРИМЕР 10.4.

Построить гистограмму, показывающую количество сотрудников (мужчин и женщин) различных отделов, имеющих конкретное число детей.

*Решение.* Этот пример является развитием предыдущего. Прежде всего получим сводную таблицу, содержащую сведения предыдущего примера, но без полей страниц. Получите следующую сводную таблицу (рис. 10.14).

Кол-во значений по полю FAM		OTDEL					
DETI	POL	АПС	ОНК	ОТД	ТКБ	Общий итог	
0	ж	1	1	1		3	
	м	3	3	7	11	24	
0 Всего		4	4	8	11	27	
1	ж	1	3	3	2	9	
	м	3	5	7	6	21	
1 Всего		4	8	10	8	30	
2	ж		1	1		2	
	м	2		2	2	6	
2 Всего		2	1	3	2	8	
3	ж	1			1	2	
	м	1				1	
3 Всего		2			1	3	
Общий итог		12	13	21	22	68	

Рис. 10.14

Для построения гистограммы такая таблица не подходит из-за наличия промежуточных итогов. Удалим их. Сделайте двойной щелчок по полю DETI. Появится диалоговое окно "Вычисление поля сводной таблицы". В разделе "Промежуточные итоги" поставьте переключатель в положение "нет". Щелкните "ОК". Промежуточные итоги исчезнут (рис. 10.15).

Для сводных таблиц лучше сначала вызвать Мастер диаграмм, а на его первом шаге указать область, откуда брать данные для диаграммы (выделите в сводной таблице все, кроме первой и последней строки и последнего столбца, иными словами, — все, кроме заголовка и общих итогов). Далее построение диаграммы идет, как обычно.

Кол-во значений по полю FAM		OTDEL					
ДЕТ1	POL	АПС	ОНК	ОТД	ТКБ	Общий итог	
0	ж	1	1	1		3	
	м	3	3	7	11	24	
1	ж	1	3	3	2	9	
	м	3	5	7	6	21	
2	ж		1	1		2	
	м	2		2	2	6	
3	ж	1			1	2	
	м	1				1	
Общий итог		12	13	21	22	68	

Рис. 10.15

Построив диаграмму, **посмотрите**, как она изменяется при реорганизации таблицы: перемещайте поля из области столбцов в область строк, скрывайте поля. Но перед такими упражнениями лучше предварительно удалить из таблицы строку и столбец общих итогов (контекстное меню "Параметры" ).

В Excel 2000 появилось принципиально новое средство: *сводная диаграмма*. Для ее построения достаточно щелкнуть на панели инструментов "Сводная таблица" кнопку "Мастер диаграмм". Попробуйте самостоятельно разобраться в сводной диаграмме. Работа с ней во многом аналогична работе со сводной таблицей: можно перемещать кнопки с надписями полей от оси категорий в область легенды и обратно. Можно переместить кнопку в верхнюю часть диаграммы: область страниц. Закончив формирование диаграммы, можно убрать кнопки полей. Для этого на панели инструментов щелкните по кнопке выпадающего списка "Сводная диаграмма" и выберите пункт "Скрыть кнопки полей сводной диаграммы". Более подробные сведения Вы можете найти в Справке: "Работа с диаграммами/ Работа с отчетами сводных **диаграмм**/ Создание отчета сводных **диаграмм**". Посмотрите также в Справке раздел "Разрешение вопросов при создании отчетов сводных **диаграмм**". ▷

#### **ПРИМЕР 10.5.**

Извлечь сведения о количестве сотрудников, получающих конкретный оклад, и сгруппировать оклады в виде сетки от 100 руб. с шагом 50 руб.

**Решение.** Сначала построим таблицу следующего вида (рис. 10.16).

Кол-во значений по полю OKLAD		
OKLAD		Всего
	100.6	4
	...	...
	310	6
	340	8
Общий итог		68

**Рис. 10.16**

Выделим поле OKLAD и щелкнем по кнопке "Группировать". Появится диалоговое окно "Группирование", в котором предложены начальный (100.6) и конечный (340) оклады, исходя из реальных данных, и шаг 10. Установим начальное значение 100, конечное значение 350 и шаг 50. Получим таблицу (рис. 10.17).

Кол-во значений по полю OKLAD		
OKLAD		Всего
100-150		8
150-200		9
200-250		37
300-350		14
Общий итог		68

**Рис. 10.17**

Вернуть ей прежний вид можно, щелкнув по кнопке "Разгруппировать". >

#### **ПРИМЕР 10.6.**

Извлечь сведения о количестве сотрудников, сгруппированных по месяцам их дат рождения.

**Решение.** Построим сводную таблицу: в области строк поле DR, в области данных "Количество значений по полю FAM". Выделяем поле DR и нажимаем кнопку "Группировать". Так как было выделено поле дат, то диалоговое окно "Группирование" имеет несколько иной вид, чем в предыдущем примере. Основ-

ное отличие: предлагается набор единиц измерения времени для выполнения группирования — от секунды до года. Выбираем "Месяцы".

В списке шагов можно указывать более одного элемента. Попробуйте указать "Месяцы" и "Годы". В полученной таблице поменяйте местами поля "Годы" и DR. >

**ПРИМЕР 10.7.**

(Excel 97). Извлечь сведения о количестве сотрудников, сгруппированных по десятилетиям годов рождений.

*Решение.* Эта сложная задача решается в несколько этапов. Сначала построим ту же сводную таблицу (рис. 10.18), что и в предыдущем примере (до группировки).

Кол-во значений по полю FAM		
DR		Всего
	07/10/36	1
	01/02/38	1
	...	...
	19/05/79	1
Общий итог		68

**Рис. 10.18**

*Вычисляемое поле.* Добавим в область данных вычисляемое поле (это новинка Excel 97). Для этого в контекстном меню сводной таблицы выберем "Формулы/ Вычисляемое поле". Появится диалоговое окно "Вставка вычисляемого поля". Предлагаемое имя "Поле1" оставим без изменений (в нашем примере оно в конце концов исчезнет), в поле ввода "Формула" введем =год(DR). Можно просто напечатать эту формулу в поле ввода, но для вставки имени поля можно воспользоваться приведенным ниже в диалоговом окне перечнем полей исходного списка, т.е. набрать =год(, выбрать поле DR и щелкнуть кнопку "Добавить поле", после этого ввести закрывающую скобку. После ввода формулы щелкаем кнопки "Добавить" и "ОК". Получаем таблицу (рис. 10.19).

Вызовем Мастер сводных таблиц и удалим из области данных поле "Количество значений по полю FAM". Не переходя к четвертому шагу, нажимаем "Готово". Получаем таблицу, представленную на рис. 10.20.

DR	Данные	Всего
07/10/36	Кол-во значений по полю <b>FAM</b>	1
	Сумма по полю Поле1	19/04/05
01/02/38	Кол-во значений по полю <b>FAM</b>	1
	Сумма по полю Поле1	21/04/05
...	...	...
Итого Кол-во значений по полю <b>FAM</b>		68
Итого Сумма по полю Поле1		01/07/15

Рис. 10.19

Сумма по полю Поле1	
DR	Всего
07/10/36	19/04/05
...	...
<b>19/05/79</b>	01/06/05
Общий итог	01/07/15

Рис. 10.20

**Форматирование.** В столбце "Всего" проставлены какие-то непонятные даты! Столбец унаследовал формат даты. Выделяем данные этого столбца и накладываем на них формат "Общий" (проще всего нажать **Ctrl+Shift+~**). Но при выполнении столь безобидной операции мы получим сообщение:

**Не** нажата кнопка "Разрешить выделение" в подменю "Выделить" (меню "Сводная таблица"). Форматирование сводной таблицы будет потеряно при следующем обновлении или изменении структуры.

Для продолжения нажмите кнопку "ОК"

Чтобы сохранить форматирование, щелкните "Отмена", убедитесь, что кнопка "Разрешить выделение" нажата, и повторите команду форматирования.

Итак, если мы хотим сохранять форматирование в дальнейшем, то нужно предварительно в контекстном меню выбрать "Выделить/ Разрешить **выделение**". И хотя нам не понадобится в дальнейшем формат этого поля, сделаем все-таки это дейст-

**вие.** А затем вновь выделяем данные столбца "Всего" и накладываем на них формат "Общий". Получим (рис. 10.21):

Сумма по полю Поле1	
DR	Всего
07/10/36	1936
...	...

Рис. 10.21

Итак, 19/04/05 — это иная запись числа 1936.

*Новая сводная таблица на основе исходной сводной таблицы.* На основе сконструированной сводной таблицы построим новую. В качестве полей будем использовать не поля исходного списка, а поля сводной таблицы. Вызываем Мастер функций. На первом шаге указываем "в списке или базе данных Microsoft Excel" (а не в сводной таблице, как мы указывали в предыдущих примерах, кроме первого). На втором шаге Мастер предлагает **База данных**. Нажимаем кнопку свертывания диалогового окна (справа от поля ввода), переходим на рабочий лист, где находится только что построенная сводная таблица, и выделяем в ней только столбец с заголовком "Всего" (не включая итога), т.е. диапазон \$B\$2:\$B\$70. На третьем шаге единственное поле "Всего" помещаем в область столбцов и в область данных. В области данных меняем итоговую функцию "Сумма" на "Количество значений". На последнем шаге выбираем ячейку на текущем рабочем листе, например D1. Получаем таблицу (рис. 10.22).

Кол-во значений по полю Всего	
Всего	Всего
1936	1
1938	2
...	...
1979	1
Общий итог	68

Рис. 10.22

Осталось выполнить группирование и изменить названия полей (рис. 10.23).

Кол-во сотрудников по годам рождения	Всего
1930-1939	6
1940-1949	16
1950-1959	26
1960-1969	14
1970-1979	6
Общий итог	68

**Рис. 10.23**

*Эффект добавления записи.* При работе с этой таблицей нас подстерегает **неприятность**, о которой в практической работе следует помнить. Перейдем на лист `kadr` и добавим в список нового сотрудника (лучше всего это сделать с помощью "Данные/ Форма"). Положим ему дату рождения 3/5/83 — этот год лежит вне диапазонов группирования. Выделим сводную таблицу с полем `DR` (первую из построенных в этом примере) и дадим команду на обновление данных. Получим сообщение "Сводная таблица была изменена при обновлении данных". Это означает, что сводная таблица изменила структуру: к ней добавлена новая строка. Теперь сделаем операцию обновления со второй сводной таблицей. Она не изменится. Дело в том, что она построена на основе диапазона `$B$2:$B$70`, а добавились данные в 71-й строке. Для первой таблицы обновление прошло успешно, потому что она построена на основе блока **База данных**, который автоматически **расширяется** при добавлении новых записей. Для второй таблицы придется вызывать Мастер сводных таблиц, вернуться ко второму шагу и изменить диапазон на `$B$2:$B$71`, после чего нажать "Готово". Тогда произойдет корректное обновление второй сводной таблицы.

*Превращение сводной таблицы в обычную.* Если мы не собираемся в дальнейшем обновлять сводную таблицу, а она является лишь промежуточным результатом в последовательности наших действий, то возникает необходимость превратить сводную таблицу в обычный набор данных на рабочем листе. Дело в том, что сводная таблица воспринимается Excel как единое целое. Например, у сводной таблицы нельзя удалить первую строку (попробуйте!). Чтобы превратить сводную таблицу в обычную, выделите ее, поставьте курсор мыши на **границу выделен-**



ного блока (он примет форму стрелки), нажмите на правую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите блок на одну ячейку вправо и тут же верните блок на прежнее место; в контекстном меню выберите пункт "Копировать только значения", снимите выделение с блока (этот прием нам уже встречался). >

*Упражнение 10.3.* Скопируйте рабочий лист test из файла Ch07.xls. На этом листе расположены данные о тестировании группы испытуемых. Получить таблицу (рис. 10.24) о количестве испытуемых, набравших баллы в указанных диапазонах:

Кол-во значений по полю Результат	
Результат	Всего
10-19	5
20-29	13
30-39	27
40-49	18
50-59	3
Общий итог	66

Рис. 10.24

*Упражнение 10.4.* При выполнении упражнения 9.10 Вы перестроили таблицу "osadki" так, чтобы она удовлетворяла требованиям, предъявляемым к списку. Постройте для этого списка сводную таблицу, которая будет содержать обобщенные данные об осадках по годам и за все годы. Нужно отобразить: сумму, среднее, стандартное отклонение, максимум, минимум (эта задача была решена с помощью итоговых функций в примере 4.6).

*Упражнение 10.5.* Ранее Вами была решена задача 4.16 об авариях на трех предприятиях. Заново решите эту задачу: сначала превратите исходную таблицу в список с заголовком "Год-Предприятие-Аварии", далее с помощью сводных таблиц получите все таблицы, перечисленные в условии задачи 4.16.

**ЗАДАЧА 10.1.** Трамвайный билет имеет шестизначный номер. Билет называется счастливым, если сумма первых трех цифр совпадает с суммой последних трех цифр. Сосчитать количество счастливых билетов.

Указание: достаточно сгенерировать номера от 0 до 999.

*Упражнение 10.6.* Решить задачу 8.11 построением сводной таблицы (правда, при этом будет получено много другой информации).

**ЗАДАЧА 10.2.** [8]. Транспортная компания получила следующий документ о категориях грузов и районах их доставки:

Категория груза	5	5	3	2	2	3
Район доставки	U1	R2	R1	R2	Ltv	U2
Категория груза	5	4	3	1	2	5
Район доставки	U2	R3	R3	U1	U2	R3

Пусть этот документ находится в текстовом файле `transport.txt` (подготовьте этот файл самостоятельно, данные в каждой строке разделите пробелами). Постройте гистограммы числа грузов каждой категории и числа грузов в каждый район доставки.

## 10.2. Консолидация

Консолидация позволяет обобщать информацию, расположенную на нескольких рабочих листах.

### ПРИМЕР 10.8.

На рабочих листах с именами "январь", "февраль", "март" приведены фамилии торговых агентов и количество сделок, которые они совершили в течение месяца. Построить сводку за первый квартал.

*Решение.* Чтобы освоить некоторые полезные приемы, начнем решать задачу "с нуля". Создадим новую рабочую книгу. Если Вы работаете с Excel 97, то по умолчанию в этой книге 3 листа. Вставьте еще один лист. Переименуйте листы: дайте им названия "Январь", "Февраль", "Март", "1 квартал".

*Внесение заголовков одновременно в несколько листов.* Выделите все листы с названиями месяцев: для этого перейдите на лист "Январь", нажмите клавишу Shift и, не отпуская ее, щелкните по ярлычку листа "Март". Будут выделены все листы рабочей книги, при этом активным листом останется "Январь". (Если нужно выделить только некоторые листы, то нужно удерживать нажатой клавишу Ctrl.) Введите в ячейку A1 "Фамилия И.О.", в ячейку B1 "Сделки", в C1 "Объем". Щелкните по ярлычку листа "Февраль", выделение с нескольких листов будет снято. Убе-

дители, что в ранее выделенные листы внесен один и тот же текст в ячейки **A1**, **B1**, **C1**. Для иллюстративных целей поменяйте на листе "Февраль" содержимое ячеек: в **B1** "Объем", а в **C1** "Сделки".

*Ввод информации в листы.* Введите в листы с названиями месяцев информацию в соответствии с таблицей (рис. 10.25) (названия месяцев вводить не нужно, они на ярлычках листов).

Январь			Февраль		
Фамилия И.О.	Сделки	Объем	Фамилия И.О.	Объем	Сделки
Иванов И.И.	6	250	Сидоров И.Н.	200	5
Антонов А.В.	12	430	Иванов И.И.	220	8
Медведев К.Л.	7	180			

Март		
Фамилия И.О.	Сделки	Объем
Иванов И.И.	12	200
Сидоров И.Н.	10	300
Антонов А.В.	8	150
Медведев К.Л.	6	220

**Рис. 10.25**

Обратите внимание, что фамилии в листах идут в полном беспорядке, заголовки столбцов тоже перепутаны (но фамилии всегда в первом столбце!).

*Консолидация.* Прежде всего нужно выделить ячейку, которая будет служить верхней левой ячейкой для блока с результатами консолидации. Для этого перейдем на лист "1 квартал" и выделим ячейку **A1**.

Выберем в меню "Данные/ Консолидация". Появится диалоговое окно "Консолидация". В выпадающем списке "Функция:" выставлено "Сумма", т.е. выбранные данные будут суммироваться. Но можно выбрать и другую итоговую функцию: посмотрите список.

Следующее поле: "Ссылка". Выполним последовательность действий: установив фокус ввода в этом поле, будем по очереди выделять диапазоны для консолидации; когда в этом поле появится очередной диапазон, щелкнем кнопку "Добавить" — адрес диапазона переместится в окно "Список диапазонов".

Итак, щелчком мышью в поле "Ссылка:". Щелчком по ярлычку листа "Январь" (в поле ввода появится "Январь!" — формируется адрес). Выделим блок **A1:C4** (в поле ввода "**Январь!\$A\$1:\$C\$4**") — вокруг блока бегущая пунктирная рамка. Щелчком кнопку "Добавить" — адрес диапазона окажется в поле "Список диапазонов:". Аналогично добавим диапазоны "**Февраль!\$A\$1:\$C\$3**" и "**Март!\$A\$1:\$C\$5**". Список диапазонов консолидации сформирован.

В диалоговом окне имеется блок "Использовать в качестве имен" из двух флажков "подписи верхней строки" и "значения левого столбца". Установим оба флажка. Эти флажки нужно установить, потому что информация в таблице будет идентифицироваться по названиям строк и столбцов. Если бы таблицы по месяцам имели одинаковую структуру, но разные названия столбцов, например, на одном листе столбец называется "Сделки", а на другом — "Количество сделок", но их расположение в таблице одинаково, тогда следовало снять флажок "подписи верхней строки".

Флажок "создавать связи с исходными данными" устанавливать пока не будем.

После щелчка по кнопке "ОК" на рабочем листе появится таблица (рис. 10.26):

	Сделки	Объем
Иванов И.И.	26	670
Сидоров И.Н.	15	500
Антонов А.В.	20	580
Медведев К.Л.	13	400

Рис. 10.26

Обратите внимание, что заголовок "Фамилии" отсутствует. Здесь можно провести аналогию с построением диаграмм. Как Вы помните, диаграмму построить легче всего, если левая верхняя клетка блока, содержащего исходные данные для диаграммы, пуста. Верхняя строка дает подписи столбцов, в левом столбце — названия строк.

Строку "Фамилия И.О." можно ввести в ячейку **A1**. На самом деле было бы целесообразно при вводе заголовков в рабочие листы с месяцами выделить и лист "1 квартал". Таблицы на

листах имели бы одинаковую структуру и названия столбцов, и мы бы даже не заметили, что **операция** консолидации ячейку **A1** не заполняет.

Если мы внесем изменения в один из диапазонов консолидации, например увеличим количество сделок, записанных за Ивановым, то таблица на листе "1 квартал" не изменится, так как не был установлен флажок "создавать связи с исходными данными". Но если выполнить команду "Данные/ Консолидация", в диалоговом окне ничего не менять, только щелкнуть "ОК", то произойдет обновление таблицы.

*Установление связей.* Выделите на листе "1 квартал" ячейку A1. Откройте диалоговое окно "Консолидация" и установите флажок "создавать связи с исходными **данными**". Таблица изменилась. Выполните подгонку ширины столбцов. Столбец В пустой, столбцы "Сделки" и "Объем" переместились в столбцы С и D. Слева появились символы структуры. Раскроем второй уровень структуры. В столбце В появятся имена текущей рабочей книги (можно консолидировать данные и из разных рабочих книг), а в столбцах С и D мы увидим, из каких исходных данных сложились итоговые данные. Если теперь изменить количество сделок на листе "Март", то итоговые данные будут обновлены автоматически. >

**Упражнение 10.7.** Можно консолидировать данные не только с листов одной рабочей книги, но и из разных рабочих книг. Самостоятельно постройте пример: из двух рабочих книг (неоткрытых) консолидируйте данные в третью рабочую книгу.

*Указание.* Ссылки на диапазоны консолидации Вам придется вводить "вслепую", например, пусть сведения за январь хранятся в книге `cons1.xls`. Тогда ссылка имеет вид:  
`[cons1.xls]Январь!$A$1:$C$4`.

#### **ПРИМЕР 10.9.**

**Использование сводных таблиц для консолидации.** Продолжим рассмотрение примера 10.8. Еще раз подведем итоги работы агентов за первый квартал, но на этот раз построим сводную таблицу.

Вставьте в книгу новый рабочий лист "Сводка". Выделите ячейку A1 и вызовите Мастер сводных таблиц. На первом шаге установите переключатель "в нескольких диапазонах консолидации". На шаге 2а установите второй переключатель "создавать

одно поле **страницы**". На шаге **26** нужно указать диапазоны консолидации. Прodelайте это (здесь полная аналогия с диалоговым окном "Консолидация").

На третьем шаге мы должны сконструировать макет сводной таблицы. Но теперь в диалоговом окне отсутствуют поля сводной таблицы, а вместо них имеются безликие "Строка", "Столбец", "Значение", "Страница". В нашем случае настройку макета можно не делать, но все-таки посмотрите, как его настроить. Сделайте двойной щелчок мышью по кнопке "Столбец" (расположенной в макете, а не сбоку). Вы получите диалоговое окно "Вычисление поля сводной таблицы". Здесь Вы можете **указать**, вычислять ли промежуточные итоги и какие. В последнем диалоговом окне нажмем кнопку "Готово". На текущий рабочий лист будет выведена сводная таблица (рис. 10.27).

Страница1	(Все)		
Сумма по полю Значение	Столбец		
Строка	Объем	Сделки	Общий итог
Антонов А. В.	580	20	600
Иванов И.И.	670	26	696
Медведев К.Л.	400	13	413
Сидоров И.Н.	500	15	515
Общий итог	2150	74	2224

**Рис. 10.27**

Общий итог по столбцам для пользователя таблицы может быть полезен. Общий итог справа (итог по строкам) — бессмыслица, так как складываются разнородные величины. Вызовем Мастер сводных таблиц и на четвертом шаге щелкнем кнопку "Параметры". Снимите флажок "общая сумма по строкам". Правый столбец таблицы исчезнет. >

В Excel имеется надстройка "Поиск решения", которая позволяет решать задачи отыскания наибольших и наименьших значений, а также решать уравнения. В этой главе у читателя не предполагается наличия специальных знаний в области оптимизации, поэтому изложение будет заведомо неполным. В книге [28] изложены теоретические основы оптимизации и методы решения прикладных оптимизационных задач с помощью Excel.

Сначала убедитесь, что Excel использует надстройку "Поиск решения" (в исходной версии Solver — Решатель, так и будем его называть [3]). В меню "Сервис" найдите пункт "Поиск решения". Если он есть — все в порядке. Если его нет, нужно установить эту надстройку. Для этого выберите в меню пункт "Сервис/ Надстройки". В диалоговом окне найдите в списке надстроек "Поиск решения" и установите слева от него флажок. (Посмотрите заодно, все ли установленные надстройки Вам нужны, и снимите флажки у лишних). Загрузится Решатель. В дальнейшем при запуске Excel Решатель будет загружаться автоматически, пока Вы не снимите флажок в окне "Надстройки".

### 11.1. Линейная оптимизация

#### ПРИМЕР 11.1.

Фирма производит две модели А и В сборных книжных полок. Их производство ограничено наличием сырья (высококачественных досок) и временем машинной обработки. Для каждого изделия модели А требуется  $3 \text{ м}^2$  досок, а для изделия модели В —  $4 \text{ м}^2$ . Фирма может получать от своих поставщиков до  $1700 \text{ м}^2$  досок в неделю. Для каждого изделия модели А требуется 12 мин машинного времени, а для изделия модели В — 30 мин. В неделю можно использовать 160 ч машинного времени. Сколько изделий каждой модели следует выпустить фирме в неделю, ес-

ли каждое изделие модели А приносит 2 долл. прибыли, а каждое изделие модели В — 4 долл. прибыли? [2].

• *Решение.* Составим математическую модель. Обозначим:  $x$  — количество изделий модели А, выпускаемых в течение недели,  $y$  — количество изделий модели В. Прибыль от этих изделий равна  $2x+4y$  долл. Эту прибыль нужно максимизировать. Функция, для которой ищется экстремум (максимум или минимум), носит название *целевой функции*. Беспредельному увеличению количества изделий препятствуют *ограничения*. Ограничено количество материала для полок, отсюда неравенство  $3x+4y \leq 1700$ . Ограничено машинное время на изготовление полок. На изделие А уходит 0.2 часа, на изделие В — 0.5 часа, а всего не более 160 ч, поэтому  $0.2x+0.5y \leq 160$ . Кроме того, количество изделий неотрицательное число, поэтому  $x > 0, y > 0$ .

Формально наша задача оптимизации записывается так:

$$\begin{cases} 2x + 4y \rightarrow \max \\ 3x + 4y \leq 1700 \\ 0.2x + 0.5y \leq 160 \\ x \geq 0, y \geq 0 \end{cases}$$

Теперь решим эту задачу в Excel. Создайте новую рабочую книгу, сохраните ее под именем Ch11.xls. Дайте первому листу имя "Полки".

Введите в ячейки рабочего листа информацию (рис. 11.1). Ячейкам В2 и В3 присвойте имена  $x$  и  $y$ . В ячейках С6, С9 и СЮ представлены формулы, занесенные в соответствующие ячейки столбца В.

Выделим ячейку, в которой вычисляется целевая функция, и вызовем Решатель ("Сервис/ Поиск решения"). В диалоговом окне в поле ввода "Установить целевую **ячейку**:" уже содержится адрес ячейки с целевой функцией \$B\$6. Установим переключатель: "Равной максимальному значению". Перейдем к полю ввода "Изменяя **ячейки**:". В нашем случае достаточно щелкнуть кнопку "Предположить" и в поле ввода появится адрес блока \$B\$2:\$B\$3.

Перейдем к вводу ограничений. Щелкнем кнопку "Добавить". Появится диалоговое окно "Добавление ограничения". В



поле ввода "Ссылка на ячейку:" укажите  $B9$ . Правее расположен выпадающий список с условными операторами (раскройте его и посмотрите). Выберем условие  $\leq$ . В поле ввода "Ограничение:" введите число 1700. У нас есть еще одно ограничение, поэтому, не выходя из этого диалогового окна, щелкните кнопку "Добавить" и введите ограничение  $B10 \leq 160$ . Ввод ограничений закончен, поэтому нажмите "ОК". Вы вновь окажетесь в диалоговом окне "Поиск решения". Вы увидите введенные ограничения  $B10 \leq 160$  и  $B9 \leq 1700$ . Справа имеются кнопки "Изменить" и "Удалить". С их помощью Вы можете изменить ограничение или стереть его. (Если Вы используете Excel 5.0/7.0, то Вы должны ввести еще одно ограничение  $B2:B3 \geq 0$ .)

	A	B	C	D
1	Переменные			
2	Изделие А	0	x	
3	Изделие В	0	y	
4				
5	Целевая функция			
6	Прибыль	0	$=2*x+4*y$	
7				
8	Ограничения			
9	Материал	0	$=3*x+4*y$	$\leq 1700$
10	Время изготовления	0	$=0.2*x+0.5*y$	$\leq 160$

Рис. 11.1

Щелкните кнопку "Параметры". Вы окажетесь в диалоговом окне "Параметры поиска решения". Чтобы узнать назначение полей ввода этого окна, щелкните кнопку "Справка". Менять ничего не будем, только установим два флажка: "Линейная модель" (так как наши ограничения и целевая функция являются линейными по переменным  $x$  и  $y$ ) и "Неотрицательные значения" (для переменных  $x$  и  $y$ ). В Excel 5.0/7.0 этот последний флажок отсутствует, поэтому и нужно было вводить ограничение  $B2:B3 \geq 0$ ). Щелкнем "ОК" и окажемся в исходном окне.

Мы полностью подготовили задачу оптимизации. Нажимаем кнопку "Выполнить". Появляется диалоговое окно "Результаты

поиска решения". В нем мы читаем сообщение "Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены." На выбор предлагаются варианты: "Сохранить найденное решение" или "Восстановить исходные значения". Выбираем первое. Можно также вывести отчеты: по результатам, по устойчивости, по пределам. Выделите их все, чтобы иметь представление о том, какая информация в них размещена. Здесь мы не будем комментировать эти отчеты, так как их полное понимание требует существенного углубления в методы оптимизации. Анализ отчетов можно найти в книге [28].

После нажатия "ОК" вид таблицы меняется: в ячейках  $x$  и  $y$  появляются оптимальные значения. Числовые данные примера специально подобраны, поэтому в ответе получились круглые цифры: изделие А нужно выпускать в количестве 300 штук в неделю, а изделие В — 200 штук. Соответственно пересчитываются все формулы. Целевая функция достигает значения 1400.

На самом деле эту задачу надо было формулировать как целочисленную, ведь нельзя выпустить дробное число полок. Как поставить целочисленную задачу оптимизации, мы увидим далее.

Ограничения можно было ввести в Решатель быстрее. Нужно было ввести в  $B9:B10$  формулы  $=3*x+4*y-1700$  и  $=0.2*x+0.5*y-160$ . Тогда ограничения можно было задать блоком  $B\$9:B\$10<=0$ . В случае большого количества ограничений это существенно ускорит подготовку задачи. >

*Упражнение 11.1.* Недельный фонд времени уменьшился из-за планового ремонта и составляет 150 ч. Измените ограничение и убедитесь, что получатся дробные решения.

При решении следующего примера мы познакомимся с очень полезным средством Excel: сценариями.

#### **ПРИМЕР 11.2.**

Имеются три сплава. Первый сплав содержит 70% олова и 30% свинца, второй — 80% олова и 20% цинка, третий — 50% олова, 10% свинца и 40% цинка. Из них необходимо изготовить новый сплав, содержащий 15% свинца. Какое наибольшее и наименьшее процентное содержание олова может быть в этом сплаве? (задача из варианта вступительного экзамена по математике на экономический факультет МГУ в 1978 г.)

**Решение.** Пусть  $u$  — количество первого сплава,  $v$  — количество второго сплава,  $w$  — количество третьего сплава, взятые для изготовления нового сплава. Так как в сплаве должно быть 15% свинца, получаем уравнение:

$$\frac{0.3u + 0v + 0.1w}{u + v + w} = 0.15.$$

Количество олова в новом сплаве:

$$\frac{0.7u + 0.8v + 0.5w}{u + v + w}.$$

Для этой функции трех неотрицательных переменных нужно найти наибольшее и наименьшее значения. Уместно перейти к новым переменным:

$$x = \frac{u}{u + v + w}, \quad y = \frac{v}{u + v + w}, \quad z = \frac{w}{u + v + w}.$$

Тогда мы получаем ограничения:  $0.3x + 0.1z - 0.15 = 0$  и  $x + y + z - 1 = 0$ , причем переменные  $x, y, z$  неотрицательные. Целевая функция имеет вид:  $0.7x + 0.8y + 0.5z$ . Заполним рабочий лист (рис. 11.2).

	A	B	C
1	x	0	
2	y	0	
3	z	0	
4			
5		-0.15	=0.3*x+0.1*z-0.15
6		-1	=x+y+z-1
7			
8		0%	=0.7*x+0.8*y+0.5*z

Рис. 11.2

В столбце C показаны формулы из столбца B. На ячейку B8 наложен процентный формат. Выделим ячейку B8 и вызовем Решатель. Обычным порядком зададим ячейку с целевой функцией (B8), изменяемые переменные (B1:B3) и ограничения (B5:B6=0). Щелкнув кнопку "Параметры", установим флажки

"Линейная модель" и "Неотрицательные значения" (в Excel 5.0/7.0 последнего флажка нет; там нужно добавить ограничение  $B1:B3 \geq 0$ ). Сначала укажем, что нужно искать максимальное значение. После выполнения расчетов получим уже знакомое диалоговое окно "Результаты поиска решения". Щелкнем кнопку "Сохранить сценарий". Появится диалоговое окно "Сохранение сценария". Введем название сценария "max". Вновь появится окно "Результаты поиска решения". Установим переключатель "Восстановить исходные значения" и закроем это окно. Вновь вызовем Решатель и найдем минимальное значение целевой функции, дав сценарию название "min".

*Сценарии.* Прежде чем дать определение, что такое сценарий, выполним команду меню "Сервис/ Сценарий". Появится диалоговое окно "Диспетчер сценариев". В нем перечислены сценарии текущего рабочего листа: min и max. Ниже указаны адреса изменяемых ячеек:  $\$B\$1:\$B\$3$ . Выделим в списке имен сценариев строку max и щелкнем кнопку "Вывести". На рабочем листе появятся числа (рис. 11.3).

x	0.5
y	0.5
z	0
	-1.5E-13
	4.55E-12
	75%

Рис. 11.3

Изменились числа в  $B1:B3$ , но, следовательно, изменились и числа в ячейках, зависящих от  $B1:B3$ . В  $B8$  мы видим максимальное значение 75%. Вновь вызовем "Сервис/ Сценарий". На этот раз выделим сценарий min и щелкнем кнопку "Вывести" (рис. 11.4).

x	0.25
y	0
z	0.75
	-1.5E-13
	4.55E-12
	55%

Рис. 11.4

Изменились  $x, y, z$ . Минимальное значение 55%. Итак, *сценарий* — это набор значений для изменяемых ячеек, этому набору дано имя. Благодаря этому средству пользователь таблицы может хранить в ней несколько вариантов расчетов и обращаться к ним при необходимости.

Хотелось бы, однако, иметь перед глазами все сценарии вместе. Для этого в Диспетчере сценариев имеется командная кнопка "Отчет". Вызовем Диспетчер сценариев и щелкнем по этой кнопке.

Появится диалоговое окно "Отчет по сценарию". На выбор предлагается тип отчета: "структура" или "сводная таблица".

Внизу, в поле ввода "Ячейки результата:" уже выставлены адреса ячеек B5, B6, B8. Не будем пока изменять это поле, а установим переключатель "структура". Появится новый рабочий лист "Структура сценария" (рис. 11.5). (Удалена грубая и пугающая раскраскатаблицы.)

Структура сценария			
Текущие значения:		max	min
Изменяемые:			
x	0.25	0.5	0.25
y	0	0.5	0
z	0.75	0	0.75
Результат:			
\$B\$5	-1.4988E-13	-1.49991E-13	-1.4988E-13
\$B\$6	4.55103E-12	4.55103E-12	4.55103E-12
\$B\$8	55%	75%	55%

Рис. 11.5

Слева и сверху имеются символы двухуровневой структуры. Столбец "Текущие значения" (т.е. значения, которые выводились на рабочем листе в момент создания отчета), как правило, не нужен и его можно удалить. Вообще, при желании легко преоформить эту в целом полезную таблицу.

Теперь посмотрим, как выглядит отчет в форме сводной таблицы. Вызовем Диспетчер сценариев, щелкнем кнопку "Отчет", установим переключатель "сводная таблица". Появится новый рабочий лист "Сводная таблица по сценарию" (рис. 11.6).

\$B\$1:\$B\$3 на (Все)			
	Ячейки результата		
\$B\$1:\$B\$3	\$B\$5	\$B\$6	\$B\$8
max	-1.49991E-13	4.55103E-12	0.75
min	-1.4988E-13	4.55103E-12	0.55

Рис. 11.6

Здесь в отличие от предыдущей таблицы не выведены значения ячеек **B1:B3**, а только приведены названия сценариев.

Чтобы включить в таблицу значения **B1:B3**, вызовите Диспетчер сценариев и в окне "Отчет по сценарию" добавьте в поле ввода "Ячейки результата:" адрес блока **B1:B3** перед адресами ячеек **B5**, **B6**, **B8**. В поле ввода: **B1:B3**, **B5**, **B6**, **B8**. Теперь сводная таблица имеет вид (рис. 11.7).

\$B\$1:\$B\$3 на (Все)							
	Ячейки результата						
\$B\$1:\$B\$3	x	y	z	\$B\$5	\$B\$6	\$B\$8	
max		0.5	0.5	0	-1.499E-13	4.55103E-12	0.75
min		0.25	0	0.75	-1.498E-13	4.55103E-12	0.55

Рис. 11.7

В таблице представлены значения не только результирующих, но и исходных ячеек. >

Сценарии могли нам пригодиться и раньше. Например, во второй главе мы могли использовать различные сценарии при расчете элементов треугольника. Но пришлось отложить сценарии до главы 11, так как при создании отчетов используются структуры (глава 9) и сводные таблицы (глава 10).

*Упражнение 11.2.* Открыть **Ch02.xls**, создать несколько сценариев с различными длинами сторон треугольника, получить отчет.

**ЗАДАЧА 11.1.** [2]. Фирма производит три вида продукции (А, В, С), для выпуска каждого требуется определенное время обработки на всех четырех устройствах I, II, III, IV (рис. 11.8).

Вид продукции	Время обработки, ч				Прибыль, долл.
	I	II	III	IV	
А	1	3	1	2	3
В	6	1	3	3	6
С	3	3	2	4	4

Рис. 11.8

Пусть время работы на устройствах соответственно 84, 42, 21 и 42 часа. Определите, какую продукцию и в каких количествах стоит производить для максимизации прибыли. (Рынок сбыта для каждого продукта неограничен.)

**ЗАДАЧА 11.2.** [2]. Фирме требуется уголь с содержанием фосфора не более 0.03% и с примесью пепла не более 3.25%. Доступны три сорта угля А, В, С по следующим ценам (за одну тонну) — рис. 11.9:

Сорт угля	Содержание примеси фосфора, %	Содержание примеси пепла, %	Цена, долл.
А	0.06	2.0	30
В	0.04	4.0	30
С	0.02	3.0	45

**Рис. 11.9**

Как их следует смешать, чтобы удовлетворить ограничениям на применение и минимизировать цену?

**ЗАДАЧА 11.3.** [2]. Фирма производит два продукта А и В, рынок сбыта которых неограничен. Каждый продукт должен быть обработан каждой машиной I, II, III. Время обработки в часах для каждого из изделий А и В приведено ниже (рис. 11.10).

	I	II	III
А	0.5	0.4	0.2
В	0.25	0.3	0.4

**Рис. 11.10**

Время работы машин I, II, III соответственно 40, 36 и 36 часов в неделю. Прибыль от изделий А и В составляет соответственно 5 и 3 доллара. Фирме надо определить недельные нормы выпуска изделий А и В, максимизирующие прибыль.

**ЗАДАЧА 11.4.** [2]. Фирма занимается составлением диеты, содержащей по крайней мере 20 единиц белков, 30 единиц углеводов, 10 единиц жиров и 40 единиц витаминов. Как дешевле

всего достичь этого при указанных на рис. 11.11 ценах (в рублях) на 1 кг (или 1 л) пяти имеющихся продуктов?

	Хлеб	Соя	Сушенаярыба	Фрукты	Молоко
Белки	2	12	10	1	2
Углеводы	12	0	0	4	3
Жиры	1	8	3	0	4
Витамины	2	2	4	6	2
Цена	12	36	32	18	10

Рис.11.11

**ЗАДАЧА 11.5.** "Ученики трех классов проводили КВН. Известно, что когда на сцену вышли команды классов "А" и "Б", то доля мальчиков среди участников оказалась равной  $2/5$ . Когда же на сцене были команды классов "Б" и "В", то доля мальчиков оказалась равной  $3/7$ . В каких пределах заключена доля мальчиков в трех командах вместе?"<sup>1</sup> Сделайте дополнительное разумное предположение, что в каждом классе обучается не более 99 человек, и представьте верхний и нижний пределы в форме правильных дробей.

## 11.2. Целочисленная оптимизация

### ПРИМЕР 11.3.

Фирма выпускает два набора удобрений для газонов: обычный и улучшенный. В обычный набор входят 3 фунта азотных, 4 фунта фосфорных и один фунт калийных удобрений, а в улучшенный — 2 фунта азотных, 6 фунтов фосфорных и 2 фунта калийных удобрений. Известно, что для некоторого газона требуется по меньшей мере 10 фунтов азотных, 20 фунтов фосфорных и 7 фунтов калийных удобрений. Обычный набор стоит 3 долл., а улучшенный — 4 долл. Сколько и каких наборов удобрений надо купить, чтобы обеспечить эффективное питание почвы и минимизировать стоимость?<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Шарыгин И.Ф. Решение задач. Учебное пособие для 10-го класса. — М.: Просвещение, 1994. — 252 с.; §4, №205.

<sup>2</sup> Слойер С. Математические фантазии. — М.: Мир, 1993. — 184 с., условие задачи незначительно изменено.



*Решение.* Как и в предыдущем примере, задачу нужно перевести на математический язык. Пусть  $x$  — количество обычных наборов удобрений,  $y$  — количество улучшенных наборов удобрений.  $f(x, y) = 3x + 4y \rightarrow \min$  при ограничениях:

$$\begin{cases} 3x + 2y \geq 10 \\ 4x + 6y > 20 \\ x + 2y > 7 \\ x \geq 0, y \geq 0 \end{cases}$$

Можно непосредственно запрограммировать в Excel эти неравенства, но мы воспользуемся возможностями Excel, чтобы сделать решение более выразительным (рис. 11.12).

	A	B	C	D	E	F
1		азотные	фосфорные	калиевые	цена	количество
2	обычный набор	3	4	1	3	0
3	улучшенный набор	2	6	2	4	0
4						
5	требуется >=	10	20	7	Общая цена	
6	ограничения	-10	-20	-7	0	

Рис. 11.12

В таблице имеются формулы. В B6 =СУММПРОИЗВ(B2:B3, \$F\$2:\$F\$3) - B5. Она скопирована в C6:D6. Она скопирована также в E6 и там скорректирована (убрано вычитаемое E5).

Выделим ячейку с целевой функцией и вызовем "Сервис/Поиск решения". В диалоговом окне укажем: "Установить целевую ячейку." \$E\$6, "минимальное значение", "изменяя ячейки" \$F\$2:\$F\$3, "ограничения" \$B\$6:\$D\$6>=0. В окне "Параметры" установим флажок "Линейная модель" и "Неотрицательные значения". Запустим выполнение. Поиск решения вернет результат:  $x = 1.5, y = 2.75$ . Целевая функция равна 15.5.

Но наборы удобрений нельзя покупать частями! Нужно наложить еще одно ограничение:  $x, y$  — целые числа. Вновь вызы-

ваем Решатель, нажимаем кнопку "Добавить" и в диалоговом окне "Добавление ограничения" указываем, что  $x + y = \text{целое}$  — целые (в том же выпадающем списке, откуда ранее мы выбирали символ для ограничения). Нажимаем "OK". Видим, что добавлено новое ограничение:  $x + y = \text{целое}$ . Запустим выполнение. На этот раз получим значение целевой функции 17 (естественно, оно ухудшилось), а количество наборов стало таким:  $x = 3, y = 2$ . Обратите внимание, что эти значения вовсе не являются результатом округления в большую сторону значений  $x$  и  $y$ , полученных без ограничения целочисленности. (Проверьте, что  $x = 2, y = 3$  дают худший результат.) >

**ЗАДАЧА 11.6.** В контейнер упакованы комплектующие изделия трех типов. Стоимость и вес одного изделия составляют 400 руб. и 12 кг для первого типа, 500 руб. и 16 кг для второго типа, 600 руб. и 15 кг для третьего типа. Общий вес комплектующих равен 326 кг. Определить максимальную и минимальную возможную суммарную стоимость находящихся в контейнере комплектующих изделий (задача из варианта вступительного экзамена по математике на экономический факультет МГУ в 1996 г.)

К задачам целочисленного программирования относят также задачи, где некоторые переменные могут принимать всего два значения: 0 и 1. Такие переменные называют булевыми, двоичными, бинарными.

**ПРИМЕР 11.4.**

Имеются 6 предметов, каждый из которых характеризуется весом и ценой (они приведены на рис. 11.13). Нужно выбрать из них такие предметы, чтобы их общий вес не превышал 12, а суммарная цена была максимальной (так называемая "задача о рюкзаке").

**Решение.** В блоке A2:A6 размещены условные названия предметов, а в соседних столбцах — их вес и цена. В блоке D2:D6 фиксируется наличие (1) или отсутствие (0) предмета в наборе. Блокам даны имена в соответствии с их заголовками. В Решателе задаем: максимизировать  $\$A\$11$  по переменным "наличие" при ограничениях  $\$A\$9 \leq 0$  и наличие=двоичное. Последнее ограничение задается так. В диалоговом окне "Добавле-

ние ограничения" сначала нажимаем F3 и вставляем имя "наличие", в выпадающем списке выбираем "двоич". После запуска Решателя он выдает сообщение, что не смог найти решение. При этом значение целевой ячейки равно 23, а двоичные значения: 0, 1, 0, 0, 1, 0, т.е. нужно выбрать второй и пятый предметы.

	A	B	C	D
1	Предмет	Вес	Цена	Наличие
2	x1	9	20	0
3	x2	8	16	0
4	x3	6	11	0
5	x4	5	9	0
6	x5	4	7	0
7	x6	1	1	0
8				
9		-12 =СУММПРОИЗВ(Наличие,Вес)-12		
10				
11		0 =СУММПРОИЗВ(Наличие,Цена)		

Рис. 11.13

В Excel 5.0/7.0 переменные нельзя явно объявить двоичными, но можно наложить на них наряду с целочисленностью ограничение в виде принадлежности отрезку  $[0,1]$ . >

**\*ЗАДАЧА 11.7.** Наложите на блок "Наличие" пользовательский формат, чтобы вместо единиц и нулей выводились слова "да" и "нет".

К счастью, в нашем примере всего шесть двоичных переменных, поэтому оптимальное решение можно получить прямым перебором.

**\*ЗАДАЧА 11.8.** Найдите решение задачи перебором всех комбинаций нулей и единиц для блока "Наличие".

*Указание.* На новом рабочем листе постройте все наборы, воспользовавшись функцией ДЕС.В.ДВ.

**ЗАДАЧА 11.9.** Прямоугольный параллелепипед имеет длину  $a$ , ширину  $b$  и высоту  $h$ . Длина  $a$  может принимать только три значения: 4.25, 5.5, 6.75. Площадь поверхности параллелепипеда не превышает 5. Выбрать  $a$ ,  $b$  и  $h$  так, чтобы объем параллелепипеда был максимален [25, с изменениями].

## 11.3. Нелинейная оптимизация

В отличие от задачи линейного программирования здесь нельзя рассчитывать, что с помощью Решателя получено действительно оптимальное решение.

### ПРИМЕР 11.5.

Найти максимум функции  $f(x) = x^2$ ,  $x \in [-1; 2]$ . Ответ очевиден: максимум равен 4 и достигается при  $x = 2$ . Попробуйте найти ответ с помощью Решателя.

Задайте для  $x$  следующие начальные приближения: 0, - 0.1 и 0.1. Вы получите три разных ответа: 0, 1, 4. Причина этого следующая. В точке 0 производная  $f'(x) = 2x$  обращается в 0. Следовательно, мы находимся в точке экстремума (делает вывод Решатель), и можно выдавать ответ 0. Если Вы посмотрите отчет по пределам, то увидите вычисленные значения функции на концах отрезка. Эти значения превышают 0, но Решателя это "не волнует". При начальном значении - 0.1 Решатель продвигается в сторону увеличения значений функции и добирается до точки  $x = -1$ . И только при начальном значении 0.1 Решатель находит правильный ответ. >

Этот пример весьма поучителен. Он показывает, что в нелинейных задачах оптимизации на ответ, выдаваемый Решателем, нельзя полагаться. Ответ зависит от выбора начального приближения. К сожалению, достаточно общих методов отыскания глобального экстремума не разработано. Если функция зависит от одной или двух переменных, старайтесь проверить ответ на графиках. Дело еще осложняют нелинейные ограничения.

**Упражнение 11.3.** Найти минимум функции Розенброка

$$z = f(x, y) = 100(y - x)^2 + (1 - x)^2$$

с начальным условием  $x = -1.2$ ,  $y = 1$ . Постройте поверхность, отвечающую этой функции, и график ее линий уровня. Эта функция относится к так называемым "овражным" функциям и служит в качестве тестовой для пакетов оптимизации.

### ПРИМЕР 11.6.

**Решение систем уравнений.** Уравнение с одним неизвестным мы успешно решали с помощью "Сервис/ Подбор параметра". Но если имеется система уравнений с несколькими неиз-

вестными, то "Подбор параметра" не поможет. Здесь можно попытаться использовать Решатель.

Решим систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} xy - y^3 = 1 \\ x^2y + y = 5 \end{cases}$$

Составим целевую функцию

$$F = (xy - y^3 - 1)^2 + (x^2y + y - 5)^2.$$

Эта функция принимает минимальное значение, равное нулю, для  $x$  и  $y$ , служащих решениями исходной системы уравнений. Серьезная проблема: какое выбрать начальное приближение. Для этого нужно рассчитать таблицу значений функции  $F$  и выбрать значения  $x$  и  $y$ , при которых функция принимает значения, близкие к нулю. Полезно также построить график поверхности для функции  $F$ , чтобы примерно определить зону, в которой надо выбирать значения, близкие к нулю. Оставим это читателю в качестве полезного упражнения. (Рассчитайте таблицу для  $x$  и  $y$ , изменяющихся от  $-5$  до  $5$  с шагом  $.25$ . Постройте вспомогательный столбец из минимальных значений по строкам, превратите формулы в этом столбце в значения и отсортируйте их. Далее отыскивайте минимальные значения в таблице с помощью клавиш  $\text{Ctrl}+\text{F}$ . Перед этим закрепите шапку и боковик таблицы, чтобы легче было определить значения  $x$  и  $y$ .) На основе этого исследования выберем два начальных значения:  $(1.75, 1.00)$  и  $(3.75, 0.25)$ .

На примере этой системы ознакомимся с двумя возможными подходами.

Первый подход — минимизировать функцию  $F$ . Составим таблицу, представленную на рис. 11.14,

x	1.75	
y	1	
F	0.066406	$=(x*y-y^3-1)^2+(x^2*y+y-5)^2$

Рис. 11.14

и вызовем Решатель. Минимизируем функцию  $F$  и сохраним результат как сценарий. Введем новые начальные значения

(3.75, 0.25), вызовем Решатель, вновь решим задачу минимизации  $F$  и сохраним результат как сценарий. Далее сделаем отчет по сценариям в виде структуры. После редактирования сценария, получим следующую таблицу (рис. 11.15).

Структура сценария			
Изменяемые:			
	x	1.904173106	3.638369656
	y	0.864701369	0.280943574
Результат:			
	F	1.21996E-11	3.63919E-12

Рис. 11.15

Второй подход — приравнять одно из уравнений к нулю, рассматривая второе уравнение как ограничение. На другом рабочем листе сформируем таблицу (рис. 11.16).

	A	B	C
1	p	1.75	
2	q	1	
3			
4		-0.25	$=p*q-q^3-1$
5		0.0625	$=p^2*q+q-4$

Рис. 11.16

В диалоговом окне Решателя укажем, что ячейку  $B\$5$  нужно установить равной нулю, и добавим ограничение  $B\$4=0$ . Сохраним результат как сценарий, а затем повторим вычисления с другим начальным значением. Сформируем отчет по сценариям. После редактирования он примет вид, показанный на рис. 11.17.

Итак, получено два решения системы уравнений, но, разумеется, нет никакой гарантии, что не пропущено еще одно решение.

В этом иллюстративном примере следовало действовать по-другому. Из второго уравнения легко выразить  $y$  через  $x$  и подставить в первое уравнение системы. Получим уравнение, в левой части которого полином шестой степени относительно  $x$ .

(Полезно использовать для этих действий какую-либо систему символьной математики, например, Derive.) Построив график этого полинома, нетрудно убедиться, что действительных корней только два. Их можно отыскать с помощью "Сервис/ Подбор параметра". Попробуйте реализовать эту программу. >

Структура сценария			
Изменяемые:			
	p	1.904176672	3.638378892
	q	0.864698785	0.280942223
Результат:			
	\$B\$4	5.23944E-07	-1.04978E-07
	\$B\$5	4.24988E-07	-5.53939E-07

Рис. 11.17

#### 11.4. Зачетные задания

Итоговые задания по этой теме можно взять из книги [9, с. 147-160]. Там приведено 10 вариантов. Каждый вариант состоит из пяти заданий: три задания на линейное программирование, одно задание на решение системы нелинейных уравнений и одно задание на отыскание уравнения регрессии (предмет изучения следующей главы). Можно также воспользоваться любыми задачками по методам оптимизации.

В экономике и технике часто возникает задача подбора функциональной зависимости для двух наборов данных. Независимые переменные  $x_i$  называют факторами, а зависимые  $y_i$  — откликами. Функция  $y = f(x)$  позволяет предсказывать значение отклика для факторов, не входящих в исходную совокупность.

Создайте новую рабочую книгу Ch12.xls.

### 12.1. Метод наименьших квадратов

Решим следующую задачу. Дан набор точек  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Пусть имеется класс функций  $F$  (линейные, квадратичные, экспоненциальные и т.д.). Требуется найти функцию  $y = f(x)$  из  $F$ , такую, чтобы ее значения  $f(x_i)$  наилучшим образом приближали значения  $y_i$ .

Что означают слова "наилучшим образом"? Нужно выбрать критерий, насколько одна функция лучше другой. Для этого рассмотрим набор остатков  $e_i = y_i - f(x_i)$ . Выбором функции  $f(x)$  нужно сделать их как можно меньшими. Но для сравнения качества приближения необходимо свернуть  $e_i$  в одну функцию  $I(e_1, \dots, e_n)$ . Просто сложить остатки нельзя, ведь они могут иметь разные знаки, и тогда ошибки могут взаимно компенсироваться. Поэтому надо выбирать либо сумму абсолютных значений остатков, либо сумму квадратов остатков. По ряду причин удобнее всего выбрать минимизацию квадратов остатков:

$$I(e_1, \dots, e_n) = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 \rightarrow \min$$



### ПРИМЕР 12.1.

Дан набор точек  $(x_i, y_i)$   $(0, 3), (1, 1), (2, 6), (3, 3), (4, 7)$ . Найти коэффициенты  $m$  и  $b$  прямой линии  $y = mx + b$ , наилучшим образом аппроксимирующей эти данные по критерию наименьших квадратов.

*Решение.* Разместим координаты точек в диапазоне A2:B6, как показано ниже. В ячейках A9 и B9 поместим начальные значения коэффициентов  $m$  и  $b$  и дадим им имена. В C2:C6 вычислим  $y_i = mx_i + b$ . В D2:D6 вычислим остатки (например, в D2 формула =B2-C2). Наконец, в D9 вычислим сумму квадратов остатков (для этого воспользуйтесь функцией СУММКВ(диапазон)). У Вас должен получиться следующий результат (рис. 12.1).

Проще воспользоваться формулой =СУММКВРАЗН( B2:B6, C2:C6) и тогда не надо использовать блок D2:D6. Но анализ остатков очень полезен, и их всегда надо вычислять.

А теперь решим задачу оптимизации. Выделим ячейку D9, вызовем Решатель и поставим задачу минимизации D9 путем изменения A9:B9. Ограничений нет. Результат представлен на рис. 12.2. >

*Упражнение 12.1.* Построить диаграмму с исходными данными и приближающим их линейным графиком (рис. 12.3). Показать отклонения данных от графика вертикальными отрезками.

*Указание.* Для данных, входящих в категории, добавить снизу ячейку с -1 (т.е. в ячейку A1 ввести -1), а сверху ячейку с значением 5. Перед вызовом Мастера диаграмм выделить A1:C7. Для ряда C1:C7 указать пользовательские погрешности из D1:D7. Для ряда B1:B7 сделать линию невидимой.

Итак, с помощью Решателя мы справились с задачей приближения линейной функцией методом наименьших квадратов.

	A	B	C	D
1				
2	0	3	0	3
3	1	1	0	1
4	2	6	0	6
5	3	3	0	3
6	4	7	0	7
7				
8	m	b		
9	0	0		104

Рис. 12.1

	A	B	C	D
1				
2	0	3	2	1
3	1	1	3	-2
4	2	6	4	2
5	3	3	5	-2
6	4	7	6	1
7				
8	m	b		
9	1	2		14

Рис 12.2

**ЗАДАЧА 12.1.** Для набора данных  $(3, 5)$ ,  $(5, 5)$ ,  $(9, -8)$ ,  $(11, -18)$ ,  $(15, -56)$  вычислить методом наименьших квадратов коэффициенты параболы  $dx^2 + ex + f$ .

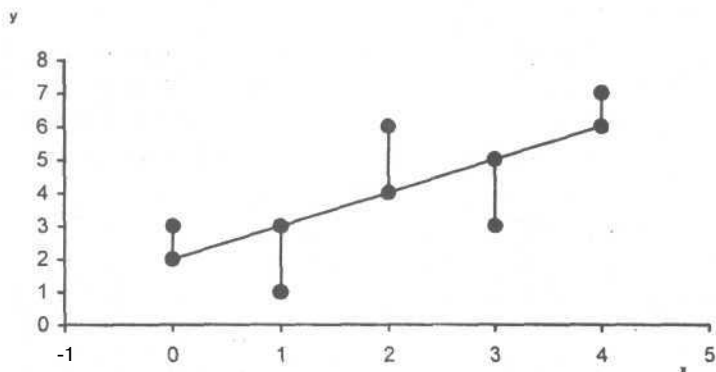


Рис. 12.3

## 12.2. Линейная регрессия

Так как задача отыскания функциональной зависимости очень важна, в Excel введен набор функций, которые позволяют решать эту задачу. Эти функции основаны на методе наименьших квадратов. Но регрессионный анализ — это не только метод наименьших квадратов. Относительно исходных данных делаются некоторые статистические предположения. В качестве результата выдаются не только коэффициенты функции, приближающей данные, но и статистические характеристики полученных результатов.

Исходные предположения таковы. Считается, что зависимость между откликом и факторами имеет вид  $y = f(x) + \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  — некоторая случайная величина. Именно из-за нее возникают ненулевые остатки  $e_i$ . В гауссовской модели простой линейной регрессии предполагается, что  $\varepsilon_i$  независимы и распределены по нормальному закону с нулевым средним и одинаковой дисперсией.

В этой главе эти предположения обсуждаться не будут. Формулы для статистических оценок нужно искать в специальной литературе. Лучше всего обратиться к двухтомнику [20]. Для начинающих может оказаться полезной книга [19].

#### ПРИМЕР 12.2.

Заново решим задачу выбора линейной функции из примера 12.1, на этот раз с помощью функций Excel, предназначенных для расчета линейной регрессии. Скопируйте исходные данные (блок A2:B6) на новый рабочий лист. Воспользуемся функцией

**ЛИНЕЙН**( известные\_значения\_y, известные\_значения\_x, конст, статистика)

В нашем случае **известные\_значения\_y** находятся в диапазоне B2:B6, а **известные\_значения\_x** — в диапазоне A2:A6. Два последних аргумента логические. Если конст — ИСТИНА или опущено, то свободный член  $B$  в регрессионном уравнении может быть любым, а если конст — ЛОЖЬ, то  $B$  принудительно полагается равным нулю. Если последний аргумент статистика — ЛОЖЬ или опущен, то вычисляются только коэффициенты  $m$  и  $B$ , а если ИСТИНА, то выдаются дополнительные статистические характеристики. Вместо ИСТИНА и ЛОЖЬ в функции можно вводить аргументы 1 и 0, что намного удобнее.

Так как функция возвращает сразу несколько значений, формулу с этой функцией надо вводить как табличную. Если мы хотим вывести полную статистику, то надо выделить блок из пяти строк и двух столбцов. Выделим блок F2:G6, щелкнем по кнопке со знаком равенства, в Мастере функций выберем в категории "Статистические" функцию **ЛИНЕЙН**. Первым аргументом укажем блок B2:B6, вторым аргументом — блок A2:A6, в третьем и четвертом поле ввода проставим 1. Не щелкаем по кнопке "ОК", а нажимаем **Ctrl+Shift+Enter** (находясь в диалоговом окне)! Получим следующую таблицу (рис. 12.4).

	F	G
2	1	2
3	0.68313	1.67332
4	0.416667	2.160247
5	2.142857	3
6	10	14

Рис. 12.4

В ячейку F2 записан коэффициент  $m$ , в G2 — коэффициент  $b$ . Под этими коэффициентами записаны стандартные отклонения (т.е. среднеквадратичные отклонения, или корни квадратные из дисперсий) для этих коэффициентов.

В ячейку F4 записан так называемый коэффициент детерминации  $R^2$ . Этот коэффициент лежит на отрезке  $[0; 1]$ . Считается, что чем ближе этот коэффициент к 1, тем лучше регрессионное уравнение описывает зависимость. Ниже мы убедимся, что к такой интерпретации надо относиться с осторожностью.

В ячейке G4 находится стандартная ошибка для оценки  $y$ . В ячейку F5 записано значение  $F$ -статистики, а в G5 — количество степеней свободы. Число степеней свободы нужно для расчета критических значений  $F$ -статистики (этого вопроса мы касаться не будем).

В последней строке таблицы записаны регрессионная сумма квадратов (10) и остаточная сумма квадратов (14). Последнее число нам знакомо из примера 12.1. Это сумма квадратов остатков.

Для того чтобы осмыслить значения этих статистических оценок, нужны серьезные познания в области математической статистики [19, 20]. >

**Упражнение 12.2.** Наиболее важными для нас, естественно, являются коэффициенты  $m$  и  $b$ . Их можно вычислить с помощью функций НАКЛОН и ОТРЕЗОК, не прибегая к функции ЛИНЕЙН. Названия этих функций отвечают геометрическому смыслу коэффициентов регрессии:  $m$  — это тангенс угла наклона прямой регрессии, а  $b$  — отрезок, отсекаемый этой прямой на оси ординат. Вычислите для примера 12.2 коэффициенты  $m$  и  $b$  с помощью этих функций.

**ЗАДАЧА 12.2.** Можно и не вычислять коэффициенты регрессионного уравнения. Ведь оно нужно нам, чтобы вычислить оценки откликов для старых и новых значений факторов. (Старые значения — те, на основе которых вычислялось уравнение регрессии.) Для этого служат две функции: ТЕНДЕНЦИЯ и ПРЕДСКАЗ. Выясните, в чем разница между этими двумя функциями. Вычислите оценки откликов для примера 12.2 тремя способами: на основе функции ПРЕДСКАЗ (в блоке C2:C6), на основе функции ТЕНДЕНЦИЯ (в блоке D2:D6), на основе уже вычисленных коэффициентов  $m$  и  $b$  (в блоке E2:E6).

**ПРИМЕР 12.3.**

В примерах 12.1 и 12.2 получились коэффициенты регрессии 1 и 2, т.е. **прямая**  $y = x + 2$ , и множество остатков {1, -2, 2, -2, 1}. Пусть теперь исходные данные получены в соответствии с уравнением  $y = m x + 2$ , причем к значениям  $y$  добавлены те же значения остатков. Выясним, как изменяются коэффициент детерминации  $R^2$  и  $F$ -статистика в зависимости от параметра  $m$ . Постройте следующую таблицу (рис. 12.5).

	A	B	C	D	E	F	G
9		m	b				
10		1	2				
11							
12	0	2	1	3		1	2
13	1	3	-2	1		0.68313	1.67332
14	2	4	2	6		0.416667	2.160247
<b>15</b>	3	5	-2	3		2.142857	3
16	4	6	1	7		10	14

**Рис. 12.5**

В ячейках **B10** и **C10** расположены коэффициенты  $m$  и  $b$ . Этим ячейкам даны имена  $m$  и  $b$ . В блоке **A12:A16** расположены исходные  $x$ -значения, скопированные из **A2:A6**. В **C12:C16** введены значения остатков. В **B12** — формула  $=m*A12+b$ . В **D12** — формула  $=B12+C12$ . Формулы скопированы вниз. Получены те же значения, что в блоке **B2:B6**. В блок **F12:G16** введена табличная формула  $\{=ЛИНЕЙН(D12:D16,A12:A16,1,1)\}$ . А теперь начнем эксперименты. Будем вводить в ячейку  $m$  числа 0, 1, 3, 5, 9 и получать различные значения регрессионной статистики. Видно, что стандартные отклонения и остаточная сумма квадратов не изменяются. Нам бы хотелось сохранить вычисленные значения коэффициента детерминации  $R^2$  и  $F$ -статистики, чтобы затем их сравнить. Воспользуемся для этого сценариями.

**Сценарии.** Это средство Excel позволяет хранить различные варианты вычислений. Дадим ячейке **F14** имя "Детерминация", а ячейке **F15** имя "F\_статистика". Выделим ячейку  $m$  и выберем в меню "Сервис/ Сценарии". Появится диалоговое окно "Диспетчер сценариев". Щелкнем кнопку "Добавить". Появится диа-

логовое окно "Добавление сценария". Введем название сценария **reg1**. Изменяемая ячейка **B10** была предусмотрительно выделена (можно выделять и блоки ячеек, и даже несмежные блоки). Щелкаем "ОК". Появится диалоговое окно "Значения ячеек сценария". Введем значение 0 и щелкнем кнопку "Добавить". Далее введем сценарии **reg2, reg3, reg4, reg5**. Значения параметра для них 1, 3, 5, 9. Теперь щелкнем по кнопке "Отчет". Появится диалоговое окно "Отчет по сценарию". Введем в поле "Ячейки результата" адрес блока **F14:F15**. Переключатель "Тип результата" установим в положение "Сводная таблица". Получим таблицу (рис. 12.6):

Имя	(Все)	
	Ячейки результата	
Имя	Детерминация	F_ статистика
<b>reg1</b>	0	0
<b>reg2</b>	0.416666667	2.142857143
<b>reg3</b>	0.865384615	19.28571429
<b>reg4</b>	0.946969697	53.57142857
<b>reg5</b>	0.983009709	173.5714286

Рис. 12.6

Она не очень удобна, потому что значения **m** в нее не включены. Еще раз выполним "Сервис/ Сценарии" и укажем, что отчет надо выводить в виде структуры. Получим результат (рис. 12.7) (для компактности таблица отредактирована: удален столбец с текущими значениями, уменьшена разрядность результатов и т.д.):

Структура сценария					
	reg1	reg2	reg3	reg4	reg5
Изменяемые:					
<b>m</b>	0	1	3	5	9
Результат:					
Детерминация	0	0.417	0.865	0.947	0.983
F_ статистика	0	2.143	19.286	53.571	173.571

Рис. 12.7

Мы видим, что при увеличении наклона прямой линии коэффициент детерминации и  $F$ -статистика резко увеличиваются, хотя остатки, т.е. качество приближения, остались прежними. На этот эффект указано в [15, с.37].

Для оценки качества регрессионной функции надежнее всего исследовать остатки. Если они носят регулярный характер, то регрессионная функция выбрана неудачно, если же в поведении остатков нет ясно выраженной закономерности, то, по видимому, функция подобрана неплохо. >

*Упражнение 12.3.* По данным из условия задачи 12.1 постройте уравнение линейной регрессии и график остатков. Можно ли по ним судить о качестве регрессии? Сравните с остатками для модели из задачи 12.1. Так как шкала категорий неравномерна, для построения графика используйте метод примера 7.7.

#### ПРИМЕР 12.4.

Для данных из задачи 12.1 построить квадратичную регрессию с помощью функции ЛИНЕЙН.

*Решение.* Постановка задачи выглядит на первый взгляд парадоксально. Ведь функция ЛИНЕЙН даже по своему названию предназначена для отыскания именно линейной регрессии. Но в уравнение регрессии  $ax^2 + ex + f$  коэффициенты входят линейно.

Скопируем на новый рабочий лист исходные данные. Сначала дадим не самое эффективное решение. Сейчас  $x$ -данные занимают диапазон А1:А5, а  $y$ -данные — диапазон В1:В5. Нам нужно ввести новый фактор:  $x^2$ . Для этого переместим В1:В5 вправо, в столбец С. В ячейку В1 введем формулу =А1^2. Для функции ЛИНЕЙН (со статистикой) нужно выделить блок, состоящий из пяти строк (для статистики) и трех столбцов (для коэффициента перед  $x^2$ , для коэффициента перед  $x$ , для свободного члена — коэффициенты идут в обратном порядке по сравнению со столбцами исходных данных). Введем функцию в F1 :H5. У Вас должен получиться результат (рис. 12.8).

Вычислим значения квадратичной функции и остатки. Теперь мы не можем воспользоваться функциями ТЕНДЕНЦИЯ и ПРЕДСКАЗ, потому что их использование предполагает лишь один фактор, а не два, как в нашем случае. Итак, введем в D1

формулу  $=\$F\$1*B1+\$G\$1*A1+\$H\$1$  и скопируем ее вниз. В столбце E **посчитайте** остатки.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	3	9	5			-0.51245	4.17316	-3.04167
2	5	25	5			0.032111	0.582671	2.24209
3	9	81	-8			0.999051	1.097025	#Н/Д
4	11	121	-18			1053.124	2	#Н/Д
5	15	225	-56			2534.793	2.406926	#Н/Д

**Рис. 12.8**

А теперь дадим более эффективное решение. Выделите F7:H7 и введите в этот диапазон табличную формулу  $\{=\text{ЛИНЕЙН}(C1:C5,A1:A5^{1;2},1,0)\}$ . На этот раз промежуточный блок **B1:B5** Вам не понадобился: нужный блок, состоящий из факторов и их квадратов, сконструирован непосредственно как аргумент табличной формулы. >

*Упражнение 12.4.* Аппроксимируйте эти данные кубическим полиномом. Сравните остаточную сумму квадратов для трех регрессионных многочленов: кубического, квадратичного и линейного.

#### **ПРИМЕР 12.5.**

Для данных из задачи 12.1 построить график и определить уравнение тренда по графику.

*Решение.* Чтобы не загромождать текущий рабочий лист, перейдите на новый лист. Скопируйте в блок **A2:B6** *x*- и *y*-значения. В блоке **G1:I5** заново вычислите коэффициенты квадратичной функции и статистику регрессии с помощью функции **ЛИНЕЙН** так, как это сделано во второй части решения предыдущего примера. В C2 введите формулу  $=\$G\$1*A2^2 + \$H\$1*A2 + \$I\$1$  и скопируйте ее вниз.

*Построение графика.* Введите в ячейку B2 название ряда "у". Выделите блок **A1:B6** и постройте линейный график на отдельном листе. Уберите линии сетки и легенду. Сделайте фон прозрачным. Снимите флажок "пересечение с осью Y между категориями".

*Добавление линии тренда.* Выделите ряд. В контекстном меню выберите "Добавить линию тренда". Появится диалоговое окно "Линия тренда". На вкладке "Тип" выберите тип тренда



"Полиномиальный" и укажите, что он имеет степень 2. На вкладке "Параметры" установите флажок "показывать уравнение на диаграмме". После закрытия окна Вы увидите на диаграмме график параболы и ее уравнение. Выделите уравнение, перетащите его мышью в центр графика, увеличьте размер шрифта до 16 пунктов. Вы увидите уравнение

$$-5.2143x^2 + 16.786x - 7.4$$

Коэффициенты квадратного трехчлена совершенно не похожи на те, которые мы только что нашли! Дело в том, что уравнение линии тренда на диаграмме строится в предположении, что по оси категорий расположен натуральный ряд 1, 2, 3, .... Убедимся в этом.

Введите в блок D2:D6 прогрессию 1, 2, ..., 5. В ячейку E2 введите формулу для расчета квадратного трехчлена, полученного на диаграмме, = 0 - 5.2143\*D2^2+16.786\*D2-7.4 (помните, в гл. 2 было замечание, что приоритет унарного минуса выше, чем возведение в степень, а у бинарного минуса — ниже; теперь это замечание нам пригодилось). Мы видим, что получены значения, близкие к исходным *у-значениям*. Подтвердим этот расчет еще одним способом: рассчитайте коэффициенты и статистику регрессии для значений *у* в интервале B2:B6 и *х-значений* в интервале D2:D6. Результаты разместите в G7:I11. На основе коэффициентов регрессии рассчитайте оценки *у* в диапазоне F2:F6. Вы должны получить результат, как на рис. 12.9.

	у					-0.51245	4.17316	-3.04167
3	5	4.865801	1	4.1717	4.171429	0.032111	0.582671	2.24209
5	5	5.012987	2	5.3148	5.314286	0.999051	1.097025	#Н/Д
9	-8	-6.99134	3	-3.9707	-3.97143	1053.124	2	#Н/Д
11	-18	-19.1429	4	-23.6848	-23.6857	2534.793	2.406926	#Н/Д
15	-56	-55.7446	5	-53.8275	-53.8286			
						-5.21429	16.78571	-7.4
						1.389465	8.497347	11.1504
						0.978694	5.198901	#Н/Д
						45.93552	2	#Н/Д
						2483.143	54.05714	#Н/Д

Рис. 12.9

Обратите внимание, что остаточная сумма квадратов получилась существенно худшей: вместо 2.41 в первом случае 54.06 во втором случае. Но и  $x$ -значения изменились: вместо 3, 5, 9, 11, 15 они образуют прогрессию 1, 2, 3, 4, 5. Расстояния между точками были различными, а стали одинаковыми.

1	3	5
2	4	#Н/Д
3	5	5
4	6	#Н/Д
5	7	#Н/Д
6	8	#Н/Д
7	9	-8
8	10	#Н/Д
9	11	-18
10	12	#Н/Д
11	13	#Н/Д
12	14	#Н/Д
13	15	-56

Рис. 12.10

Можно улучшить результат. Построим график в равномерной шкале с помощью приема, введенного в примере 7.7. Для этого в A12:A24 введем ряд чисел 1, 2, 3, ..., 13. В B12:B24 введем ряд чисел 3, 4, 5, ..., 15. В ячейку C12 введем формулу =ВПР(B12,\$A\$2:\$B\$6,2,0) и скопируем ее вниз. Получится таблица (рис. 12.10).

Построим для нее график, а для ряда данных построим полиномиальный тренд второй степени. На этот раз мы получим квадратный трехчлен

$$-0.5124x^2 + 2.1234x + 3.2549.$$

С его помощью вычислим оценки. В ячейку D12 введем формулу =О -0.52143\*(B12 - 2)^2 + 2.1234\*(B12-2) + 3.2549. Пришлось осуществить сдвиг аргумента на 2 единицы, чтобы перейти от значений  $x$  3, ..., 15 к значениям 1, ..., 13.

Получим те же коэффициенты, что и на диаграмме, с помощью функции ЛИНЕЙН. Скопируйте исходные данные в блок A27:B31. В ячейку C27 введите формулу = A27-1 и скопируйте ее вниз. Тем самым мы сдвинем  $x$ -значения так, чтобы они начинались с 1: В блок E27:G31 введите табличную формулу {=ЛИНЕЙН(B27:B31,C27:C31^{1;2},1,1)}. Будет получен результат, как на рис. 12.11.

3	5	1	-0.51245	2.123377	3.25487
5	5	3	0.032111	0.45745	1.302037
9	-8	7	0.999051	1.097025	#Н/Д
11	-18	9	1053.124	2	#Н/Д
15	-56	13	2534.793	2.406926	#Н/Д

Рис. 12.11

Как видите, коэффициенты полинома получились такие же, как на диаграмме. Остаточная сумма квадратов равна **2.41**. >

**ЗАДАЧА 12.3.** [24]. Следующие данные (рис. 12.12) получены в ходе физического эксперимента (интервал 1 с, первое наблюдение выполнено в момент  $t = 1,0$  с).

t:1-9	t:10-18	t: 19-25
5.0291	7.5677	14.5701
6.5099	7.2920	17.0440
5.3666	10.0357	17.0398
4.1272	<b>11.0708</b>	15.9069
4.2948	13.4045	15.4850
6.1261	12.8415	15.5112
12.5140	<b>11.9666</b>	17.6572
10.0502	<b>11.0765</b>	
9.1614	<b>11.7774</b>	

1. Постройте приближение прямой линией. Постройте график невязок. Какая из точек заведомо выпадает (является выбросом)?
2. Чтобы избавиться от тренда в невязках, аппроксимируйте данные новой моделью

$$y(t) = c_1 \cdot 1 + c_2 \cdot t + c_3 \cdot \sin(t).$$

**Рис. 12.12**

Вновь постройте график невязок. Выглядят ли они теперь случайными?

### 12.3. Экспоненциальная регрессия

Не всегда полином дает лучшее приближение. Excel предоставляет возможность построить экспоненциальную регрессию.

#### ПРИМЕР 12.6

[20, с.88]. В газете "The Chicago Maroon" за пятницу 10 ноября 1972 г. сообщалось, что на оптовом рынке ожидаются следующие цены на марочные портвейны в расчете на бутылку (рис. 12.13):

Год	Цена	Год	Цена
1890	50.00	1941	10.00
1900	35.00	<b>1944</b>	5.99
1920	25.00	1948	8.98
1931	11.98	1950	6.98
1934	15.00	1952	4.99
1935	13.00	1955	5.98
1940	6.98	<b>1960</b>	4.98

**Рис. 12.13**

Построить регрессию для цен на марочное вино в зависимости от года закладки вина. Имея формулу регрессии, обоснованно назначить цену на вино, год закладки которого (1926) отсутствует в таблице.

**Решение.** Перейдите на новый рабочий лист и назовите его "вино". Введите исходные данные в диапазон A2:B15. В ячейку A1 введите "Год", в ячейку B1 — "Цена".

**График.** Построим график зависимости цены от года. Для этого сделаем шкалу лет равномерной. (Попробуйте это сделать самостоятельно, потом читайте дальше.) Введите в A19:A89 прогрессию 1890,..., 1960. В ячейку A18 введите строку "Цена". В ячейку B19 введите формулу =ВПР(A19, \$A\$2:\$B\$15,2,0) и скопируйте ее вниз. Выделите текущую область и постройте график.

**Построение линии тренда.** График напоминает убывающую экспоненту. Выделите ряд. В контекстном меню выберите "Добавить линию тренда". Появится диалоговое окно "Линия тренда". На вкладке "Тип" выберите линию тренда "Экспоненциальная". На вкладке "Параметры" установите флажок "показывать уравнение на диаграмме". После закрытия окна Вы увидите на диаграмме график экспоненты (хорошо приближающий исходный график цены) и ее уравнение. Выделите уравнение, перетащите его мышью в центр графика, увеличьте размер шрифта до 18 пунктов. Вы увидите уравнение  $55.7 e^{-0.7x}$ .

**Вычисление коэффициентов экспоненциальной регрессии.** Вернемся на рабочий лист с исходными данными. Для вычисления коэффициентов регрессии воспользуемся функцией ЛГРФПРИБЛ. Прочитайте о ней в Справке. Ее аргументы такие же, как у функции ЛИНЕЙН. Она возвращает в первой строке коэффициенты  $m$  и  $b$ , которые служат параметрами функции  $Y = m^x$ . Итак, выделим блок G1:H5 и введем табличную формулу {=ЛГРФПРИБЛ(B2:B15,A2:A15,1,1)}. Получим в первой строке коэффициенты  $m = 0.965942$ ,  $b = 1.49114E+30$ . Второй коэффициент имеет устрашающий вид, но все равно попробуем им воспользоваться для получения оценок. Введите в ячейку D2 формулу =H\$1\*\$G\$1^A2 и скопируйте ее вниз. Вы получите оценки значений ряда.

Теперь попытаемся получить уравнение тренда, которое было выведено на диаграмме. Для этого рассчитаем в столбце С *x*-значения, сдвинутые к 1. Для этого введем в С2 формулу  $=A2-\$A\$2+1$  и скопируем ее вниз. Для этих *x*-значений заново рассчитаем коэффициенты. Введем в блок G8:H12 табличную формулу  $\{=\text{ЛГРФПРИБЛ}(B2:B15,C2:C15,1,1)\}$ . На этот раз коэффициент  $b = 55.70021074$ . Обратите внимание, что остальные статистические показатели остались неизменными (кроме стандартного отклонения *b*). Рассчитайте в столбце E оценки для этих коэффициентов и Вы увидите, что они получились такими же, как в столбце D.

Нужно разобраться, почему на диаграмме уравнение тренда  $55.7e^{-0.347x}$ , а на рабочем листе  $55.7 \cdot 0.966^x$ . Приравняем эти две функции и прологарифмируем их по основанию *e*. Получим соотношение  $-0.0347 = \ln(0.966)$ . Чтобы убедиться в его справедливости, введем в ячейку G15 формулу  $=\text{LN}(G8)$ .

**Функция РОСТ.** Эта функция для экспоненциальной регрессии имеет тот же смысл, что и функция ПРЕДСКАЗ для линейной регрессии. Введите в ячейку F2 формулу  $=\text{РОСТ}(\$B\$2:\$B\$15,\$A\$2:\$A\$15,A2,1)$  и скопируйте ее вниз. Описание функции прочитайте в Справке.

Теперь, если будет задан вопрос, какую цену назначить за бутылку портвейна 1926 г., ответ на него можно получить из уравнения регрессии. Проще всего воспользоваться функцией РОСТ. Скопируйте формулу в ячейку F17, а в A17 введите 1926. Вы получите ответ: 15.45.

Результаты работы (после форматирования до трех цифр после точки) приведены в таблице (рис. 12.14). >

Продолжим цитирование [20]. "В следующем объявлении в той же газете три года спустя 25 ноября 1975 г., во вторник, говорилось, что предлагается марочный портвейн 1937 г. по цене 20 долл. за бутылку". Соответствует ли это нашему прогнозу? Если проанализировать этот вопрос, можно прийти к выводу, что мы построили неудачную модель. Она была верна для 1972 г., но не понятно, как ее применить для 1975 г. Мы неправильно выбрали в качестве фактора год закладки вина. Правильно было выбрать другой фактор — возраст вина.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Год	Цена					0.966	1E+30
2	<b>1890</b>	50.00	1	53.803	53.803	53.803	0.003	5.353
3	<b>1900</b>	35.00	11	38.047	38.047	38.047	0.929	0.202
4	1920	25.00	31	19.026	19.026	19.026	157.049	12
5	1931	11.98	42	12.996	12.996	12.996	6.406	0.489
6	<b>1934</b>	15.00	45	11.712	11.712	11.712		
7	1935	13.00	46	11.314	11.314	11.314		
8	1940	6.98	51	9.514	9.514	9.514	0.966	55.700
9	1941	10.00	52	9.190	9.190	9.190	0.003	0.140
10	<b>1944</b>	5.99	55	8.282	8.282	8.282	0.929	0.202
11	<b>1948</b>	8.98	59	7.210	7.210	7.210	157.049	12
12	1950	6.98	61	6.728	6.728	6.728	6.406	0.489
13	<b>1952</b>	4.99	63	6.277	6.277	6.277		
14	1955	5.98	66	5.657	5.657	5.657		
<b>15</b>	1960	4.98	71	4.757	4.757	4.757	<b>-0.0347</b>	
<b>16</b>								
17	1926					15.454		

Рис. 12.14

**ЗАДАЧА 12.4.** Решить задачу построения экспоненциальной регрессии для модели, где фактором является возраст вина, а откликом — цена вина. Построить также квадратичную и кубическую регрессионную функцию и сравнить сумму квадратов остатков для всех трех функций. Соответствует ли прогнозу цена 20 долл. в 1975 г. за бутылку портвейна 1937 г.?

Заметим, что задача регрессии включена в "Пакет анализа". Если Вы выберете в меню "Сервис/ Анализ данных/ Регрессия", то получите при решении задачи регрессионного анализа намного больше статистической информации.

## Финансовые вычисления



В Excel имеется большая группа функций (около 50), специально предназначенных для финансовых расчетов. Более полную информацию об этих функциях можно получить в [29, 32].

### 13.1. Простые проценты

Рассмотрим схему однократного представления некоторой суммы  $P$  в кредит на время  $t$ . За использование кредита надо платить. Возврат кредита составит  $S - P + I$ . Плата / (interest) носит название "процент". (В русском языке слову "процент" соответствуют два английских: "percent" и "interest".) Каким выбрать величину процента? С одной стороны, чем больше предоставленная сумма  $P$ , тем выше процент. Логичнее всего положить процент пропорциональным  $P$ . С другой стороны, чем больше время, на которое выдается кредит, тем больше процент. Опять-таки естественно предположить, что плата за кредит пропорциональна времени его использования. В результате приходим к формуле  $I = rPt$ . Здесь  $r$  — коэффициент пропорциональности — носит название "процентная ставка".

В каких же единицах мы будем измерять величины, входящие в формулу? Безусловно,  $I$  и  $P$  измеряются в денежных единицах: рублях, долларах, марках... А вот время измеряется, конечно, не в секундах и часах, ведь кредит предоставляется на достаточно длительный срок. Как правило, время измеряют в годах. Причем количество лет может быть и нецелым, тогда используются доли года. Размерность процентной ставки  $r$  (rate of interest) — 1/год. Никто, однако, не говорит: "Ставка составляет 0,06 в год". Принято говорить так: "Ставка составляет 6% годовых в рублях".

Величина наращенной суммы (accumulated value) определяется по формуле  $S = P(1 + rt)$ . В этой формуле примем, что  $t = 1$  год, тогда  $S = P(1 + r)$ . Отношение  $S/P$  носит название "коэффициентнаращения".

Немного потренируемся. Что означает 50% годовых? —  $S = P(1 + 0.5) = 1.5 P$ , т.е. наращенная сумма в полтора раза больше первоначальной. А во сколько раз вырастет исходная сумма при 500% годовых? В шесть раз. (Можно сказать иначе: коэффициент наращения равен **шести**.)

Как проводить вычисления для простых процентов? Начальная сумма  $P$  задана, задана ставка процента  $r$  (причем надо проследить корректность размерности: ставка должна быть отнесена к году). Время нужно выразить в долях года. Заметим, что день выдачи ссуды и день погашения считаются одним днем. Поэтому, если мы хотим вычислить точное число дней ссуды, нужно просто вычесть дату выдачи из даты погашения и не корректировать результат прибавлением единицы.

Доля года вычисляется по формуле  $n = \frac{t}{K}$ , где  $t$  -- число дней ссуды,  $K$  — число дней в году, или временная база.

Из главы 6 мы знаем, что измерение времени в финансовых расчетах — дело непростое. Здесь возможны различные условные соглашения.

#### **ПРИМЕР 13.1.**

[38, пример 1.2]. Ссуда в размере 1 млн руб. выдана 20 января до 5 октября включительно по 18% годовых. Какую сумму должен заплатить должник в конце срока?

**Решение.** Формулировка задачи нуждается в уточнении: в каком году производятся операции: в обычном или високосном. Но как мы уже видели, функция **ДОЛЯГО ДА** работает без учета этого обстоятельства. Рассмотрим три варианта (рис. 13.1). >

Обратимся к финансовым функциям.

Книги по финансовой математике обычно открываются картинкой (рис. 13.2).

При использовании финансовых функций приведенный рисунок неверен, так как показывает лишь абсолютные величины сумм. Правильны следующие две схемы, изображенные на рис. 13.3 (буквенные обозначения опустим).



нач_дата	20-январь	
кон_дата	05-октябрь	
ссуда	1 000 000	
ставка	18%	
(365/365)	1 127 232.88	=ссуда*(1+ДОЛЯГОДА(нач_дата,кон_дата,1)*ставка)
(360/365)	1 129 000.00	=ссуда*(1+ДОЛЯГОДА(нач_дата,кон_дата,2)*ставка)
(360/360)	1 127 500.00	=ссуда*(1+ДОЛЯГОДА(нач_дата,кон_дата,0)*ставка)

Рис. 13.1

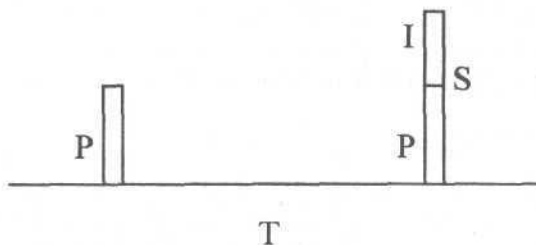


Рис. 13.2

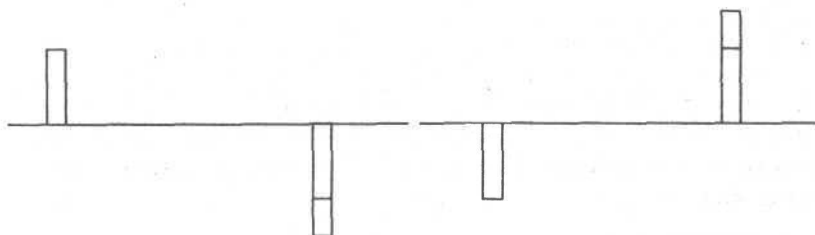


Рис. 13.3

На левом рисунке показана схема с точки зрения дебитора. Он получил в свое распоряжение сумму  $P$  (знак положительный), а в конце периода  $T$  должен вернуть эту сумму с процентами. Он лишается этой суммы, поэтому знак отрицательный. На правом рисунке та же схема, но с точки зрения кредитора. В

начале периода  $T$  он лишается суммы  $P$ , а в конце возвращает ее с процентами. При использовании финансовых функций надо учитывать знаки денежных сумм, помня, с чьей точки зрения рассматривается финансовая операция -- кредитора или дебитора. Поэтому современное и будущее значения связаны соотношением

$$S + P(1 + rt) = 0,$$

из которого ясно, что  $S$  и  $P$  должны иметь противоположные знаки.

Время в финансовых функциях измеряется в периодах. Границы периодов — это моменты платежей. Период может составлять год, квартал, месяц, день.

Тогда  $r = \frac{I}{P}$  носит название *процентная ставка* (interest rate), а  $d = \frac{I}{S}$  — *ставка дисконта* (discount rate). Легко полу-

чить между ними соотношение  $r = \frac{d}{1-d}$ . Обычно процентную ставку относят к фиксированному периоду (как правило, году). Начисление по схеме простых процентов (simple interest) производится по формуле  $S + P(1 + rT) = 0$ , а по схеме сложных процентов (compound interest) по формуле  $S + P(1 + r)^T = 0$ . Здесь  $r$  — процентная ставка за период, а  $T$  — время, измеряемое в периодах.

Рассмотрим вычисление по схеме простых процентов. Для вычисления наращенной суммы будем использовать функцию БЗ — будущее значение. Сразу оговоримся, что эта функция предназначена для вычисления по схеме сложных процентов. Но нетрудно заметить, что при  $T = 1$  формулы для вычисления  $S$  совпадают.

### ПРИМЕР 13.2.

[33, с. 18]. Выдан кредит в сумме 1 млн долл. с 15.01.93 по 15.03.93 под 120% годовых. Рассчитать сумму погасительного платежа.

**Решение.** Нужно рассчитать будущее значение исходной суммы. Воспользуемся функцией **БЗ**(норма, число периодов, выплата, начальное значение, тип).

Но прежде чем воспользоваться этой функцией, придется провести некоторые расчеты. Сделаем их максимально детализованными. Число периодов, как только что было сказано, для простых процентов равно 1. Но проценты даны годовые. Поэтому предварительно вычислим процентную ставку за указанный в условии задачи период. Исходные данные внесем в ячейки рабочего листа в диапазон **В3:В6**. В диапазоне **А3:А6** разместим названия для каждого параметра. Ячейке **В4** назначим денежный формат (рис. 13.4).

	А	В	С
1	Пример 13.2		
2			
3	годовая ставка	120%	
4	дата выдачи кредита	15/01/97	
5	дата возврата кредита	15/03/97	
6	сумма кредита	\$1 000 000.00	
7			
8	срок кредита в днях	59	=В5 - В4
9	срок кредита в годах	0.162	= В8 / 365
10	ставка для периода	19.40%	= В3 * В9
11	сумма возврата	-\$1 193 972.60	= Б3(В6,1,,В4)

Рис. 13.4

Результат, как и следовало ожидать, получился отрицательным.

Поясним третий (пропущенный) аргумент функции БЗ. Под выплатами здесь подразумеваются промежуточные равные выплаты в начале (тип = 1) или в конце (тип = 0 или опущен) периода. В нашем случае выплат нет.

Освоим полезный прием для работы с Мастером функций. Функция БЗ имеет короткое, легко запоминающееся название и много аргументов, порядок и назначение которых запомнить непросто. Чтобы сразу начать работать со вторым диалоговым окном Мастера функций, поступите так: в ячейку **В11** введите =бз( и нажмите клавиши **Ctrl+A**. Появится диалоговое окно с полями для ввода аргументов.

При решении задач рекомендуется заносить исходные данные в ячейки рабочего листа, а не в формулы; в соседних ячей-

ках — давать названия **данных**. Можно сделать формулы намного понятнее, если вместо адресов ячеек дать им названия. Выделим диапазон **A3:V10**. В меню выберем "Вставка/ Имя/ Создать". Появится диалоговое окно, в котором Excel предложит Вам выбрать имена из левой колонки. Подтвердим этот выбор и вновь вызовем меню: "Вставка/ Имя/ Применить". Формула в ячейке **V11** примет вид: `=БЗ( ставка_для_периода, 1,, сумма_кредита)`.

Разместим на рабочем листе не только результаты, но и сами формулы для расчета, как текст. Для этого добавим в начало формул апостроф — формулы превратятся в текст. Скопируем содержимое **A8:V11** в диапазон **A13:V16**. Получим результат, представленный на рис. 13.5.

	А	В
13	срок кредита	=дата_возврата_кредита - дата выдачи кредита
14	срок кредита в годах	=срок_кредита / 365
15	ставка для периода	=годовая_ставка * срок_кредита_в_годах
16	сумма возврата	=БЗ(ставка_для_периода,1,,сумма_кредита)

Рис. 13.5

Затем удалим апострофы в формулах **V8:V12**. В ячейках вновь появятся числа — результаты вычислений.

Приведем, однако, формулу для решения задачи, когда все исходные данные помещены в качестве аргументов в функцию БЗ. Хотя это и противоречит "хорошему стилю" оформления рабочего листа, формула представляет самостоятельный интерес:

$$= \text{БЗ}(120\% * ("15/3/97" - "15/1/97") / 365, 1, , 1000000)$$

Обратите внимание, что даты заключены в двойные кавычки. Их формат должен соответствовать международным стандартам Windows. >

## 13.2. Сложные проценты

Перейдем к схеме сложных процентов. В договорах указываются годовая ставка  $r$  и количество начислений процентов  $m$  в течение года. Это означает, что базовый период составляет год, деленный на  $m$ , а ставка сложных процентов для периода равна

$r/m$ . Формула для сложных процентов приобретает вид:  
 $S + P(1 + \frac{r}{m})^T = 0$ . Напомним, что  $T$  измеряется в периодах. Если начисление происходит  $k$  лет, то формула приобретает вид  
 $S + P(1 + \frac{r}{m})^{km} = 0$ .

### ПРИМЕР 13.3.

Ссуда в 20 000 долл. дана на полтора года под ставку 28% годовых с ежеквартальным начислением. Определить сумму конечного платежа.

*Решение.* Здесь базовый период — квартал. Срок ссуды составляет 6 периодов (4 квартала в году, срок полтора года), за период начисляется  $7\% = 28\% / 4$ . Тогда формула, дающая решение задачи, имеет вид:  $= БЗ( 28\% / 4, 4 * 1.5, , 20000)$ . Она возвращает результат  $-\$30\,014.61$ . >

### ПРИМЕР 13.4.

[33, с. 19]. Банк принимает вклад на срок 3 месяца с объявленной годовой ставкой 100% или на 6 месяцев под 110%. Как выгоднее вкладывать деньги на полгода: дважды на три месяца или один раз на 6 месяцев?

*Решение.* Вычислим коэффициенты наращенения для обеих предлагаемых схем. Для первой схемы  $= БЗ( 100\% * (3/12), 2, , -1)$ , для второй схемы  $= БЗ( 110\% * (6/12), 1, , -1)$ . (Вычислите самостоятельно.) >

### ПРИМЕР 13.5.

Рассчитать будущее значение вклада 1000 долл. через 0, 1, 2, 3, 4, 5 лет при годовых процентных ставках 10%, 20%,..., 50%. Дополнительные поступления и выплаты отсутствуют.

*Решение.* В ячейку В1 поместим величину начального значения вклада. В ячейки В2:G2 разместим числа 0, 1,..., 5, в ячейки А3:А7 величины 10%, 20%,..., 50% (эти числа заносятся с использованием приемов, позволяющих генерировать арифметические прогрессии). Итак, нужно табулировать функцию двух переменных (процентная ставка и количество лет), зависящую от параметра — начального вклада. Введем в ячейку В3 форму-

ду =БЗ( \$A3, B\$2, , -\$B\$1). Формула копируется в остальные ячейки интервала В3:G7. >

*Упражнение 13.1.* Построить семейство графиков зависимости будущего значения от срока. Форматировать шкалу значений как логарифмическую и объяснить вид полученных графиков.

**ЗАДАЧА 13.1.** Сумма 2000 размещена под 9% годовых на 3 года. Проценты начисляются раз в квартал. Какая сумма будет на счете?

Если срок начисления процентов не составляет целое число лет, то на практике применяют два метода. Согласно *общему методу* расчет ведется по формуле сложных процентов. *Смешанный метод* предполагает начисление процентов за целое число лет по формуле сложных процентов и по формуле простых процентов за дробную часть периода.

**ПРИМЕР 13.6.**

[38, с.43, пример 2.7]. Какова сумма долга через 26 месяцев, если его первоначальная величина 500 000 долл., проценты сложные, ставка — 20% годовых, начисление поквартальное? Провести вычисления по общему и смешанному методам.

*Решение. 1. Общий метод.* Базовый период — квартал — четвертая часть года. Количество периодов  $26/3$  (в квартале три месяца). = БЗ( 20% / 4, 26 / 3, , 500000).

*2. Смешанный метод.*

$26 = 8 * 3 + 2$ , т.е. 26 месяцев составляют 8 кварталов и 2 месяца.

= БЗ( (20% / 12) \* 2, 1, , - БЗ( (20% / 12) \* 3, 8, , 500000)). >

### 13.3. Постоянные ренты

Мы рассматривали простейший финансовый поток:  $\{-P, S\}$  или  $\{P, -S\}$ . Теперь рассмотрим схему с многократными взносами или выплатами.

Поток платежей, все члены которого имеют одинаковую величину  $R$  и разделены равными промежутками времени, называют *постоянной рентой*. Один из возможных вариантов такого

потока  $\{-P, -R, -R, \dots, -R, S\}$ , т.е. начальный взнос  $P$  и последующие выплаты  $R$  дают в итоге  $S$ . Если платежи производятся в конце периодов, то ренту называют *обыкновенной*, или *постнумерандо*. Если же платежи происходят в начале периодов, то ренту называют *пренумерандо*.

Приведем формулу, которую используют функции Excel для расчетов:

$$P(1+r)^n + R(1+r \cdot \text{type}) \frac{(1+r)^n - 1}{r} + S = 0, \text{ если } r \neq 0, \text{ и}$$

$P + Rn + S = 0$ , если  $r = 0$ . Еще раз повторим, что  $P$  — современное значение (present value),  $S$  — будущее значение (future value),  $R$  — периодическая выплата (fixed payment),  $r$  — процентная ставка за период (interest rate),  $n$  — количество периодов (number of periods), type — тип ренты, если type = 0 или опущен, то рента *постнумерандо* (выплата в конце периода), если type = 1, то рента *пренумерандо* (выплата в начале периода).

### ПРИМЕР 13.7.

На счет в банке вносится сумма 10 000 долл. в течение 10 лет равными долями в конце каждого года. Годовая ставка 4%. Какая будет сумма на счете после 10 лет?

**Решение.** Платежи осуществляются в конце периодов (рента постнумерандо), поэтому тип = 0 (или его можно опустить). Формула = БЗ( 4%, 10, -1000) (аргумент начальное\_значение также необязательный, и мы его опустили). Результат: \$12 006.11.

Если же сумма вносится в **начале** года (рента пренумерандо), то формула принимает вид: = БЗ( 4%, 10, -1000, , 1). Результат, естественно, получается выше: \$12 486.35.

Разность между этими двумя значениями можно вычислить как =БЗ(4%,10,0,-1000) -1000. Подумайте, почему. >

**ЗАДАЧА 13.2.** Рассматриваются две схемы вложения денег на 3 года: в начале каждого года под 24% годовых или в конце каждого года под 36%. Ежегодно вносится по 4000. Какая схема выгоднее?

Теперь рассмотрим задачу: как по будущему значению (future value) определить современное значение (present value).

**ПРИМЕР 13.8.**

Вексель на 3 000 000 долл. с годовой учетной ставкой 10% с дисконтированием два раза в год выдан на два года. Найти исходную сумму, выданную под этот вексель.

*Решение.* До сих пор мы использовали функцию БЗ — будущее значение. Теперь воспользуемся функцией ПЗ — приведенное (современное) значение. Внимательно прочитайте ее описание в справочной системе. Синтаксис функции ПЗ:

**ПЗ(норма, количество\_периодов, выплата, будущее\_значение, тип).**

В нашем случае задача осложняется тем, что задана ставка дисконта, а аргумент норма подразумевает процентную ставку. Поэтому предварительно нужно пересчитать дисконтную ставку в процентную. Ниже приведена таблица, решающая задачу (рис. 13.6). В столбце С помещены формулы столбца В, преобразованные в текст. >

	А	В	С
1	Годовая учетная ставка	10%	
2	Периодичность выплат	2	
3	Будущее значение	-\$3 000 000.00	
4	Количество лет	2	
5			
6	Учетная ставка за период	5.00%	=B1/B2
7	Процент за период	5.26%	=B6/(1-B6)
8	Современное значение	\$2 443 518.75	=ПЗ(B7,B2*B4,,B3)

**Рис. 13.6**

**ЗАДАЧА 13.3.** Рассматриваются два варианта покупки недвижимости: заплатить сразу 70 000 руб. или платить ежемесячно по 800 руб. в течение 12 лет при ставке 9% годовых. Какой вариант более выгоден?

Теперь обратимся к задаче определения продолжительности ссуды при заданных современном и будущем значениях, процентной ставке.



### ПРИМЕР 13.9.

За какой срок в годах сумма, равная 75 000 долл., достигнет 200 000 долл. при начислении процентов по сложной ставке 15% раз в году и поквартально.

*Решение.* Воспользуемся функцией

КПЕР(норма, выплата, начальное значение, будущее значение, тип)

Решение дается формулами

- 1) раз в год = КПЕР( 15%, 0, -75, 200) (=7.01786);
- 2) по кварталам = КПЕР( 15% / 4, 0, -75, 200) / 4 (=6.66071).

Обратите внимание, что во втором случае КПЕР возвращает количество кварталов, поэтому, чтобы пересчитать их в годы, нужно поделить возвращаемый результат на 4. И еще: нет никакой необходимости набирать все нули в современной и будущей сумме - достаточно сохранить между ними пропорциональность. >

*Упражнение 13.2.* Перевести полученные результаты из дробного числа лет в число лет и дней.

ЗАДАЧА 13.4. Почему формула = КПЕР( 15%, 0, 75, 200) возвращает ошибочное значение?

ЗАДАЧА 13.5. Ссуда 63 200 руб., выданная под 32% годовых, погашается ежеквартальными платежами по 8400 руб. Рассчитайте срок погашения ссуды.

Представляет интерес и такая задача: как, зная современное и будущее значение суммы, а также периодические равные выплаты, вычислить процентную ставку. Эту задачу решает функция

НОРМА( количество\_периодов, выплата, начальное\_значение, будущее\_значение, тип, начальное\_приближение)

Функция возвращает процентную ставку за один период. Начальное\_приближение по умолчанию составляет 10%.

### ПРИМЕР 13.10.

Пусть в долг на полтора года дана сумма 2000 долл. с условием возврата 3000 долл. Вычислить годовую процентную ставку.

*Решение.* =НОРМА( 1.5, , 2000, -3000). Результат: 31%. >

**ПРИМЕР 13.11.**

Выдан кредит 200 000 долл. на два с половиной года. Проценты начисляются раз в полгода. Определить величину процентной ставки за период, если известно, что возврат составит 260 000 долл.

**Решение.** =НОРМА( 2.5\*2, , 200000, -260000). Результат: 5.39%. >

Но так как в договорах часто указывается именно годовая ставка, даже если период меньше года, то полученный результат следует обработать функцией

**НОМИНАЛ**( фактическая ставка, количество периодов в году).

По заданной ставке для периода эта функция возвращает эквивалентную годовую ставку.

**ПРИМЕР 13.12.**

В условиях предыдущего примера найти годовую ставку.

**Решение.** =НОМИНАЛ( 5.39%, 2) (год составляют два полугодия). Результат: 5.32%. >

С функцией НОМИНАЛ тесно связана функция

**ЭФФЕКТ**( номинальная ставка, количество периодов в году).

По заданной годовой ставке эта функция возвращает ставку для периода.

Чтобы лучше уяснить понятия номинальной и эффективной ставок, рассмотрим следующий любопытный пример.

**ПРИМЕР 13.13.**

Чему равна эффективная ставка: при номинальной ставке 100% и начислении 10 000 000 раз в год, при ежедневном начислении?

**Решение.** =ЭФФЕКТ(1, 10000000) (=1.71828169);  
=ЭФФЕКТ(1, 365) (=1.71456748).

Как видим, ответы получились очень близки. А чему равен коэффициент наращивания?

= БЗ( 1/365, 365, , -1) (=2.71456).

Нетрудно догадаться, что перед нами десятичное приближение числа  $e$  — основания натуральных логарифмов. Оно получается как "второй замечательный предел" при схеме непрерывного начисления процентов, часто применяемой в теоретических исследованиях:

$$S = P \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{mt} = P e^{rt}.$$

В нашем случае  $r = 100\% = 1$ . >

**ЗАДАЧА 13.6.** [30]. Определить эффективную ставку сложных процентов, с тем чтобы получить такую же наращенную сумму, как и при использовании номинальной ставки 18% при ежеквартальном начислении процентов.

Наиболее сложной частью анализа постоянной ренты является определение размера выплат. Типичная ситуация здесь такова. Кредитор выдает в начале срока некоторую сумму. Дебитор обязуется погасить задолженность равными долями. При этом каждую выплату можно разбить на две составляющих — одна идет на погашение основной задолженности, а другая — на процентные выплаты.

Для вычисления выплат предназначена функция

**ППЛАТ**(ставка, количество\_периодов, начальное\_значение, будущее\_значение, тип).

Остановимся на предпоследнем параметре. Будущее\_значение — это баланс наличности, который нужно достичь после последней выплаты. Если будущее значение опущено, оно полагается равным 0 (т.е. задолженность погашена).

Для нахождения общей суммы, выплачиваемой на протяжении интервала выплат, нужно умножить возвращаемое функцией **ППЛАТ** значение на количество периодов.

Если мы хотим узнать, какая часть выплат идет на погашение основной задолженности, то воспользуемся функцией

**ОСНПЛАТ**(ставка, период, количество\_периодов, начальное\_значение, будущее\_значение, тип).

Второй параметр -- период — это порядковый номер периода, для которого производится расчет. Этот номер лежит в интервале от 1 до количество\_периодов.

Часть выплат для обслуживания процентов по основному долгу вычисляется с помощью функции

ПЛПРОЦ(ставка, период, количество\_периодов,  
начальное\_значение, будущее\_значение, тип).

**ПРИМЕР 13.14.**

Банк выдал долгосрочный кредит в сумме 40 000 долл. на 5 лет под 6% годовых. Погашение кредита должно производиться равными ежегодными выплатами в конце каждого года, включающими погашение основного долга и процентные платежи. Начисление процентов производится раз в год. Составить план погашения займа.

*Решение.* Выплаты составляют постоянную ренту *постнуперандо*. Результат вычислений представлен в таблице (рис. 13.7).

	A	B	C	D	E	F
1				Размер кредита	\$40 000.00	
2				Срок (лет)	5	
3				Ставка	6%	
4						
5	Годы	Платежи по процентам	Платежи по основному долгу	Годовая выплата (как сумма)	Годовая выплата (как функ- ция)	Остаток долга
6	1	-\$2 400.00	-\$7 095.86	-\$9 495.86	-\$9 495.86	\$32 904.14
7	2	-\$1 974.25	-\$7 521.61	-\$9 495.86	-\$9 495.86	\$25 382.54
8	3	-\$1 522.95	-\$7 972.90	-\$9 495.86	-\$9 495.86	\$17 409.63
9	4	-\$1 044.58	-\$8 451.28	-\$9 495.86	-\$9 495.86	\$8 958.35
10	5	-\$537.50	-\$8 958.35	-\$9 495.86	-\$9 495.86	\$0.00
11		-\$7 479.28	-\$40 000.00	-\$47 479.28	-\$47 479.28	

**Рис. 13.7**

В диапазоне E1:E3 размещены исходные данные. В формулах, осуществляющих решение задачи, используются именованные ссылки на эти ячейки, что позволяет сравнивать различные варианты: что, например, будет происходить при изменении

процентной ставки. В строках 6 - 10 построен план погашения по годам, а в строке 11 помещены итоговые цифры.

Ниже приведены формулы из шестой строки таблицы.

B6 =ПЛПРОЦ(ставка,А6,срок,размер\_кредита)  
C6 =ОСНПЛАТ(ставка,А6,срок,размер\_кредита)  
D6 =C6+B6  
E6 =ППЛАТ(ставка,срок,размер\_кредита)  
F6 =размер\_кредита+C6

Номер периода берется из первого столбца. При копировании формул номер периода изменяется. В столбцах D и E получены, как и следовало ожидать, одинаковые результаты. В столбце F формулы, начиная с седьмой строки, другие: в ячейке F7 записана формула =F6+C7. Далее она была скопирована в остальные ячейки столбца. Соответственно настроились адреса. В ячейке B11 помещена формула =СУММ(B6:B10). Аналогичные формулы размещены в других ячейках 11-й строки.

Из приведенной таблицы нетрудно усмотреть, что при погашении долга равными платежами остаток долга с каждой выплатой уменьшается, следовательно, уменьшаются и процентные выплаты. В результате возрастает от периода к периоду размер платежей, идущих на погашение основного долга. >

*Упражнение 13.3.* Построить совмещенную столбиковую диаграмму, показывающую динамику платежей по годам.

В Excel имеются функции, позволяющие вычислить платежи сразу за несколько периодов. Функции **ОСНПЛАТ**, предназначенной для расчетов в пределах одного периода, соответствует функция

**ОБЩДОХОД**( ставка, количество периодов, начальное значение, номер начального периода, номер конечного периода, тип).

Аналогично, функции ПЛПРОЦ соответствует функция **ОБЩПЛАТ** с теми же аргументами, как и функция **ОБЩДОХОД**.

*Упражнение 13.4.* На основе уже созданной таблицы поэкспериментируйте с функциями **ОБЩПЛАТ** и **ОБЩДОХОД**. Что получится, если начальный и конечный периоды совпадают, например равны 3? Что получится, если начальный период равен 1, а конечный период равен количеству периодов?

Итак, мы изучили группу финансовых функций для расчета параметров постоянной ренты. Сложность их освоения заключалась в том, что аргументами каждой функции служило несколько параметров. Можно выделить пять основных параметров (они перечислены ниже в таблице). Если нам известны четыре из этих параметров, то в Excel имеется функция для вычисления пятого, недостающего параметра.

В нижеследующей таблице (рис. 13.8) в левой колонке перечислены пять параметров. В правой колонке для каждого параметра указана функция, с помощью которой можно вычислить этот параметр.

Современное значение (нз)	ПЗ(ставка,кпер,плата,нз,тип)
Будущее значение (бз)	БЗ(ставка,кпер,плата,нз,тип)
Плата	ППЛАТ(ставка,кпер,нз,бз,тип) = ОСНПЛАТ + ПЛПРОЦ
Количество периодов (кпер)	КПЕР(ставка,плата,нз,бз,тип)
Ставка	НОРМА(кпер,плата,нз,бз,тип,нач_прибл)

Рис. 13.8

### 13.4. Общий поток платежей

Еще раз повторим предположения, на которых было основано использование рассмотренных финансовых функций:

- процентная ставка неизменна;
- выплаты происходят равными суммами через одинаковые промежутки времени.

На практике эти предположения часто не выполняются. Поэтому в Excel имеется ряд функций, которые как бы являются обобщением уже рассмотренных функций. Эти функции входят в "Пакет анализа", и с ними можно работать, только если "Пакет анализа" подключен.

Сначала рассмотрим функцию БЗРАСПИС, которая позволяет вычислять будущее значение при плавающей процентной ставке.

#### ПРИМЕР 13.15.

[38, с. 39]. Срок ссуды — 5 лет, договорная процентная ставка 12% годовых плюс маржа 0.5% в первые два года и 0.75% — в оставшиеся. Вычислить множитель наращивания.

**Решение.** На рис. 13.9 приведены три варианта решения задачи. Первое решение (в ячейке **A1**) выполнено на основе уже знакомой функции **БЗ**. В ячейке **A2** приведено решение, использующее функцию

**БЗРАСПИС( современное\_значение, массив\_ставок).**

	A	B
1	1.8140727	=БЗ(12.75%,3,0,-БЗ(12.5%,2,0,-1))
2	1.8140727	=БЗРАСПИС(1,{0.125;0.125;0.1275;0.1275;0.1275})
3		
4	12.5%	=12%+0.5%
5	12.5%	=12%+0.5%
6	12.75%	=12%+0.75%
7	12.75%	=12%+0.75%
8	12.75%	=12%+0.75%
9	1.8140727	=БЗРАСПИС(1,A4:A8)

**Рис. 13.9**

Обратите внимание на два момента. Во-первых, современное\_значение взято со знаком плюс, и с таким же знаком получен результат, т.е. прежние соглашения о знаках в потоке платежей для этой функции уже не действуют. Во-вторых, элементы массива — обычные десятичные дроби, а не проценты. Если в качестве второго аргумента взять массив процентов, это будет воспринято как ошибка.

В ячейке **A9** дан третий вариант решения, когда второй аргумент функции **БЗРАСПИС** — это ссылка на блок, содержащий массив процентных ставок, выраженных в привычном процентном формате. >

Теперь рассмотрим поток платежей, совершаемых через одинаковые промежутки времени, но сами выплаты могут различаться и по величине, и по знаку. Здесь представляет интерес задача: даны поток платежей и процентная ставка, вычислить современное значение (present value), т.е. привести все платежи к начальному моменту времени и вычислить эффективную процентную ставку операции. Для этого предназначены две функции **НПЗ** — чистое (нетто) приведенное значение (**NPV** — net present value) и **ВНДОХ** — внутренняя доходность (**IRR** — internal rate of return). Они имеют синтаксис:

НПЗ( ставка, выплаты),

ВНДОХ(выплаты, начальное\_приближение).

Пусть  $R_1$  — выплата в конце первого периода,  $R_2$  — выплата в конце второго периода и т.д. Тогда NPV вычисляется по формуле

$$NPV = \frac{R_1}{1+r} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n}.$$

Если имеется выплата в начале первого периода  $R_0$ , то она должна добавляться к NPV. Выплаты  $R_i$  могут иметь разные знаки и равняться нулю. Но процентная ставка  $r$  и длина периодов неизменны.

Внутренняя доходность вычисляется Excel как решение уравнения

$$R_0 + \frac{R_1}{1+r} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n} = 0$$

относительно  $r$ . Уравнение может иметь несколько решений, поэтому последний аргумент ВНДОХ — начальное приближение. Обратите внимание, что вместо вычисления функции ВНДОХ можно решать уравнение НПЗ(ставка,  $\{R_0, R_1, \dots, R_n\}$ )=0 относительно ставки. При этом в знаменателе левой части такого уравнения появляется лишний множитель  $(1+r)$ , но он не оказывает влияния на решение уравнения.

Прочитайте в Справке об этих функциях. Там приведены дополнительная информация и примеры.

#### ПРИМЕР 13.16.

**Анализ инвестиционного проекта.** Проект рассчитан на три года и требует начальных инвестиций в размере 10 млн руб. и имеет предполагаемые денежные поступления в размере 3 млн руб., 4 млн руб., 7 млн руб. Рассчитать NPV в предположении ставки 10% и определить IRR для этого проекта [26].

**Решение.** Это типичная задача на оценку инвестиционных проектов. Покажем, что для расчета можно обойтись и без функции НПЗ (рис. 13.10).



	A	B	C	D
1	Ставка	10%		
2				
3	Год	Выплата	пз	
4	0	-10	-10	=ПЗ(ставка,А4,,-В4)
5	1	3	2.727272727	=ПЗ(ставка,А5,,-В5)
6	2	4	3.305785124	=ПЗ(ставка,А6,,-В6)
7	3	7	5.259203606	=ПЗ(ставка,А7,,-В7)
8			1.292261458	=СУММ(С4:С7)
9			1.292261458	=НПЗ(ставка,В5:В7)+В4
10			16.23%	=ВНДОХ(В4:В7)

Рис. 13.10

Каждый элемент потока платежей мы обрабатываем функцией ПЗ. В сумме получаем NPV. Тот же результат получен в ячейке С9. Обратите внимание, что начальная выплата в аргумент функции НПЗ не включена, а добавлена как отдельное слагаемое. Функция ВНДОХ, вычисляющая внутреннюю норму доходности, напротив, использует начальную выплату.

Для того чтобы лучше понять взаимоотношение NPV и IRR, построим таблицу значений NPV для различных процентных ставок (рис. 13.11).

В ячейку В13 записана формула =НПЗ(А13,\$В\$5:\$В\$7) +\$В\$4 и скопирована вниз. На основе блока А12:В21 построим график (рис. 13.12). Из него видно, что чем выше процентная ставка, тем меньше значение NPV. Например, при  $r = 20\%$  значение NPV отрицательное. Это означает, что если бы мы положили в банк 10 млн руб. под 20% годовых, то на исходе третьего года получили бы доход больше, чем в результате инвестиционного проекта. Имеется правило: при  $NPV > 0$  проект принимается, а при  $NPV < 0$  — отвергается [26]. Еще отметим, что при анализе инвестиционных проектов процентную ставку часто называют коэффициентом дисконтирования. >

	A	B
12	Ставка	NPV
13	0.0%	4.00
14	2.5%	3.23
15	5.0%	2.53
16	7.5%	1.89
17	10.0%	1.29
18	12.5%	0.74
19	15.0%	0.24
20	17.5%	-0.23
21	20.0%	-0.67

Рис. 13.11

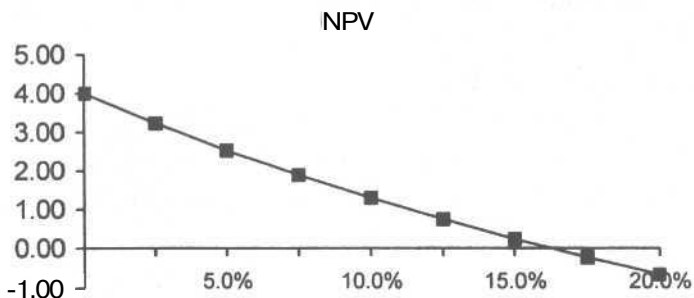


Рис. 13.12

**ПРИМЕР 13.17.**

**Трудности при нахождении IRR** [43, с.212–213]. В предыдущем примере уравнение  $NPV(r)=0$  имело только один корень. Но возможны (и осуществляются на практике) потоки платежей, для которых это не так.

	A	B	C
1	Год	Платежи	
2	0	-60	
3	1	155	
4	2	-100	
5			
6		25%	=ВНДОХ(платежи)
7		33%	=ВНДОХ(платежи,50%)

Рис. 13.13

Для представленного в таблице (рис. 13.13) потока платежей дважды использована функция ВНДОХ для вычисления IRR. Для функции в ячейке B6 начальное приближение не указано и предполагается по умолчанию равным 10%. В ячейке B7 та же функция, но на этот раз начальное приближение выбрано равным 50%. Получены различные результаты. Постройте график зависимости NPV от величины процентной ставки, чтобы на-

глядно увидеть, почему для разных начальных приближений получены различные значения  $IRR$ . В таких ситуациях говорить о величине  $IRR$  не имеет смысла. Подробный анализ возможных случаев приведен в [5]. >

**ПРИМЕР 13.18.**

**Сравнение инвестиционных проектов** [43, с.214–215]. Предлагаются два инвестиционных проекта, которые характеризуются предполагаемыми потоками платежей (рис. 13.14).

Год	Проект А	Проект В
0	-100	-100
1	50	20
2	40	40
3	40	50
4	30	60

**Рис. 13.14**

у

Сравнить проекты на основе  $NPV$  и  $IRR$ .

**Решение.** Постройте столбиковую диаграмму для потоков платежей. На первый взгляд, второй проект выгоднее, так как сумма платежей для проекта А равна 60, а для проекта В — 70. Но так как платежи относятся к разным моментам времени, то с точки зрения финансового аналитика результат арифметического сложения платежей не может служить критерием. Вычислим  $IRR$ . Для проекта А этот показатель оказывается равным 24%, а для проекта В — 21%. С точки зрения  $IRR$  проект А предпочтительнее.

Теперь рассчитаем  $NPV$ . Составьте самостоятельно таблицу зависимости  $NPV$  от  $r$  для обоих проектов (процентная ставка изменяется от 0% до 30% с шагом 2.5%), постройте график. Затем сравните с предлагаемым ниже решением (рис. 13.15 на с.282).

Перечислим формулы. В B8 =ВНДОХ(B2:В6), формула скопирована в С8. В F2 =НПЗ(\$E2,В\$3:В\$6)+В\$2. Эта формула скопирована в блок F2:G14. Для блока E1:G14 строим линейный график. По диаграмме выясняем, что графики пересе-

каются при величине ставки 11%. Более точное значение определяем с помощью команды "Сервис/ Подбор параметра" (в F16 =НПЗ(\$E16, B\$3:B\$6)+B\$2, в G17 =F16-G16, в E16 помещаем начальное приближение 11%). Точка пересечения графиков носит название точки Фишера. При  $r < 11\%$  выгоднее проект В, а при  $r > 11\%$  выгоднее проект А. >

	A	B	C	D	E	F	G
1	Год	Пр. А	Пр. В		Ставка	Пр. А	Пр. В
2	0	-100	-100		0.0%	60.00	70.00
3	1	50	20		2.5%	51.18	58.37
4	2	40	40		5.0%	43.13	47.88
5	3	40	50		7.5%	35.79	38.39
6	4	30	60		10.0%	29.06	29.79
7					12.5%	22.87	21.96
8	IRR:	24%	21%		15.0%	17.18	14.82
9					17.5%	11.92	8.29
10					20.0%	7.06	2.31
11					22.5%	2.55	-3.17
12					25.0%	-1.63	-8.22
13					27.5%	-5.53	-12.88
14					30.0%	-9.16	-17.18
15				Точка			
16				Фишера	11.07%	26.34	26.34
17							0.0

Рис. 13.15

Здесь мы сталкиваемся с вопросом: какой выбрать процентную ставку для сравнения инвестиционных проектов? Однозначного ответа на этот вопрос заведомо нет [31, с.40–45]. Наверное, именно поэтому во многих фирмах принято сравнивать проекты на основе IRR, чтобы не оценивать процентную ставку для расчета NPV. Но, как правило, выбирают так называемую безрисковую процентную ставку (например, процентную ставку для долгосрочных государственных облигаций). Имеются и другие критерии для сравнения инвестиционных проектов. Их обсуждение можно найти в [5, 26].

**ЗАДАЧА 13.7.** [33]. Контракт между фирмой А и банком В предусматривает, что банк предоставляет в течение трех лет кредит фирме ежегодными платежами в размере 1 млн долл. в начале каждого года под ставку 10% годовых. Фирма возвращает долг, выплачивая 1, 2 и 1 млн долл. последовательно в конце 3-го, 4-го и 5-го годов. Выгодна ли эта операция банку?

Дальнейшим развитием функции НПЗ является функция ЧИСТНЗ, для использования которой не нужно требовать регулярности сроков платежей. Развитием функции ВНДОХ является функция ЧИСТВНДОХ.

**ПРИМЕР 13.19.**

[38, с.88]. График предусматривает следующий порядок выдачи ссуды во времени: 1 июля 1994 г. — 5 млн руб., 1 января 1995 г. — 15 млн руб., 1 января 1997 г. — 18 млн руб. Необходимо определить сумму задолженности на начало 1998 г. при условии, что проценты начисляются по ставке 20%.

*Решение.* Сначала найдем современное значение на 1 июля 1994 г. Чтобы вычислить временные промежутки между датами, воспользуемся функцией **ДОЛЯГОДА**. Возвращаемый этой функцией результат зависит от выбора базиса (об этом написано в гл.6). Поэтому в ячейках В9 и В14 получены разные современные значения. В ячейке **В15** вычислим современное значение с использованием функции ЧИСТНЗ, которое совпадает с значением, вычисленным на основе фактического базиса. Эта величина меньше, чем в В9, так как истинные временные промежутки больше (рис. 13.16).

Так как временные промежутки достаточно большие, то более оправданными являются результаты в **В9:В10** (именно они получены в [38]). Это обстоятельство нужно иметь в виду при использовании ЧИСТНЗ. >

**ЗАДАЧА 13.8.** [38, с.121–126]. 1. Платежи *постнумерандо* образуют регулярный во времени поток, первый член которого равен 15 млн руб. Последующие платежи увеличиваются каждый раз на 2 млн руб. Начисление процентов производится по ставке 20% годовых. Срок выплат — 10 лет. Найти современную стоимость и наращенную сумму.

2. Пусть теперь члены ренты увеличиваются каждый год на 12%. Найти современную стоимость и наращенную сумму.

3. Каким должен быть абсолютный прирост платежей, чтобы это не изменило современную стоимость, рассчитанную в предыдущем случае?

	A	B	C
1	01/07/94	5 000 000.00	
2	01/01/95	15 000 000.00	
3	01/01/97	18 000 000.00	
4	01/01/98		
5			
6	0.5		=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,A2)
7	2.5		=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,A3)
8	3.5		=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,A4)
9		30 103 950.55	=\$B\$1+ПЗ(20%,A6,,-\$B\$2) +ПЗ(20%,A7,,-\$B\$3)
10		56 984 645.79	=БЗ(20%,A8,,-B9)
11	0.5041		=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,A2,1)
12	2.5068		=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,A3,1)
13	3.5068		=ДОЛЯГОДА(\$A\$1,A4,1)
14		30 079 453.87	=\$B\$1+ПЗ(20%,A11,,-\$B\$2) +ПЗ(20%,A12,,-\$B\$3)
15		30 079 453.87	=ЧИСТНЗ(20%,B1:B3,A1:A3)
16		57 009 422.98	=БЗ(20%,A13,,-B15)

Рис. 13.16

### 13.5. Модель цены акции. Волатильность. Цена опциона

Ранее нами изучались детерминированные денежные потоки. Процентные ставки, выплаты были четко определены. Мы точно вычисляли, какая сумма будет на счете в банке в соответствии с условиями договора. Если непрерывно начисляемая процентная ставка равна  $\mu$ , то сумма вклада с течением времени изменяется по закону  $S_t = S_0 e^{\mu t}$ , где  $S_0$  — начальное значение

вклада. Эквивалентное утверждение:  $S_t$  изменяется в соответствии с дифференциальным уравнением  $\frac{dS}{dt} = \mu S_t$ , которое можно переписать в виде  $dS_t = \mu S_t dt$ . Начальное условие:  $S_t$  при  $t = 0$  равняется  $S_0$ .

Но имеются активы, цена которых меняется хаотически под действием процессов спроса и предложения. Это акции. Помощью умелой купли-продажи акций можно получить значительную прибыль, существенно превышающую доход от банковского счета или ценных бумаг с фиксированным доходом (облигации). Но и убытки могут оказаться значительными.

Для описания динамики цены акций  $S_t$  П. Самуэльсоном в 1965 г. было предложено использовать так называемое геометрическое броуновское движение

$$dS_t = S_t \mu dt + \sigma S_t dw_t.$$

Это дифференциальное уравнение получено из предыдущего добавлением случайного возмущения. Здесь  $\mu$  — коэффициент сноса,  $w_t$  — **винеровский** процесс (весьма упрощенно можно считать, что его производная — "белый шум"),  $\sigma^2$  — локальная дисперсия. Величину  $a$  в финансовой литературе принято называть **волатильностью** (от английского слова Volatility — изменчивость). Вычисление этой величины по историческим данным представляет для финансовых аналитиков значительный интерес. Например, **волатильность** нужна как параметр в формуле Блэка-Шоулса для расчета цены опциона.

Дальнейшее изложение будет следовать книгам [6, 40], а также статье [36].

### ПРИМЕР 13.20.

**Моделирование цены акции.** Перепишем модель динамики цены акции для дискретного времени.

$$S_t - S_{t-h} = S_{t-h} (\mu h + \sigma \varepsilon \sqrt{h}).$$

Здесь  $\varepsilon$  — нормально распределенная случайная величина с нулевым средним и единичной дисперсией,  $h$  — шаг по времени при измерении цены акций. Но тогда множитель

$\mu h + \sigma \varepsilon \sqrt{h} = \phi(\mu h, \sigma \sqrt{h})$  - - нормально распределенная случайная величина со средним  $\mu h$  и стандартным отклонением  $\text{CTV} \sqrt{h}$ . Поэтому

$$S_t = S_{t-h} (1 + \phi(\mu h, \sigma \sqrt{h})).$$

В [40, с.200–201] указано, что типовые значения для  $\mu$  близки к 16% годовых, а волатильность лежит в диапазоне от 20% до 40% годовых.

Перейдем к численному примеру [40, с.199]. Пусть  $\mu = 0.14$ ,  $\sigma = 0.20$ . Шаг  $h = 0.01$ , т.е. составляет сотую часть года (3,65 дня). Начальная цена акции  $S_0 = 20$ . Рассчитать 12 шагов для цены акции  $S_t$  и безрискового актива  $B_t$  с тем же значением  $\mu$  и начальным значением  $B_0 = 20$ . Построить графики  $S$  и  $B$  на одной координатной плоскости. Попробуйте сначала решить задачу моделирования самостоятельно, а затем ознакомьтесь с предлагаемым решением (рис. 13.17).

	A	B
1	mu	0.14
2	sigma	0.2
3	h	0.01
4		
5	S	B
6	20	20
7	20.522372	20.028
...	...	...
18	20.061664	20.3386

Рис.13.17

В A7 помещена формула  $=A6*(1+\text{НОРМОБР}(\text{СЛЧИС}(), \mu*h, \sigma*\text{КОРЕНЬ}(h)))$ , а в B7 формула  $=B6*(1+\mu*h)$ . Рядом на рабочем листе постройте графики. Нажимая F9, следите, как изменяется график. Сделайте для удобства фиксированную шкалу по оси значений, например от 18 до 23. Изменяйте значение волатильности. Тогда Вы сможете лучше почувствовать влияние этой величины на поведение ценовой функции. ▷



Теперь обратимся к вопросу, как измерять **волатильность** по историческим данным. Рассмотрим последовательность величин  $x_t = \ln \frac{S_t}{S_{t-h}}$ . Если  $h = 1$  сутки, то  $x_t$  характеризует изменение (относительный прирост) дневной цены акции (как правило, берется цена закрытия — Close Price). Можно показать, что  $x_t$  имеет нормальное распределение со средним  $ah$ , где  $a = \mu \frac{\sigma^2}{2}$ , и дисперсией  $\sigma^2 h$ . Тогда величина  $x = \frac{1}{n} \sum x_t$  является оценкой для  $ah$ , а  $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_t - \bar{x})^2$  является оценкой для  $\sigma^2 h$ . Если  $h = 1$  сутки, то  $a = \frac{\sigma^2}{\sqrt{h}}$  и имеет размерность

[сутки<sup>-1/2</sup>]. Чаше значение  $a$  приводят к году:

$$\sigma_{\text{год}} = \sigma_{\text{сутки}} \left[ \frac{\text{год}}{\text{сутки}} \right]^{-1/2} = \sigma_{\text{сутки}} \sqrt{250} [\text{год}]^{-1/2}$$

с учетом того, что в году 250 рабочих дней [40]. Если же имеются недельные измерения цены акций, то  $\sigma_{\text{год}} = \sigma_{\text{нед}} \sqrt{52}$ , как указано в [6].

### ПРИМЕР 13.21.

Даны исторические данные [6, с. 175] — еженедельная цена акций (рис. 13.18).

В столбце А записана последовательность  $S_t$ . Из этой последовательности надо сформировать новую последовательность  $\ln \frac{S_t}{S_{t-1}}$ , вы-

	А
1	50
2	51
3	52
4	51.5
5	50.5
6	49
7	48.5
8	49
9	49.5
10	50.5
11	51

Рис. 13.18

числить для нее стандартное отклонение и умножить на  $\sqrt{52}$ . Понимается, это можно сделать, используя вспомогательные блоки (именно так проверяется правильность окончательной формулы), но эффективнее записать все эти вычисления в одну ячейку как табличную формулу:

{=СТАНДОТКЛОН(LN(A2:A11/A1:A10))\*КОРЕНЬ(52)}. Формула возвращает значение 0.130058. >

**ЗАДАЧА 13.9.** Имеются данные [39, с.216] о ежедневной цене закрытия акций (рис. 13.19). Нечетные строки таблицы — номера дней, четные строки — цена закрытия.

1	2	3	4	5	6	7
20	20 1/8	19 7/8	20	20 1/2	20 1/4	20 7/8
8	9	10	11	12	13	14
20 7/8	20 7/8	20 3/4	20 3/4	21	21 1/8	20 7/8
15	16	17	18	19	20	21
20 7/8	21 1/4	21 3/8	21 3/8	21 1/4	21 3/4	22

**Рис. 13.19**

Считая, что в году 250 торговых дней, вычислить волатильность.

**ЗАДАЧА 13.10.** В примере 13.20 Вы моделировали поведение ценовой функции для акции и безрискового актива. Поместите на рабочий лист формулы для вычисления волатильности по результатам моделирования обоих процессов. Нажимая F9, следите за изменением оценки волатильности по историческим данным.

**ЗАДАЧА 13.11.** На исторические данные накладывается "окно" фиксированной длины (например, 6 измерений). Это окно перемещается по ряду данных, и для данных, попавших в окно, вычисляется оценка волатильности. В условиях предыдущей задачи вычислите ряд оценок волатильности и следите за изменениями графика.

Обратимся к задаче вычисления цены опциона. Подробные сведения об опционах приведены, например, в [6, 39, 40]. Опцион Call дает покупателю право купить оговоренный в контракте актив по фиксированной цене в установленный срок у продавца опциона. Покупатель уплачивает продавцу премию  $C$  (цену опциона).

Пусть опцион выписан на акцию, текущая цена которой (спот-цена)  $S = 50$  долл. Продавец обязуется продать эту акцию через 6 месяцев по цене  $X = 45$  долл. ( $X$  называется **страйк-ценой**). По истечении 6 месяцев возможны две ситуации.

1. Цена акции  $P < X$ . Например,  $P = 40$  долл. Тогда покупатель опциона отказывается от его исполнения. Зачем ему покупать за 45 долл. акцию, цена которой на рынке 40 долл.?

2. Цена акции  $P > X$ . Например,  $P = 60$  долл. Тогда покупатель исполняет опцион: приобретает у продавца акцию за 45 долл., продает ее за 60 долл. и получает прибыль в размере  $P - X = 60 - 45 = 15$  долл.

Нужно определить размер премии  $C$ , которую назначает продавец опциона. Ее можно вычислить по формуле Блэка-Шоулса. Перечислим исходные данные для этой формулы:

$S$  — спот-цена актива (т.е. цена в момент продажи опциона);

$X$  — страйк-цена актива (т.е. цена, по которой продавец опциона обязуется продать актив, на который заключен опционный контракт);

$T$  — срок исполнения (измеряется в долях года);

$r$  — безрисковая ставка процента (она уже знакома нам по сравнительному анализу инвестиционных проектов);

$\sigma$  — волатильность ценовой функции актива.

Любопытно, что величина  $\mu$  в формулу не входит.

Нужно вычислить:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + rT}{\sigma\sqrt{T}} + \frac{1}{2}\sigma\sqrt{T}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T},$$

$$C = SN(d_1) - Xe^{-rT}N(d_2).$$

Здесь  $N(d)$  — функция нормального распределения.

**ЗАДАЧА 13.12.** В условиях рассмотренного примера вычислить размер премии, дополнительно полагая, что  $r = 10\%$ ,  $\sigma = 0.525$ .

*Упражнение 13.5.* В условиях предыдущей задачи рассчитайте таблицы и постройте графики для изменения величины премии, когда изменяется один параметр, а остальные параметры неизменны.

## 13.6. Графики биржевых цен

Биржи публикуют информацию о совершаемых сделках на различные виды активов. В течение биржевой сессии цена изменяется. Цена, по которой совершается первая сделка, называется *ценой открытия* (Open Price); цена, по которой совершается последняя сделка, называется *ценой закрытия* (Close Price). В течение сессии фиксируются также высшая (High) и низшая (Low) цены. Сообщается суммарный объем сделок (Volume). Эта информация имеет различное представление для разных видов бирж и даже для различных финансовых инструментов, обращающихся на бирже. Поэтому всегда надо тщательно изучать форму представления информации. Впрочем, имеются некоторые неофициальные стандарты. Например, цены, как правило, сообщаются в таком порядке: Open, High, Low, Close.

### ПРИМЕР 13.22.

Рассмотрим информацию о ценах фьючерсов на казначейские облигации США — US Treasury bonds (T-bonds), которая дается на Чикагской торговой бирже — Chicago Board of Trade (CBOT). Информация взята из [39]. Для знакомства с самим понятием "фьючерс" обратитесь, например, к [6] или другим книгам этого же автора. Фьючерс — это договор купли-продажи базового актива с исполнением обязательств в установленную дату в будущем.

Цены на фьючерсные контракты представлены в долларах США, причем используются 32-е доли доллара. Так, цена фьючерса 93-14 означает 93 14/32, т.е. 93.4375. Чтобы получить цену контракта, эту величину надо умножить на 1000.

Рассмотрим фрагмент текстового файла, полученного от CBOT через Интернет (в учебных целях данные незначительно искажены).

19971210	11715	<b>11722</b>	11712	11714
19971211	11819	11821	11819	11819
19971212	<b>11904</b>	11915	<b>11904</b>	11910
19971215	11907	<b>11907</b>	<b>11903</b>	<b>11903</b>
19971216	11903	<b>11909</b>	<b>11900</b>	<b>11905</b>

В первом столбце проставлена дата торговой сессии в формате ГГГГММДД. В последующих столбцах приведены цены Open, High, Low, Close. Последние две цифры каждой цены — это 32-е доли.

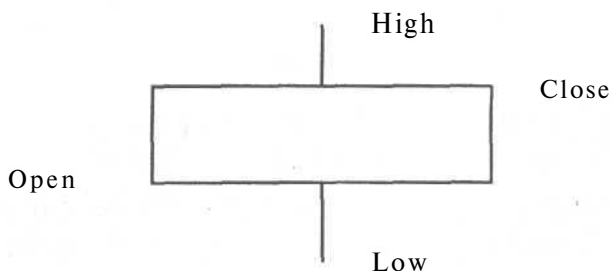
**ЗАДАЧА 13.13.** Импортировать текстовый файл с указанными данными в Excel. Преобразовать цены в формат с тридцатью вторыми долями (например, 11715 преобразовать в 117 15/32).

После решения задачи таблица примет вид (рис. 13.20).

	A	B	C	D	E
1	10/12/97	117 15/32	117 22/32	117 12/32	117 14/32
2	11/12/97	118 19/32	118 21/32	118 19/32	118 19/32
3	12/12/97	119 4/32	119 15/32	119 4/32	119 10/32
4	15/12/97	119 7/32	119 7/32	119 3/32	119 3/32
5	16/12/97	119 3/32	119 9/32	119	119 5/32

**Рис. 13.20**

Теперь можно строить биржевой график. Цены Open, High, Low, Close принято изображать с помощью так называемых японских свечей (*Candelsticks*). Для каждой даты рисуется фигура, напоминающая свечу. Цены открытия и закрытия представляются прямоугольником. Ширина прямоугольника не имеет значения. Если цена открытия ниже цены закрытия, то прямоугольник белого цвета (рис. 13.21), нижняя сторона соответствует цене открытия, верхняя сторона — цене закрытия. Если цена открытия выше цены закрытия, то прямоугольник черного цвета, нижняя сторона соответствует цене закрытия, верхняя сторона — цене открытия. Этот прямоугольник пересекает вертикальный отрезок. Верхняя точка отрезка соответствует цене High, нижняя точка отрезка соответствует цене Low.



**Рис. 13.21**

Выделим блок **A1:E5** и вызовем Мастер диаграмм. Укажем тип диаграммы "Биржевой". Выберем тип диаграммы по картинке с японскими свечами (комментарий к ней неточен: "Биржевая диаграмма для наборов из четырех значений (курс открытия, курс закрытия, самый высокий курс, самый низкий курс)" — перепутан порядок расположения цен). На третьем шаге выбираем вкладку "Оси" и для оси X устанавливаем переключатель "категории" (если этого не сделать, то на диаграмме будут показаны и выходные дни). Уберем легенду и линии сетки. На заключительном шаге укажем, что диаграмма расположена на отдельном листе. На диаграмме установим прозрачный фон, минимальное значение на оси Y положим равным 117.

У Вас должна получиться диаграмма, показанная на рис. 13.22.

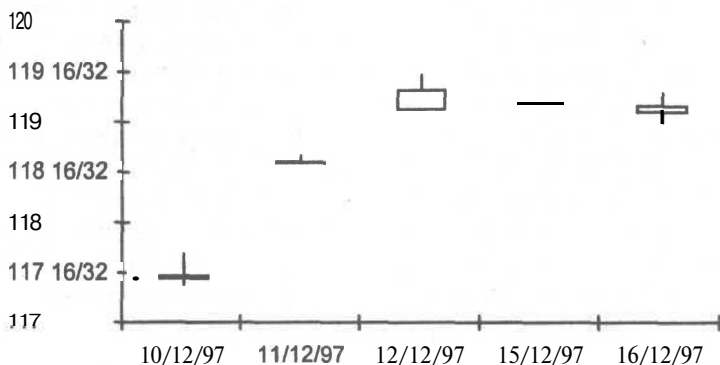


Рис. 13.22

В Excel 5.0/7.0 на втором шаге Мастера диаграмм надо выбрать "График", а на третьем шаге — график девятого типа. >

*Упражнение 13.6.* Изучите "график отрезков" (бары), на котором отображены цены High, Low, Close. Постройте этот график для приведенных выше исходных данных.

*Упражнение 13.7.* Добавьте в приведенные выше данные столбец с объемами сделок и построьте диаграммы "свечи + объемы" и "отрезки + объемы".

## 13.7. Зачетные задания

Для преподавателя полезна книга [9], где на с. 106–111 приведено 10 типов задач на использование финансовых функций. Для каждого типа имеется 10 вариантов исходных данных. Большое количество задач имеется в [7, 25, 29, 30, 32, 38].

В заключение — задачи чуть более сложные, чем в тексте главы.

**ЗАДАЧА 13.14.** [31, с.77-78]. "Как выгоднее оформить вклад: под 200% годовых или под 35%, начисляемых ежеквартально? Учтите, что "внутри" года в первом случае и "внутри" квартала во втором случае банк начисляет простые проценты." Начиная с какого по счету дня хранить деньги во втором варианте выгоднее?

*Указание.* Вычислите коэффициент наращения по первому и второму вариантам. Используйте смешанный метод начисления процентов, при этом считайте, что в году 360 дней, а в месяце 30 дней. По графику определите приблизительно точку пересечения графиков зависимости коэффициента наращения от дня, а затем найдите это значение методом подбора параметра.

**ЗАДАЧА 13.15.** В банк помещен вклад в размере 3900 тыс. руб. под 50% годовых. В конце каждого из первых четырех лет хранения после начисления процентов вкладчик дополнительно вносил на счет одну и ту же фиксированную сумму. К концу пятого года после начисления процентов оказалось, что размер вклада увеличился по сравнению с первоначальным на 725%. Какую сумму вкладчик ежегодно добавлял к вкладу? (задача вступительного экзамена по математике экономического факультета МГУ, 1995 г.)

**ЗАДАЧА 13.16.** "Для небольших значений процентной ставки  $r$  частное от деления семидесяти двух на  $r$  показывает число периодов, за которое исходная сумма удвоится при наращивании ее по этой ставке с использованием сложных процентов (правило 72-х)" [25, с. 26]. Выясните, в каком диапазоне значений должна лежать процентная ставка, чтобы относительная ошибка в определении количества периодов не превысила 2%.

## Итоговые задания



В Excel для решения задач имеются два подхода.

1. В ячейки рабочего листа проектировщик записывает формулы. Пользователь изменяет только исходные данные. Результат вычисляется автоматически, без вмешательства пользователя. Такие рабочие книги проектировались во второй главе.

2. Пользователь должен выполнить ряд действий, чтобы получить результат. Пусть к списку на рабочем листе добавлены новые значения. Тогда пользователь таблицы должен, например, заново проводить сортировку, фильтрацию, копировать и перемещать блоки. Это **требует** намного более высокой квалификации, чем в первом случае. К счастью, квалифицированный разработчик может существенно облегчить задачу неквалифицированному пользователю. Для этого нужно создать макросы на языке **VBA**, которые осуществляют нужную последовательность шагов автоматически. Пользователь должен вводить только значения некоторых параметров, причем не в ячейки рабочего листа, а в специально разработанные диалоговые окна. Но изложение **VBA** — это задача другой **книги**...

Разделение на два подхода, разумеется, условно. Даже в случае рабочей книги по расчету элементов треугольника (гл.2) пользователь должен предпринимать некие осмысленные действия, чтобы распечатать рабочий лист с результатами расчетов.

Настало время подведения итогов. Читателю предлагается ряд заданий, которые требуют достаточно свободного владения арсеналом приемов, освоенных при изучении предшествующих глав. Читатель должен самостоятельно определить, каким методом лучше всего решить предложенную задачу. Где-то будет достаточно только расчетных формул, а где-то придется разработать последовательность шагов, приводящих к решению.



## 14.1. Разные задачи

**ЗАДАЧА 14.1.** В блоке A1:A30 записана последовательность чисел  $a_1, a_2, \dots, a_{30}$ . Вычислить  $\max(a_1+a_{30}, a_2+a_{29}, \dots, a_{15}+a_{16})$ .

**ЗАДАЧА 14.2.** В A1:A20 записана последовательность чисел. Сосчитать длину максимального отрезка последовательности, состоящего из одних нулей. Найти этот отрезок с помощью клавиш Ctrl+F ("Правка/ Поиск").

**ЗАДАЧА 14.3.** Дан блок A1:A15 целых чисел. Сосчитать количество различных чисел в этом блоке. Какие подходы к решению этой задачи Вы можете предложить?

**ЗАДАЧА 14.4.** Дано число  $x$  (в ячейке A1) и последовательность  $y_1, y_2, \dots, y_n$  фиксированной длины ( $n = 10$ ) в блоке B1:K1. Спроектировать на рабочем листе таблицу, которая вычисляет пары чисел  $y_i, y_j$ , среднее арифметическое которых наименее уклоняется от  $x$ .

**ЗАДАЧА 14.5.** В старояпонском календаре был принят 60-летний цикл, состоявший из 12-летних подциклов. Внутри каждого подцикла годы носили названия животных: крысы, коровы, тигра, зайца, дракона, змеи, лошади, овцы, обезьяны, петуха, собаки, свиньи. Для перевода какого-либо года нашего летоисчисления на 60-летний цикл необходимо к номеру года прибавить 2397 и полученную сумму разделить на 60. В остатке окажется порядковый номер года в цикле. Годы внутри цикла также обозначались названиями цвета: зеленый, красный, желтый, белый и черный. Пара соседних лет имеет одинаковый цвет: 1984-й год — год зеленой крысы (начало очередного цикла), 1985-й — год зеленой коровы, 1986-й — год красного тигра и т.д.<sup>1</sup>

1. Составить календарь на период 1984-2039 гг. (год-цвет-животное).

2. Пользователь вводит год нашей эры в ячейку A2 и получает в ячейке B2 номер года в цикле, в C2 — цвет, а в D2 — животное. В первой строке разместить заголовки.

**ЗАДАЧА 14.6.** Дана электрическая схема с тремя параллельно соединенными сопротивлениями R1, R2, R3. Построить таблицу величины сопротивления схемы, если R1 меняется от 1 до 5 ом с шагом 0,1, R2 меняется от 3 до 6 ом с шагом 0,2, R3 — число, которое по своему усмотрению вводит пользователь таб-

<sup>1</sup> Климишин И.А. Календарь и хронология. — М.: Наука, 1990. — 480 с.

лицы. Результаты вычислений выводить с тремя цифрами после точки. Закрепить шапку и боковик таблицы, чтобы ее было удобнее просматривать. Построить на одной диаграмме графики зависимости итогового сопротивления от  $R_1$  при  $R_2 = 3, 4$  и  $5$  ом. Снабдить диаграмму заголовком и подписями к осям.

**ЗАДАЧА 14.7. Моделирование экосистемы "хищник-жертва".** Формулировку задачи позаимствуем из двух книг.

"Рассмотрим простую экосистему, состоящую из кроликов, для которых имеется неограниченный запас пищи, и лис, которые для пропитания охотятся за кроликами. Классическая математическая модель, принадлежащая В.Вольтерра, описывает эту систему двумя дифференциальными уравнениями

$$\frac{dX}{dt} = k_1 X - k_2 XY, \quad \frac{dY}{dt} = -k_3 XY + k_2 XY$$

где  $t$  — время,  $X(t)$  — число кроликов,  $Y(t)$  — число лис. При  $k_2 = 0$  две популяции не взаимодействуют, и кролики делают то, что у кроликов получается лучше всего, а лисы вымирают от голода. При  $k_2 > 0$  лисы встречают кроликов с вероятностью, пропорциональной произведению числа и тех, и других. В результате таких встреч число кроликов убывает, а число лис (по менее очевидным причинам) возрастает" [24].

"Дифференциальные уравнения можно решить приближенно с помощью конечно-разностных уравнений

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X, \quad Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y; \\ \Delta X = (k_1 X - k_2 XY)\Delta t, \quad \Delta Y = (k_2 XY - k_3 Y)\Delta t.$$

Пусть  $k_1 = k_2 = k_3 = 1, \Delta t = 1/4$ . Рассчитать траектории системы при начальных условиях: 1)  $X = 1, Y = 2.6$ ; 2)  $X = 1, Y = 1.75$ . Сделать по тридцать шагов".<sup>1</sup>

Построить полученные решения  $X(t), Y(t)$  как функции времени и на фазовой плоскости  $(X, Y)$ .

**ЗАДАЧА 14.8.** [21, № 832]. В библиотеке последний четверг каждого месяца — санитарный день. Для заданного года получить расписание санитарных дней на все месяцы.

<sup>1</sup> Томпсон Дж. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике. — М.: Мир, 1985. — 254 с.

1999	янв	фев	...	дек
ПН		1	...	
ВТ		2	...	
СР		3	...	1
ЧТ		4	...	2
ПТ	1	5	...	3
СБ	2	6	...	4
ВС	3	7	...	5
ПН	4	8	...	6
...	...	...	...	...
ПТ	29		...	31
СБ	30		...	
ВС	31		...	
ПН			...	
ВТ			...	

Рис. 14.1

**ЗАДАЧА 14.9.** Построить на рабочем листе календарь следующего вида (рис. 14.1). Такие календари часто включают в органайзеры. Пользователь вводит только год (в ячейку А1), и календарь автоматически перестраивается.

**ЗАДАЧА 14.10.** На рабочих листах "Лист1" и "Лист2" имеются временные ряды (последовательность дат и соответствующие им данные). Даты расположены в порядке возрастания, но не сплошь, например, в первом ряду пропущена дата 26/04/99. На рабочем листе "Лист4" нужно получить таблицу, содержащую значения для обоих рядов (рис. 14.2). Если для даты нет значения хотя бы из одного ряда, то в таблицу она не включается. (Используйте "Лист3" для промежуточной таблицы.)

Разумеется, реальные ряды насчитывают несколько сотен наблюдений. Здесь показан лишь пример для уяснения условия задачи.

Дата	Ряд 1	Дата	Ряд 2	Дата	Ряд 1	Ряд 2
23/04/99	4	21/04/99	4	24/04/99	3	2
24/04/99	3	22/04/99	9	25/04/99	6	5
25/04/99	6	24/04/99	2			
27/04/99	8	25/04/99	5			
28/04/99	5	26/04/99	7			
29/04/99	6					
30/04/99	3					
Лист1		Лист2		Лист4		

Рис. 14.2

**ЗАДАЧА 14.11.** В блоке A1 :A50 имеются пустые ячейки (рис. 14.3), причем ячейка A1 заведомо непуста. Каждый блок пустых ячеек заполнить числом из ячейки, примыкающей к этому блоку сверху (рис. 14.4).

	A
1	3
2	
3	
4	4
5	7
6	
7	11
...	...
50	65

**Рис. 14.3**

	A
1	3
2	3
3	3
4	4
5	7
6	7
7	11
...	...
50	65

**Рис. 14.4**

**ЗАДАЧА 14.12.** [35, с. 116]. Имеется список товаров. В столбце A расположить порядковые номера только для товаров, имеющих в наличии (рис. 14.5).

	A	B	C	D
1	№	Товар	Количество	Цена
2		стол		1000
3	1	стул	1	400
4	2	шкаф	12	2000
5		тумба		600
6	3	кровать	1	3000

**Рис. 14.5**

## 14.2. Базы данных в Excel

В Excel имеются методы для работы с так называемыми **однотабличными** базами данных, именуемыми *списками*. Обычно база данных состоит из нескольких таблиц, между которыми установлены связи. Обратимся к примеру о зарплате преподавателей (гл.7). Для расчета использовались две таблицы: список

преподавателей и список коэффициентов ЕТС (единой тарифной сетки). Каждому преподавателю присвоен разряд. По этому разряду в таблице ЕТС с помощью функции **ВПР** отыскивался тарифный коэффициент. По этому коэффициенту и ставке первого разряда рассчитывался оклад. Здесь можно было обойтись без двух таблиц, а записать тарифный коэффициент как элемент строки списка преподавателей, но это увеличит объем таблицы, так как один и тот же тарифный коэффициент будет многократно присутствовать в списке преподавателей. Кроме того, может возникнуть так называемая аномалия обновления. Предположим, тарифный коэффициент для 15-го разряда изменился. Нам придется просматривать всю таблицу преподавателей для изменения коэффициента. Намного проще и надежнее поменять его один раз во вспомогательной таблице ЕТС. **Итак**, в Excel возможны и многотабличные базы данных: в нашем примере база состоит из двух таблиц, связь между ними установлена через поле "Разряд". Для извлечения информации из таблицы ЕТС используется функция **ВПР**.

В теории и практике баз данных большую, если не ведущую роль играет исполнение запросов к базам данных, т.е. извлечение из баз данных информации, удовлетворяющей определенным критериям. Для этого разработаны специальные языки запросов, например SQL (Structured Query Language), QBE (Query By Example) и другие. В Excel имеются средства для извлечения информации из списка — автофильтр и расширенный фильтр (гл.9), а также сводные таблицы (гл.10). Комбинируя эти средства, можно решать даже в Excel весьма сложные задачи по выполнению запросов.

Обратимся к монографии по базам данных [14]. Ее шестое издание недавно вышло на русском языке. Изучение этой книги можно рекомендовать всем, кто хочет получить фундаментальные знания в столь важной области.

Во второй части этой книги имеется сквозной **пример**, на котором отрабатываются многочисленные примеры запросов. Представляется весьма поучительным посмотреть, как реализовать эти запросы в Excel. Пример небольшой, поэтому читатель легко проконтролирует по таблицам правильность своих решений.

База данных состоит из четырех таблиц (рис. 14.6).

### Поставщики

S#	SNAME	STATUS	CITY
S1	Smith	20	London
S2	Jones	10	Paris
S3	Black	30	Paris
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athens

### Детали

P#	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P1	Nut	Red	12	London
P2	Bolt	Green	17	Paris
P3	Screw	Blue	17	Rome
P4	Screw	Red	14	London
P5	Cam	Blue	12	Paris
P6	Cog	Red	19	London

### Проекты

J#	JNAME	CITY
J1	Sorter	Paris
J2	Display	Rome
J3	OCR	Athens
J4	Console	Athens
J5	RAID	London
J6	EDS	Oslo
J7	Tape	London

### Поставки

S#	P#	J#	QTY
S1	P1	J1	200
S1	P1	J4	700
S2	P3	J1	400
S2	P3	J2	200
S2	P3	J3	200
S2	P3	J4	500
S2	P3	J5	600
S2	P3	J6	400
S2	P3	J7	800
S2	P5	J2	100
S3	P3	J1	200
S3	P4	J2	500
S4	P6	J3	300
S4	P6	J7	300
S5	P2	J2	200
S5	P2	J4	100
S5	P5	J5	500
S5	P5	J7	100
S5	P6	J2	200
S5	P1	J4	100
S5	P3	J4	200
S5	P4	J4	800
S5	P5	J4	400
S5	P6	J4	500

Рис. 14.6

Поставщики (Suppliers), детали (Parts) и проекты (Jobs) однозначно определяются своими номерами (S#, P#, J#), им присвоены имена (SNAME, PNAME, JNAME), они находятся в определенном городе (CITY). У каждого поставщика имеется рейтинг (STATUS); деталь характеризуется цветом (COLOR) и весом (WEIGHT) в фунтах. Строка таблицы "Поставки" означает (на примере первой строки): поставщик S1 поставляет деталь P1 для проекта J1 в количестве (QTY - - QuantitY) 200 штук. В таблицах встречаются: цвета (Red — красный, Green — зеленый, Blue — синий), города (London — Лондон, Paris — Париж,

Oslo — Осло, Rome — Рим, Athens — Афины, а не загадочный город Атенс, как решили переводчики в [14]).

Расположите каждую таблицу на своем рабочем листе. Дайте рабочим листам и диапазонам, которые занимают таблицы, имена "S", "P", "J" и "SPJ".

На листе "SPJ" добавьте к полям S#, P#, J#, QTY поля SNAME, STATUS, SCITY, PNAME, COLOR, WEIGHT, PCITY, JNAME, JCITY и с помощью функции ВПР составьте "универсальную" таблицу. Именно к этой таблице мы будем строить запросы. Слово "универсальный" поставлено в кавычки, потому что эта таблица объединяет информацию из отдельных таблиц только в их теперешнем состоянии. Если в таблице "S" появится поставщик, который не обслуживает ни один проект, то такой поставщик в универсальную таблицу не попадет. Тогда результат запроса "какие поставщики не поставляют детали ни для одного из проектов" из таблицы SPJ не извлечешь.

#### ПРИМЕР 14.1.

1. Получить имена поставщиков, которые поставляют деталь P2. 2. Получить имена поставщиков, которые не поставляют деталь P2.

**Решение.** 1. Воспользуемся расширенным фильтром. Критерий на рис. 14.7.

Выводим только уникальные записи, начиная с ячейки, в которую помещаем заголовок поля SNAME. Результат запроса на рис. 14.8.

Если не устанавливать флажок "Только уникальные записи", то Adams будет выведен дважды.

2. Кажущееся очевидным решение: заменить в критерии P2 на <>P2 — ошибочно. Будут выведены имена всех поставщиков, в том числе и Adams. Ведь будут выбраны записи, которые не содержат P2, а Adams поставляют не только деталь P2. По-видимому, эту задачу невозможно решить с использованием фильтрации. На помощь приходят сводные таблицы. Построим сводную таблицу (рис. 14.9), которая содержит сведения о том, поставку каких деталей обеспечивает каждый поставщик (получите эту таблицу самостоятельно на новой странице рабочей книги).

P#
P2

Рис. 14.7

SNAME
Adams

Рис. 14.8

Кол-во значений по полю P#	P#					
SNAME	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Adams	1	2	1	1	3	2
Black			1	1		
Clark						2
Jones			7		1	
Smith	2					

Рис. 14.9

А из сводной таблицы нетрудно получить ответ на поставленный вопрос. Поместим в Н3 формулу **=ЕСЛИ(С3=0,А3,"")** и скопируем ее вниз, в блок Н4:Н7. Итак, в блоке Н3:Н7 содержатся имена поставщиков, не поставляющих деталь Р2. Эти имена не образуют список, так как в нем могут быть пустые строки (в нашем примере пустой является только первая строка). Чтобы превратить полученные данные в список, можно рекомендовать следующий прием: перетащить данные **Н3:Н7** в другой столбец правой кнопкой мыши и превратить формулы в значения, затем отсортировать, чтобы собрать пустые строки вместе. (С помощью **VBA** процедуру выполнения запроса при изменениях исходных данных можно было бы полностью автоматизировать.) >

Теперь решите серию задач (взятых из [14]). В каждой задаче Вы должны самостоятельно определить, каким средством воспользоваться: расширенным фильтром или сводной таблицей. Чтобы критерии и результаты выборки не загромождали рабочий лист **SPJ**, рекомендуется после получения результата переносить критерий и результат на другой рабочий лист. В нашем примере сводные таблицы имеют небольшой размер, поэтому результат запроса непосредственно виден из **самой** таблицы (как в приведенном выше решении). Несмотря на это, дописывайте формулы, которые явно вернут требуемые данные.

Все представленные ниже пункты задачи решены в [14] с использованием языка запросов **SQL**. Этим языком можно воспользоваться и в Excel, используя приложение **MS Query** [16, с.835-865]. Но интересно посмотреть, нельзя ли обойтись средствами Excel.



### **ЗАДАЧА 14.13.**

1. Получить имена поставщиков, которые поставляют по крайней мере одну красную деталь.

2. Вычислить количество поставок деталей для каждого поставщика.

3. Вычислить количество поставок деталей из городов Лондон, Париж, Рим.

4. Получить имена поставщиков, которые поставляют все детали.

5. Получить все отправки, где количество находится в диапазоне от 300 до 750 включительно.

6. Получить номера деталей, поставляемых поставщиком в Лондоне.

7. Получить номера деталей, поставляемых поставщиком в Лондоне для проекта в Лондоне.

8. Получить общее число проектов, обеспечиваемых поставщиком S1.

9. Получить имена поставщиков, поставляющих по крайней мере все те детали, которые поставляет поставщик S2.

10. Получить все пары названий городов, для которых поставщик из первого города обеспечивает проект во втором городе.

## Список литературы

1. **Айвазян С.А. и др.** Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных/ С.А.Айвазян, И.С.Енюков, Л.Д.Мешалкин. — М.: Финансы и статистика, 1983. — 471 с.
2. **Банди Б.** Основы линейного программирования: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1989. — 176 с.
3. **Биллиг В.А.** VBA и Office 97. Офисное программирование/ В.А.Биллиг, М.И.Дехтярь. -- М.: ИО "Русская редакция", ТОО "Channel Trading Ltd.", 1998. — 720 с.
4. **Биллиг В.А.** VBA в Office 2000. Офисное программирование. — М.: Издательско-торговый дом "Русская редакция", 1999. — 480 с.
5. **Брейли Р.** Принципы корпоративных финансов: Пер. с англ./ Р.Брейли, С.Мейерс. — М.: ЗАО "Олимп - Бизнес", 1997. — 1120 с.
6. **Буренин А.Н.** Фьючерсные, форвардные и опционные рынки. — М.: Тривола, 1995. — 240 с.
7. **Бухвалов А.В.** Самоучитель по финансовым расчетам/ А.В.Бухвалов, А.В.Идельсон. — М.: Мир, Пресс-сервис, 1997. — (Настольная книга финансиста). — 176 с.
8. **Воробьев Е.М.** Введение в систему "Математика". — М.: Финансы и статистика, 1998. — 262 с.
9. **Гарнаев А.Ю.** Использование MS Excel и VBA в экономике и финансах. — СПб.: БХВ — Санкт-Петербург, 1999. — 336 с.
10. **Гарнаев А.Ю.** Самоучитель VBA. СПб.: БХВ — Санкт-Петербург, 1999. — 512 с.
11. **Гончаров А.** Excel 7.0 в примерах. — СПб: Питер, 1996. — 256 с.
12. **Грэхем Р. и др.** Конкретная математика. Основание информатики: Пер. с англ./ Р.Грэхем, Д.Кнут, О.Паташник. — М.: Мир, 1998. — 703 с.

13. Гусева **О.Л.** Практикум по Excel/ **О.Л.Гусева, Н.Н.Миронова.** — М.: **Финансы и статистика**, 1997. — 160 с.
14. Дейт **К.Дж.** Введение в системы баз данных: Пер. с англ. — Киев: **Диалектика**, 1998. — 784 с.
15. Демиденко **£3.** Линейная и нелинейная регрессии. — М: **Финансы и статистика**, 1981. — 302 с.
16. Додж М. Эффективная работа с **Microsoft Excel 97**: Пер. с англ. / **М.Додж, К.Кината, К.Стинсон.** — СПб: Питер, 1998. — 1072 с.
17. **Долголаптев В.Г.** Работа в Excel 7.0 для Windows 95 на примерах. — М.: **БИНОМ**, 1995. — 384 с.
18. **Долженков В.А.** Microsoft Excel 2000 /**В.А.Долженков, Ю.В.Колесников.** — СПб: БХВ - Санкт-Петербург, 1999. - 1088 с.
19. Доуртери К. **Введение** в эконометрику: Пер. с англ. - - М.: **ИНФРА-М**, 1997. — XIV, 402 с.
20. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ. В 2-х кн. / **Н.Дрейпер, Г.Смит.** — М.: **Финансы и статистика**, 1986. — **Кн.1: 366 с., Кн.2: 351 с.**
21. **Задачи** по программированию/ **С.А.Абрамов, Г.Г.Гнездилова, Е.Н.Капустина, М.И.Селюн.** — М.: Наука, 1988. — 224 с.
22. **Использование** Microsoft Excel 97: Пер. с англ./ **Б.Холберг, Ш.Кинкоф, Б.Рей** и др. — Киев, М., СПб: Издательский дом "Вильямс", 1998. — 736 с.
23. **Карлберг К.** Excel 5 для Windows в вопросах и ответах: Пер. с англ. — СПб: **ВНУ — Санкт-Петербург**, 1995. — 416 с.
24. **Каханер Д.** Численные методы и математическое **обеспечение**: Пер. с англ./ **Д.Каханер, К.Моулер, С.Нэш.** — М.: Мир, 1998. — 575 с.
25. Ковалев В.В. Сборник задач по финансовому анализу. — М.: **Финансы и статистика**, 1997. — 128 с.
26. Ковалев В.В. **Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности.** — М.: **Финансы и статистика**, 1999. — 512 с.
27. **Комягин В.Б.** Excel 7 в примерах: **Практ.пособие./ В.Б.Комягин, А.О.Коцюбинский.** - М.: **Нолидж**, 1996. — 432 с.
28. **Курицкий Б.Я.** Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. — СПб: **ВНУ — Санкт-Петербург**, 1997. — 384 с.

29. **Лукасевич И.Я.** Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений. — М.: Финансы, ЮНИТИ, 1998. — 400 с.
30. **Мелкумов Я.С.** Теоретическое и практическое пособие по финансовым вычислениям. — М.: ИНФРА-М, 1996. — 336 с.
31. **Мицкевич А.А.** Деловая математика в экономической теории и практике. — Киров, 1995. — 96 с.
32. **Овчаренко Е.К.** и др. Финансово-экономические расчеты в Excel. Изд. 3-е/ Е.К.Овчаренко, О.П.Ильина, Е.В.Балыбердин. — М.: Информационно-издательский дом "Филинь", 1999. — 328 с.
33. **Первозванский А.А.** Финансовый рынок. Расчет и риск. / А.А.Первозванский, Т.Н.Первозванская.— М.: ИНФРА-М, 1994. — 192с.
34. **Пильщиков В.Н.** Сборник упражнений по языку Паскаль. — М.: Наука, 1989.— 160 с.
35. **Попов А.А.** Excel: практическое руководство. — М.: ДЕСС КОМ, 2000. — 302 с.
36. **Селезнева Т.В.** Имитация практического применения некоторых мартингалных стратегий хеджирования и спекуляций/ Т.В.Селезнева, В.Н.Тутубалин, Е.Г.Угер //Обозрение прикладной и промышленной математики. — (Серия "Финансовая и страховая математика"), 1997. Т.4. — Вып.1. — С.103–123.
37. **Уэллс Э.** Microsoft Excel 97. Библиотека разработчика: Пер. с англ./ Э.Уэллс, С. Харшбаргер. — М.: ИО "Русская редакция", ТОО "Channel Trading Ltd.", 1998. — 536 с.
38. **Четыркин Е.М.** Методы финансовых и коммерческих расчетов. — М.: Дело Лтд, 1995. — 320 с.
39. **Chance D.M.** An Introduction to Derivatives. — The Dryden Press, 1995. — XXIV, 626 p.
40. **Hull J.** Options, futures, and other derivative securities. — Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1993. — XX, 492 p.
41. **Microsoft Excel 97.** Углубленный курс. Шаг за шагом: Пер. с англ. — М.: Эком, 1999. — 384 с.
42. **Microsoft Excel 97.** Шаг за шагом: Пер. с англ. — М.: Эком, 1997. — 448 с.
43. **Ross S.A.** Fundamentals of corporate finance/ S.A.Ross, R.W.Westerfield, B.D.Jordan. — Homewood, Boston: Irwin, 1991. — XXVI, 758 p.

# Приложение.

## Ответы и решения

2.1. =EXP(1)

2.2. Формула =EXP(1)^ПИ() возвращает 23.14069, а формула =ПИ()^EXP(1) возвращает 22.45916.

2.3.

=ЦЕЛОЕ(A17/100)+ЦЕЛОЕ(ОСТАТ(A17/10,10))+ОСТАТ(A17,10)

2.4. Рассмотрим действие этих функций на примере чисел 5.73 и -5.73 и на примере округления до десятых долей. В столбцах В и D приведены результаты, а в столбцах С и Е соответствующие формулы (рис. П1).

	A	B	C	D	E
1	-5.73	-6	=ЦЕЛОЕ(A1)	-6	=ОКРВВЕРХ(A1,-1)
2	5.73	5	=ЦЕЛОЕ(A2)	5	=ОКРВНИЗ(A2,1)
3	-5.73	-5.7	=ОКРУГЛ(A3,1)	-5.7	=ОКРУГЛТ(A3,-0.1)
4	5.73	5.7	=ОКРУГЛ(A4,1)	5.7	=ОКРУГЛТ(A4,0.1)
5	-5.73	-5.8	=ОКРУГЛВВЕРХ(A5,1)	-5.8	=ОКРВВЕРХ(A5,-0.1)
6	5.73	5.8	=ОКРУГЛВВЕРХ(A6,1)	5.8	=ОКРВВЕРХ(A6,0.1)
7	-5.73	-5.7	=ОКРУГЛВНИЗ(A7,1)	-5.7	=ОКРВНИЗ(A7,-0.1)
8	5.73	5.7	=ОКРУГЛВНИЗ(A8,1)	5.7	=ОКРВНИЗ(A8,0.1)

Рис. П.1

2.5. Рис. П2.

	A	B	C
1	Выручка от реализации		21 675.00
2	Налог на пользователей автодорог	2.5%	541.88
3	федеральный	0.5%	108.38
4	московский	2.0%	433.50

Рис. П.2

- В С2 формула =ОКРУГЛ(С1\*В2,2), в С3 =ОКРУГЛ(С1\*В3,2).  
 2.6. =ОКРВВЕРХ(А25,5).  
 2.7. В19 = ЦЕЛОЕ(А19/3600),  
 С19 = ЦЕЛОЕ(ОСТАТ(А19, 3600) /60),  
 D19 = А19 – В19\*3600 - С19\*60.  
 2.8. =ЦЕЛОЕ((А21-ЦЕЛОЕ(А21))\*10).  
 2.9. =ИЛИ(И(z>-2,z<=4),И(z>=7,z<12),z>=20).  
 2.10. а) =И(u>0,v>0,w>0); б) =ИЛИ(u>0,v>0,w>0);  
 в) =ИЛИ(И(u>0,v<=0,w<=0),И(u<=0,v>0,w<=0),  
 И(u<=0,v<=0,w>0));  
 г) =И(u<=0,v<=0,w<=0); д) =ИЛИ(u<=0,v<=0,w<=0).  
 2.11.  
 =ЕСЛИ(В10<3000,5%\*В10,ЕСЛИ(В10<10000,2%\*В10,1.5%\*В10)).  
 2.12. а) =ЕСЛИ(z>=2,ЕСЛИ(z<=5,ИСТИНА,ЛОЖЬ),ЛОЖЬ);  
 б) =ЕСЛИ(z<2,ИСТИНА,ЕСЛИ(z>5,ИСТИНА,ЛОЖЬ)).  
 2.13. =ЕСЛИ(u\*v\*w>0,1,0).  
 2.15. =ЕСЛИ(ИЛИ(ОТБР(п)-п<>0,п<0,п>999),  
 #Н/Д,ОТБР(п/100)+ОТБР(ОСТАТ(п/10,10))+ОСТАТ(п,10)).  
 2.17. =2\*ПИ()\*radius, =ПИ()\*radius^2.  
 2.19. =КОРЕНЬ((x1\_-x2\_)^2+(y1\_-y2\_)^2).  
 2.20. =1/(1/Res1+1/Res2+1/Res3).  
 2.21. Рис. П.3.

p	5	
q	6	
D	$1=p^2-4*q$	
x1	-3	=ЕСЛИ(D<0,"корней нет!",(-p-КОРЕНЬ(D))/2)
x2	-2	=ЕСЛИ(D<0,"",(-p+КОРЕНЬ(D))/2)

Рис. П.3.

- 3.1. =РЯД(Фирма!\$B\$1,Фирма!\$A\$2:\$A\$5,Фирма!\$B\$2:\$B\$4,1).  
 3.2. Пусть в А1:В3 — координаты вершин треугольника. Введите в А4 формулу =А1, в В4 формулу =В1. Выделите блок А1:В4 и постройте точечную диаграмму (точки соединены отрезками прямых). К сожалению, в Excel нет возможности сделать одинаковый масштаб на координатных осях — только на глазок, изменяя размеры мышью.  
 4.1. =А2+1  
 4.2. В Е1 формула =D1. В Е2 формула = D2+Е1.  
 4.3. =G1.  
 4.4. В I2 формула = -I1.

4.5. В ячейку B1 введите 103, в ячейки A2:A52 убывающую арифметическую прогрессию с первым элементом 101 и разностью -2. В ячейку A53 введите 0 (можно это и не делать, так как пустая ячейка в арифметических операциях принимается равной 0). В ячейку B2 введите формулу  $=A2+1/B1$  и скопируйте ее в блок B3:B53. В ячейке B53 выводится ответ: **0.761594**.

4.6. В ячейки A1 :A32 введите **убывающую** арифметическую прогрессию с первым элементом 96 и разностью -3, предельным значением 3. В ячейку B1 введите формулу  $=КОРЕНЬ(A1)$ , в B2 формулу  $=КОРЕНЬ(A2+B1)$  и скопируйте ее в блок B3:B32. В ячейке B32 читаем ответ: 2.469926.

4.7. 1)  $= A2+B1$ ; 2)  $= A1+B1$ .

4.8. В A1 :D1 ввести прогрессию. В A2 формулу  $=A1 +4$ .

4.9.  $=ОКРУГЛ(ЕСЛИ(C4<200,(p+5\%)*C4,p*C4),2)$ .

4.10. D1  $= (КОРЕНЬ(5)+1)/2$ , B4  $= B3 + B2$ , C4  $= B4/B3$ , D4  $= ABS(C4-\$D\$1)$ . Остальные формулы получены заполнением блока B4:D10 формулами из B4:D4.

4.11. Рис. П.4.

	A	B	C	D
5	1982	1566		
6	1983	1663	106.2%	106.2%
7	1984	1848	111.1%	118.0%
8	1985	1996	108.0%	127.5%
9	1986	2170	108.7%	138.6%
10	1987	2434	112.2%	155.4%

**Рис. П.4**

В C6 заносим формулу  $= B6/B5$ , в D6 формулу  $= B6/\$B\$5$ . Заполняем формулами диапазон C7:D10. Не снимая выделения, щелкаем по кнопке "Процентный формат", а затем по кнопке "Увеличить разрядность".

4.12. В A2:A9 разместим фамилии, в B1:AF1 — дни 1, 2, ..., 31. В B2.E2 поместим текстовые строки — "день", "ночь", "отдых", "отдых". В F2 введем формулу  $=B2$  и скопируем ее в диапазон F2:AM2. График для первого сотрудника в списке составлен. Введем в клетку B3 формулу  $=C2$ , т.е. ссылку на ячейку справа сверху от текущей. Скопируем содержимое B3 в интервал B3:AM9. Превратим формулы в B2:AM9 в

значения. Очистим интервал **AG2:AM9**. Выполним подгонку ширины столбцов **B:AF**.

4.13. В ячейке **B2** формула **=B\$1^2-\$A2^2** (если **x** в первой строке, а **y** в первом столбце).

4.14. На новом рабочем листе в **A2:A10** и **B1:K1** расположить соответствующие арифметические прогрессии. В ячейку **B2** поместить формулу **=SIN(РАДИАНЫ(\$A2+B\$1))**. Далее клавиши **Ctrl+Shift+End**, **Ctrl+R**, **Ctrl+D**. Клавиши **Ctrl+1** для выделенной области. Указать 4 цифры после точки.

4.15. **=СУММ(\$A\$1:A1)**

4.16. Рис. П.5.

	А	В	С	Д	Е
1		Альфа	Плутон	Рубин	
2	1991	2	0	3	5
3	1992	1	2	1	4
4	1993	2	3	0	5
5	1994	1	2	1	4
6		6	7	5	18
7					
8		Альфа	Плутон	Рубин	
9	1991	40%	0%	60%	100%
10	1992	25%	50%	25%	100%
11	1993	40%	60%	0%	100%
12	1994	25%	50%	25%	100%
13					
14		Альфа	Плутон	Рубин	
15	1991	33%	0%	60%	
16	1992	17%	29%	20%	
17	1993	33%	43%	0%	
18	1994	17%	29%	20%	
19		100%	100%	100%	

Рис. П.5

В диапазонах **E2:E5** и **B6:E6** результат получен с помощью выделения **B2:E6** и кнопки автосуммирования. Далее был выделен **A1:E6**, помещен в буфер (**Ctrl+Insert**), затем дважды был вытасчен из буфера (**Shift+Insert**). Выделены и очищены (**Del**) интервалы **B13:E13** и **E15:E19**. В **B9** помещена формула **=B2/\$E2**, а в **B15** - формула



$=B2/B\$6$ . После заполнения соответствующих интервалов на результаты был наложен процентный стиль: нажатием кнопки на панели форматирования.

4.17. Пусть в ячейке B2 величина стороны  $b$  (4), а в ячейке B3 величина стороны  $c$  (5). В D2:D80 расположим прогрессию от 1.1 до 8.9 с шагом 0.1 (сторона  $a$  может лежать в интервале от  $c-b$  до  $c+b$ ). В ячейке E2 вычисление полупериметра  $= (D2 + \$B\$2 + \$B\$3) / 2$ , в ячейке F2 вычисление площади  $= \text{КОРЕНЬ}(E2 * (E2 - D2) * (E2 - \$B\$2) * (E2 - \$B\$3))$ , в G2 вычисление радиуса  $= D2 * \$B\$2 * \$B\$3 / (4 * F2)$ . Скопируем эти формулы вниз. В H2:H80 введем число 3. Построим линейный график для рядов в G2:G80 и H2:H80. По нему определяем (и уточняем по таблице), что имеются две точки пересечения кривой и прямой: рядом с  $a = 1.5$  и  $a = 6$ . Копируем соответствующие строки из таблицы в диапазон D81:G81 и D82:G82. Далее с помощью команды "Сервис/Подбор параметра" определяем, что  $a = 1.52$  и  $a = 5.94$ .

4.19. Вот для примера доказательство одного из законов Де Моргана (рис. П.6).

	A	B	C	D	E
1	a	b	$c = \text{НЕ}(\text{И}(a, b))$	$d = \text{ИЛИ}(\text{НЕ}(a), \text{НЕ}(b))$	$c = d$
2	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА
3	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА
4	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ИСТИНА	ИСТИНА	ИСТИНА
5	ИСТИНА	ИСТИНА	ЛОЖЬ	ЛОЖЬ	ИСТИНА
6					ИСТИНА

Рис. П.6

В блок A2:B5 введены логические константы. В ячейке C2  $= \text{НЕ}(\text{И}(A2, B2))$ , в D2  $= \text{ИЛИ}(\text{НЕ}(A2), \text{НЕ}(B2))$ , в E2  $= C2 = D2$ , в E6  $= \text{И}(E2: E5)$ .

4.20.  $= (\text{СУММ}(\text{оценки}) - \text{МАКС}(\text{оценки}) - \text{МИН}(\text{оценки})) / (\text{СЧЕТ}(\text{оценки}) - 2)$ .

4.21. В A12 введем формулу

$$= \text{ЕСЛИ}(\text{МАКС}(A\$1:A\$10) = \text{МИН}(A\$1:E\$1), 1, 0)$$

и копируем ее в блок A12:E21. В A23 поместим формулу  $= \text{СУММ}(A12:E21)$ .

4.22. В A1 число 1, A2 = A1\*2 (копировать вниз), B1 = A1\*2 (копировать вправо), B2 =  $\text{МАКС}(\$A2, B\$1) / \text{МИН}(\$A2, B\$1)$ .

4.23. В B1 поместим формулу **=A2-A1** и скопируем ее в B2:B9. Формула, выдающая сообщения, такова:

**=ЕСЛИ(СЧЕТЕСЛИ(B1:B9,">0")=9,**

**"Последовательность *возрастающая*",**

**ЕСЛИ(СЧЕТЕСЛИ(B1:B9,"<0")=9,**

**"Последовательность *убывающая*",""))**

В главе 8 мы увидим более эффективное решение.

4.24. Ввести в A1:A12 прогрессию 1, 2, ..., 12. В B1:B12 случайные числа. Отсортировать **A1:B12** по **возрастанию** столбца B. (Если ввести в **A1:A12** формулу **=СЛУЧМЕЖДУ(1,12)**, она может вернуть повторяющиеся числа.)

4.25. В D1 введем формулу **=ОКРУГЛТ(СЛЧИС()\*1.4+3.2,.2)**. Скопируем формулу в остальные ячейки диапазона и превратим формулы в значения.

4.26. **=ОКРУГЛ(СЛЧИС()\*3+5,0)**

5.1. Введем в A1 и A2 формулу **=ПИ()**. Отформатируем ее как **??/??** и **??/???**. Получим **22/7** — приближение Архимеда и **355/113** — легко запоминаемое приближение, если сначала выписать знаменатель, а затем числитель: 113355. Введем эти дроби в ячейки **B1** и **B2**, в ячейку **C1** формулу **=ABS(A1-B1)** и скопируем ее в ячейку **C2**. Наложим общий формат (клавиши **Ctrl+Shift+~**). Видно, что приближения дают очень хорошую точность: архимедово — чуть больше одной тысячной, второе приближение: **2.67E-07**.

5.2. **# ##0\_-р.:[Красный]-# ##0\_-р.**

5.3. **0\_- "км/час"**.

5.4. **"Приход: # ##0.00;"Расход: "-# ##0.00;"Ничего"**.

5.5. **0.00;-0.00;;**.

5.6. **[Красный][>0.5]0.0%;0.0%**.

5.7. Переформулируем задачу: если в ячейке над текущей записан нуль или она пуста, то не отображать число в текущей ячейке. Выделите ячейку **B3**, в меню: "Формат/ Условное форматирование". Укажите формулу **=ИЛИ(B2=0, ЕПУСТО(B2))**. Щелкните кнопку "Формат" и укажите, что выводить надо белым цветом на белом фоне. Скопируйте этот формат в блок **C3:M3**.

6.1. **=A10 & " " & ЛЕВСИМВ(B10) & "." & ЛЕВСИМВ(C10) & "."**

6.2. **=A10 & " " & ЛЕВСИМВ(B10) &**

**ЕСЛИ(ЕПУСТО(C10),"." & ЛЕВСИМВ(C10) & ".")**.

6.3.

**=ПРАВСИМВ(A1,ДЛСТР(A1)-НАЙТИ("-",A1,НАЙТИ("-",A1,1)+1))**.

Обратите внимание, что формула возвращает текстовые значения. Чтобы превратить их в числа, нужно было в формулу добавить умножение результата на 1.

6.4. ПРОПНАЧ.

6.5.  $=\text{Ч}(\text{ПСТР}(\text{A1},1,1))+\text{Ч}(\text{ПСТР}(\text{A1},2,1))+\text{Ч}(\text{ПСТР}(\text{A1},3,1))\text{ж}$   
 $=\text{ПСТР}(\text{ТЕКСТ}(\text{A1},\text{"000"}),1,1)+\text{ПСТР}(\text{ТЕКСТ}(\text{A1},\text{"000"}),2,1)$   
 $+\text{ПСТР}(\text{ТЕКСТ}(\text{A1},\text{"000"}),3,1).$

6.6. В ячейке A1 возраст. В ячейке A2 формула:

$=\text{A1} \& \text{" "} \& \text{ЕСЛИ}(\text{ИЛИ}(\text{И}(\text{A1}>10,\text{A1}<20)), \text{ОСТАТ}(\text{A1},10)=0.$

$\text{ОСТАТ}(\text{A1},10)>4), \text{"лет"}, \text{ЕСЛИ}(\text{ОСТАТ}(\text{A1},10)=1, \text{"год"}, \text{"года"}))$ .

6.7. В B2 формула  $=\text{ЕСЛИ}(\text{ЕОШ}(\text{ПОИСК}(\$B\$1,\text{A2})), \text{"нет"}, \text{"есть"})$ , которая копируется вниз.

В B11 формула  $=\text{СЧЕТЕСЛИ}(\text{B2:B10}, \text{"есть"})$ .

6.8. Решение дается таблицей (рис. П.7).

	А	В	С
1	день рождения	07/09/65	
2	сегодня	30/07/97	=СЕГОДНЯ()
3	прожито дней	11650	=B2-B1+1
4	прожито недель	1664	=ОТБР(B3/7)

Рис. П.7

В столбце С размещены текстовые строки, соответствующие формулам из столбца В.

6.9. По календарю (или в Excel) выясняем, что первый вторник во II квартале 2001 г. приходится на 03/04/2001, а первая пятница — на 06/04/2001. Заносим эти даты в ячейки A1 и A2, а в ячейку A3 вводим формулу  $=\text{A1}+7$ . Заполняем этой формулой достаточно большой интервал, а затем удаляем лишнее. Если мы хотим, чтобы рядом с датой выводилось название дня недели, то введем в B1 формулу  $=\text{A1}$  и наложим на нее формат "ДДДД". Выполним двойной щелчок по маркеру заполнения ячейки B1.

6.10.  $=\text{ПСТР}(\text{A7},5,2)\&\text{" "}\&\text{ПСТР}(\text{A7},3,2)\&\text{" "}\&\text{ПСТР}(\text{A7},1,2)$ . Выровнять по правому краю.

6.11. Выделите блок с датами (A1 — активная ячейка). В меню: "Формат/ Условное форматирование". В "Условие 1" выберите "формула". Введите формулу  $=\text{ИЛИ}(\text{ДЕНЬНЕД}(\text{A1},2)=6, \text{ДЕНЬНЕД}(\text{A1},2)=7)$ .

6.12. В B2 формула  $=\text{ДАТА}(\$A\$1,\text{A2},13)$ , в C2 формула  $=\text{ТЕКСТ}(\text{B2}, \text{"ДДДД"})$ . Для условного форматирования формула  $=\text{ДЕНЬНЕД}(\text{B2},2)=5$ .

6.13. Рис. П.8.

сегодня	02/01/99	
от начала года	2	=В1-ДАТА(ГОД(В1)-1,12,31)
до конца года	363	=ДАТА(ГОД(В1),12,31)-В1
до конца месяца	29	=КОНМЕСЯЦА(В1,0)-В1
до конца недели	1	=7-ДЕНЬНЕД(В1,2)

Рис. П.8

**6.14.** ="Расход топлива за " & СТРОЧН(ТЕКСТ(КОНМЕСЯЦА(СЕГОДНЯ(),-1), "ММММ")) & " " & ГОД(КОНМЕСЯЦА(СЕГОДНЯ(),-1)) & "г."

6.15. Рис. П.9. В А4 формула =ЧИСТРАБДНИ(А1,А2,В1:В3).

01/01/00	01/01/00
31/01/00	02/01/00
	07/01/00
20	

Рис. П.9

6.16. Пусть в А7 записано число 13257. В А8 формула =А7/(24\*60\*60), т.е. секунды в ячейке А7 представлены как доля суток. Ячейку А8 отформатировать как Ч:М:С.

6.17. В ячейку А1 введем 9:00, в А2 — 11:30, в А3 введем формулу =А2-А1. К результату 2:30 применим формат [мм]. Получим 150. В ячейку А4 введем 0:45 (не 45!). В А5 формула = А3/А4. Получим ответ 3.333.

6.18. Если поместить в таблицу указанное время исполнения (6:47), то нужно его поделить на 60 (так как Excel воспринимает это время как часы: минуты). На результат сложения наложите формат [с].

6.19. Пусть дата рождения записана в А1.

а) =ЦЕЛОЕ(ДОЛЯГОДА(А1,СЕГОДНЯ())).

б) =ЕСЛИ(ИЛИ(МЕСЯЦ(СЕГОДНЯ())>МЕСЯЦ(А1), И(МЕСЯЦ(СЕГОДНЯ())=МЕСЯЦ(А1), ДЕНЬ(СЕГОДНЯ())>=ДЕНЬ(А1))), ГОД(СЕГОДНЯ())-ГОД(А1), ГОД(СЕГОДНЯ())-ГОД(А1)-1).

1	0	12%
20001	2400	15%
40001	5400	20%
60001	9400	25%
80001	14400	30%
100001	20400	35%

Рис. П.10

7.1. В Н3 формула =ВЫБОР(G3-1,"неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично").

7.2. =СЧЕТЕСЛИ(G3:G68,3).

7.3. На одной странице расположим справочную таблицу (рис. П. 10). Дадим ей имя "ставка". На другой странице (рис. П.11) в ячейку D1 введем формулу

=ВПР(C2,ставка,2)+ВПР(C2,ставка,3)\*(C2-ВПР(C2,ставка,1)+1).

	A	B	C	D
1	1. Иванов		18 000.00	2 160.00

Рис. П.11

7.4. Завести на рабочем листе таблицу (рис. П.12) и дать ей имя "месяцы". Формула имеет вид:

= "Расход топлива за " &  
**ЕСЛИ(МЕСЯЦ(СЕГОДНЯ())=1,"декабрь" &  
 ГОД(СЕГОДНЯ())-1,  
 ВПР(МЕСЯЦ(СЕГОДНЯ())-1,месяцы,2)  
 & " " & ГОД(СЕГОДНЯ()) & " г."**

1	январь
2	февраль
...	...
11	ноябрь

Рис.П.12

7.5. =ПОИСКПОЗ(МИН(A1:A8),A1:A8,0).

7.6. =ИНДЕКС(Прейскурант!\$A\$1:\$D\$5,  
 ПОИСКПОЗ(A8,Прейскурант!\$A\$2:\$A\$5,0)+1,  
 ПОИСКПОЗ(B8,Прейскурант!\$B\$1:\$D\$1,1)+1).

7.7. а) =МАКС(ИНДЕКС(tabl,,3));  
 б) =СРЗНАЧ(ИНДЕКС(tabl,4,)).

7.8. В столбце В разместим исходную последовательность, отсортированную по убыванию, а в столбце С разместим первые разности для последовательности из столбца В. В В1 формула =НАИБОЛЬШИЙ(\$A\$1:\$A\$10,СТРОКА(A1)), а в С1 =В1-В2. Формулы копируются вниз (рис. П.13).

В ячейке А12 формула =ПОИСКПОЗ(0, С1:С9,0) — она отыскивает номер строки для совпадающих элементов. В ячейке В12 формула =ЕСЛИ(ЕНД(A12), "нет", ИНДЕКС( В1:В10, А12)). Если в С1:С9 нулевое значение не найдено, формула возвращает сообщение "нет"; если найдено, то возвращает искомый элемент.

8.1. Примените "Сервис/ Подбор параметра". Ответ: 10.00008.

8.2. =МОПРЕД(МУМНОЖ(P,Q) - МУМНОЖ(Q,P)).  
 Ответ: -120.

8.3. В блок размером 2 на 2 ввести табличную формулу: {=2\*МУМНОЖ(S,ТРАНСП(S))-{1;0;0;1}}

8.4. Матрица А в блоке А22:С24, вектор b в блоке D22:D24. В блок E22:E24 вводим табличную формулу

	A	B	C
1	6	12	2
2	7	10	3
3	3	7	0
4	4	7	1
5	12	6	1
6	1	5	1
7	2	4	1
8	10	3	1
9	5	2	1
10	7	1	
11			
12	3	7	

Рис. П.13

$\{=\text{МУМНОЖ}(\text{МОБР}(A22:C24),D22:D24)\}$ . Ответ на рис. П.14. Фактически первая компонента вектора  $x$  равна 0.

1.77636E-15
1
3

П.14

8.5. Определитель равен  $-122$ . Так как элементы матрицы — целые числа, то элементы обратной матрицы — дроби, знаменатели которых являются делителями определителя. Поэтому отформатируем как "дроби до трех цифр". Результат на рис. П. 15.

67/122	1/122	37/61
6/61	1/61	13/61
- 7/61	9/61	- 5/61

Рис. П.15

8.6. Пусть матрица расположена в  $A1:D4$ . В  $A6:D6$  разместим числа 1, 2, 3, 4. В  $A7$  разместим формулу

$\{=\text{МОПРЕД}(\text{СМЕЩ}(\$A\$1,0,0,A6,A6))\}$

и скопируем ее в  $B7:D7$ . Так как все числа в блоке  $A7:D7$  положительны (можно было использовать для подтверждения этого

СЧЕТЕСЛИ), то матрица положительно определена.

8.7. а)  $\{=\text{СУММ}(\text{ABS}(A1:A10))\}$ ;

б)  $\{=\text{СУММ}(\text{КОРЕНЬ}(\text{ABS}(A1:A10))-A1:A10^2)\}$ ;

в)  $\{=\text{СУММ}(\text{КОРЕНЬ}(10+A1:A10^2))\}$ .

8.8.  $\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(A1:A20-\text{МАКС}(A1:A20)=0,1,0))\}$ .

8.9. а)  $\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(\text{ОСТАТ}(\text{СТРОКА}(A1:A10),2)=0, A1:A10,-A1:A10))\}$ ;

б)  $\{=\text{МАКС}(\text{ЕСЛИ}(\text{ОСТАТ}(\text{СТРОКА}(A1:A10),2)=1, A1:A10,-A1:A10))\}$ ;

в) В  $A11$  формула  $=A1$ . Тогда  $\{=\text{СУММ}(A1:A10*A2:A11)\}$ .

8.10. а)  $\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(\text{ОСТАТ}(A1:A10,2)=0,1,0))\}$ ;

б)  $\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(\text{ОСТАТ}(A1:A10,3)=0, \text{ЕСЛИ}(\text{ОСТАТ}(A1:A10,5)<>0,1,0),0))\}$ ;

в)  $\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(\text{ОСТАТ}(\text{КОРЕНЬ}(A1:A10),2)=0,1,0))\}$ ;

г)  $\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(A2:A9<(A1:A8+A3:A10)/2,1,0))\}$ .

8.11. Пусть таблица расположена в блоке  $A1:C8$ . Тогда Мастер суммирования конструирует формулу:

$\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(\$A\$2:\$A\$8="квадрат", \text{ЕСЛИ}(\$B\$2:\$B\$8="красный",\$C\$2:\$C\$8,0),0))\}$ .

8.12. Пусть столбцу с зачетами дано имя "зачеты". Тогда табличная формула имеет вид  $\{=\text{СЧЕТ}(\text{ПОИСК}(R[-1]C, \text{зачеты}))\}$ .  $(R[-1]C$  — адрес ячейки, расположенной непосредственно над текущей, в стиле  $R1C1$ ). Для 10 семестров формула для первого семестра такова:  $\{=\text{СЧЕТ}(\text{ПОИСК}(1, \text{зачеты})) - \text{СЧЕТ}(\text{ПОИСК}(10, \text{зачеты}))\}$ .

8.13. 1)  $\{=\text{СУММ}((V-W)^2)\}$ ; 2)  $\text{СУММКВРАЗН}(V,W)$ .

8.14.  $\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(A1:A19+A2:A20=B1,1,0))\}$ .

8.15.  $\{=\text{СУММ}(\text{ЕСЛИ}(A2:A9>A1:A8, \text{ЕСЛИ}(A2:A9>A3:A10,1,0),0))\}$ .

8.16. {=СУММ(ЕСЛИ(ЗНАК(C1:C10)<>ЗНАК(C2:C11),1,0))}.

8.17. {=СУММ(ЕСЛИ(E1:E10<>E11,1,0))}. Если последнее число заведомо не будет изменяться и равно, допустим, 5, то =СЧЕТЕСЛИ(E1:E10,"<>5").

8.18. =СЧЕТЕСЛИ(F1:F10,"<0"). Табличная формула не нужна.

8.19. {=МАКС(ЕСЛИ(G2:G12<0,G2:G12))}.

8.20. {=СУММ(ЕСЛИ(ОСТАТ(F1:F12,2)=0,F1:F12))}.

8.21. {=ПОИСКПОЗ(МИН(ABS(A1:A8-\$B\$1)),ABS(A1:A8-\$B\$1),0)}.

8.22. {=ИНДЕКС(F1:F10,ПОИСКПОЗ(МИН(ABS(F1:F10-СРЗНАЧ(F1:F10))),ABS(F1:F10-СРЗНАЧ(F1:F10)),0))}.

9.1. Введите в таблицу новые столбцы: "месяц" и "день". В них разместите соответствующие функции, аргументом которых является день рождения.

9.2. Рис. П. 16.

Условие		Эквивалентное условие	
начинается с	<i>строка</i>	равно	<i>строка*</i>
не начинается с	<i>строка</i>	не равно	<i>строка*</i>
заканчивается на	<i>строка</i>	равно	<i>*строка</i>
не заканчивается на	<i>строка</i>	не равно	<i>*строка</i>
содержит	<i>строка</i>	равно	<i>*строка*</i>
не содержит	<i>строка</i>	не равно	<i>*строка*</i>

Рис. П.16

9.3. В блоке F1:G2 сформируем критерий (рис. П. 17).

В ячейку B16 введем формулу =БСЧЕТ(B3:D15,1, F1:G2). Столбец с названиями месяцев можно не включать. В первом аргументе достаточно указать блок B3:B15.

9.4. В ячейку G1 поместим заголовок num. В блоке G14:G15 разместим критерий (рис. П.18). Тогда =ДМАКС(G1:G12,"num",G14:G15).

9.5. Рис. П. 19.

9.6. Отсортировать по возрастанию ТАВ, включить в таблицу столбец, в котором подсчитывать разности соседних значений табельных номеров. С помощью функции СЧЕТЕСЛИ выяснить количество нулей во вспомогательном столбце (в *kadr.dbf* нулей не будет).

Для эксперимента измените два-три табельных номера, чтобы получить совпадения. Эти строчки можно отыскать так: выделите столбец с

1992	1992
>20	<80

Рис. П. 17

num
<0

Рис. П. 18

IM	POL
	M

РИС. П.19

разностями, нажмите клавиши **Ctrl+F** (или **выберите** в меню команду "**Правка/ Найти**"), в диалоговом окне "**Найти**" в поле ввода "**Что**" введите 0, установите флажок "**ячейка целиком**", выберите "**Область поиска**" — "**значения**", щелкните кнопку "**Найти далее**". В выделенном столбце станет активной ячейка, содержащая нулевой результат.

Фигура	Цвет
квадрат	красный

**Рис. П.20**

9.7. Отсортировать по фамилиям, ввести дополнительный столбец, в нем формула **=ЕСЛИ(СОВПАД(А2,А3),0,1)**, которая копируется вниз. Далее искать нулевые значения, как описано в решении предыдущей задачи.

9.8. Пусть таблица в блоке **A1:C8**, а критерий (рис. П.20) в блоке **E11:F12**. Тогда **=БДСУММ(A1:C8,"Количество",E11:F12)**.

9.9. Пусть исходная таблица занимает блок **A1 :C9**.

1. Сформируем критерий (рис. П.21).

<b>=B2&gt;CPЗНАЧ(\$B\$2:\$B\$9)</b>
-------------------------------------

**Рис. П.21**

Получим таблицу (например, начиная с **F1**) (рис. П.22).

Фамилия И.О.	Количество вещей
Воронов К.А.	8
Лебедев С. О.	8
Грачев Н.Л.	7
Щеглов Г.Ф.	7

**Рис. П.22**

2. Сформируем критерий (рис. П.23).

<b>=ABS(C2/B2-СУММ(\$C\$2:\$C\$9)/СУММ(\$B\$2:\$B\$9))&lt;0.1</b>
---

**Рис. П.23**

Фамилия И.О.
Гусев И.Е.
Лебедев С.О.

**Рис. П.24**

Получим таблицу (например, начиная с **A12**) (рис. П.24). В ячейку **B12** введем заголовок "**Средний вес**", а в **B13** — формулу **=ВПР(A16,\$A\$1:\$C\$9,3,0)/ВПР(A16,\$A\$1:\$C\$9,2,0)** и скопируем формулу в ячейку **B14** (обратите внимание, что последний аргумент в функции **ВПР** обязательно должен быть **ЛОЖЬ**, иначе можно получить неверный результат).



10.1. Сначала вычислим сумму цифр для чисел от 0 до 999 (рис. П.25).

	A	B	C	D	E
1	Числа	Сотни	Десятки	Единицы	Цифровой корень
2	0	0	0	0	0
...	...	...	...	...	...
1001	999	9	9	9	27

Рис. П.25

В B2 формула =ОТБР(A2/100), в C2 =ОТБР((A2-B2\*100)/10), в D2 =ОСТАТ(A2,10), в E2 =СУММ(B2:D2). На основе блока E2:E1001 составляем сводную таблицу (рис. П.26). В область данных помещаем количество значений по полю "Цифровой корень". В соседнем столбце возводим их в квадрат и суммируем.

Кол-во значений по полю Цифровой корень		
Цифровой корень	Всего	
0	1	1
1	3	9
...	...	...
27	1	1
Общий итог	1000	55252

Рис. П.26

Количество счастливых билетов 55 252.

10.2. После ввода содержимого файла в рабочий лист преобразуйте его к списку ("Категория груза", "Район доставки") с помощью манипуляций с блоками (перемещение, удаление, транспонирование). Постройте две сводные таблицы и по ним постройте гистограммы.

11.1. Продукция А 13.125, продукция В 2.625, продукцию С не выпускать. Прибыль 55.125 долл.

11.2. А — 1/12, В — 4/12, С — 7/12. Цена 38.75 долл. за 1 тонну.

11.3. А — 60, В — 40. 420 долл. в неделю.

11.4. 5/6 кг рыбы, 5 кг фруктов, 3 1/3 л молока. Цена 150 руб.

11.5. Составим таблицу (рис. П.27). В столбце В — имена ячеек, в столбце D показаны отношения и правые части ограничений, в столбце E показаны формулы из столбца С. Целевая ячейка \$C\$10. Изменяемые ячейки \$C\$2:\$C\$7. Ограничения \$C\$13:\$C\$15=0, \$C\$16:\$C\$18>=0. Сначала вычисляем минимум, потом максимум и сохраняем значения в сценарии. Отчет по сценариям после редактирования представлен на рис. П.28.

	A	B	C	D	E
1	Переменные				
2	Доля мальчиков команды А	x	0		
3	Доля мальчиков команды Б	y	0		
4	Доля мальчиков команды В	z	0		
5	Доля участников команды А	u	1/3		
6	Доля участников команды Б	v	1/3		
7	Доля участников команды В	w	1/3		
8	в общей численности команд				
9	Целевая функция				
10	Доля мальчиков в общей численности команд		0		=x+y+z
11					
12	Ограничения				
13	Доля мальчиков в командах А и Б равна 2/5		- 1/4 = 0		=x+y+0 2/5*(u+v)
14	Доля мальчиков в командах Б и В равна 3/7		- 2/7 = 0		=y+z-0 3/7*(v+w)
15	Условие нормировки		-0 = 0		=u+v+w-1
16	Доля мальчиков команды А не может превышать доли команды А		1/3 >= 0		=u-x
17	Доля мальчиков команды Б не может превышать доли команды Б		1/3 >= 0		=v-y
18	Доля мальчиков команды В не может превышать доли команды В		1/3 >= 0		=w-z
19	в общей численности команд				

Рис. П.27

Ответ: от 6/23 до 17/29.

11.6.  $x, y, z$  — количества комплектующих 1-го, 2-го и 3-го типов (целые неотрицательные). **Ограничение**  $12x+16y+15z=326$ , целевая функция  $x+y+z$ . **Ответ:** 12600 и 10500.

11.7. [=0]"нет"; [=1]"да".

11.8. В блоке А2:А65 построим **последовательность** от 0 до  $63 = 2^6 - 1$ . В ячейке В2 формула =ДЕС.В.ДВ(А2,6), она копируется вниз. В С1:Н1 вводим числа от 1 до 6. В ячейке С2 формула =ПСТР(\$В2.С\$1,1)\*1, которая копируется вправо и вниз (клавиши **Ctrl+Shift+End, Ctrl+R, Ctrl+D**). В И введем заголовок "fun", а в Л — "constr". В I2 формула =СУММПРОИЗВ(С2:Н2,{20;16;11;9;7;1}), а в J2 формула

= СУММПРОИЗВ( C2:H2, {9;8;6;5;4;1}) – 12, которые копируются вниз. В блок A67:A68 поместим критерий. В ячейке B68 формула =ДМАКС(И1:J65,"fun",A67:A68), которая возвращает максимальное значение 23 (рис. П.29).

Структура сценария			
		max	min
Изменяемые:			
	x	8/29	0
	y	0	6/23
	z	9/29	0
	u	2/7	2/5
	v	2/5	1/4
	w	1/3	1/3
Результат:			
	\$C\$10	17/29	6/23

Рис. П.28

В ячейку B67 поместим заголовок fun, и теперь уже блок A67:B68 будет служить критерием. Введем в блок A72:G72 заголовок и построим расширенный фильтр: исходный диапазон \$C\$1:\$J\$65, диапазон условий \$A\$67:\$B\$68, результат в диапазон \$A\$72:\$G\$72. Получим результат (рис. П.30).

	A	B
67	constr	fun
68	<=0	23

Рис. П.29

1	2	3	4	5	6	fun
0	1	0	0	1	0	23

Рис. П.30.

(На последнем шаге можно было воспользоваться и автофильтром.) Оптимальное решение оказалось единственным, но их могло быть и несколько.

**11.9.** Решение на рис. П.31. В столбце D показаны формулы из столбца B. Целевая ячейка \$B\$10 — максимум. Изменяемые ячейки: \$B\$1:\$B\$3, \$B\$5:\$B\$6. Ограничения: \$B\$1:\$B\$3 — двоичные, \$B\$8 <= \$C\$8, переменные неотрицательные. Начальные значения — нулевые. Результат:  $a = 4.25$ ,  $B = h = 0.5523$ .

	A	B	C	D
1	a1	0	4.25	
2	a2	0	5.5	
3	a3	1	6.75	
4	a	6.75		=СУММПРОИЗВ(B1:B3,C1:C3)
5	b	1		
6	h	1		
7				
8	S	29	10	=2*(a*b+a*h+b*h)
9				
10	V	6.75		=a*b*h

Рис. П.31

12.1.  $d = -0.51245$ ,  $e = 4.173169$ ,  $f = -3.0417$ .

12.2. В функции ТЕНДЕНЦИЯ можно указать, что регрессионная прямая должна проходить через начало координат.

В C2 формула: =ПРЕДСКАЗ(A2,\$B\$2:\$B\$6,\$A\$2:\$A\$6).

В D2 формула: =ТЕНДЕНЦИЯ(\$B\$2:\$B\$6,\$A\$2:\$A\$6,A2,1).

В E2 формула: =\$F\$2\*A2+\$G\$2. Далее формулы копируются вниз.

12.3. Выбросом является измерение при  $t = 7$ . Для второй модели коэффициенты:  $c_1 = 3.507$ ,  $c_2 = 0.572$ ,  $c_3 = 2.153$ .

12.4. Скопируем данные на новый рабочий лист и вычислим возраст вина для 1972 г. (рис. П.32).

	A	B	C	D	E	F
1		год	1972		год	1975
2					год вина	1937
3	год	цена	возраст		возраст	38
4	1890	50.00	82		цена	11.71249
5	1900	35.00	72			
	...	...	...			
17	1960	4.98	12			

Рис. П.32

В ячейку C4 введена формула =С\$1-A4, в ячейку F3 формула =F1-F2, в F4 формула =РОСТ(B4:B17,C4:C17,F3,1). Результат показывает, что цена 20 долл. явно завышена. Цитирую [20, с. 103]: "Для дальнейшего исследования нужно больше данных".

- 13.1. =БЗ(9%/4,3\*4,-2000), 2 612.10.  
 13.2 18 736.90 р. =БЗ(24%,3,-4000,,1),  
 16 838.40 р. =БЗ(36%,3,-4000)

Первый вариант предпочтительнее.

- 13.3. =ПЗ(9%/12,12\*12,-800), 70 296.87. Лучше заплатить сразу.  
 13.4. Третий и четвертый аргументы должны иметь противоположные знаки.  
 13.5. =КПЕР(32%/4,-8400,63200)/4, 2.99198139, т.е. 3 года.  
 13.6. =ЭФФЕКТ(18%,4).  
 13.7. Рис. П.33.

	А	В	С
1	0-й год	-1 000 000.00	
2	1-й год	-1 000 000.00	
3	2-й год	-1 000 000.00	
4	3-й год	1 000 000.00	
5	4-й год	2 000 000.00	
6	5-й год	1 000 000.00	
7			
8		2 725.84	=НПЗ(10%,B2:B6)+B1
9		10.0363%	=ВДОХ(B1:B6)

Рис. П.33

Операция выгодна банку, хотя доход и небольшой (2726 долл.).

13.8. Рис. П.34. Формулы: в ячейке B2 =A1+2, в B5 =A5\*1.12, в B10 = A10+\$A\$9, в A2 = =НПЗ(20%,A1:J1), аналогично в A6 и A11, в A3 формула =БЗ(20%,10,0,-A2), аналогично в A7. В A12 =A11-A6. С помощью "Сервис/ Подбор параметра" устанавливаем, что в A12 выводится нуль, если в A9 содержится число 2.37142. Это и есть ежегодный абсолютный прирост.

13.9. Перестроим таблицу так, чтобы она занимала один столбец. Предположим, столбец с ценами занимает блок D1 :D21. Тогда волатильность вычисляется по формуле

$$\{=\text{СТАНДОТКЛОН}(\text{LN}(D2:D21/D1:D20))*\text{КОРЕНЬ}(250)\}.$$

13.10. {=СТАНДОТКЛОН(LN(A7:A18/A6:A17))\*КОРЕНЬ(1/h)} и скопировать формулу влево. Для безрискового актива она возвращает 0.

13.11. В ячейку C11 введите табличную формулу {=СТАНДОТКЛОН(LN(A7:A11/A6:A10))\*КОРЕНЬ(1/h)} и скопируйте ее в блок C12:C18. Единственный пример в книге, когда табличная формула копируется с настройкой относительных ссылок.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
2	88.6612									
3	548.967									
4										
5	15	17	19	21	24	26	30	33	37	42
6	93.4478									
7	578.604									
8										
9	1									
10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
11	75.7742									
12	-17.674									

Рис. П.34

13.12. Рис. П.35.

S	50	
X	45	
r	10%	
T	0.5	
sigma	0.525	
d1	0.604	= $(\text{LN}(S/X)+r_*T)/(\text{sigma}*\text{КОРЕНЬ}(T))+\text{sigma}*\text{КОРЕНЬ}(T)/2$
d2	0.233	= $d1\_-\text{sigma}*\text{КОРЕНЬ}(T)$
N(d1)	0.727	=НОРМСТРАСП(d1_)
N(d2)	0.592	=НОРМСТРАСП(d2_)
C	11.01	= $S*N\_d1 - X*EXP(-r_*T)*N\_d2$

Рис. П.35

Размер премии 11.01долл.

13.13. При выполнении импорта указать, что первый столбец имеет формат ГМД. Таблица примет вид, показанный на рис. П.36. В F1 поместим формулу =ЦЕЛОЕ(B1/100)+ОСТАТ(B1,100)/32 и скопируем

ее в F1:I5. Превратим в блоке F1:I5 формулы в значения. Переместим блок F1:I5 на место блока B1:E5. Наложим на этот блок пользовательский формат # "??/32".

	А	В	С	Д	Е
1	10/12/97	11715	11722	11712	11714
2	11/12/97	11819	11821	11819	11819
3	12/12/97	11904	11915	11904	11910
4	15/12/97	11907	11907	11903	11903
5	16/12/97	11903	11909	11900	11905

Рис. П.36

**13.14.**  $=1+200\%*t/360$  — в первом варианте,  
 $= (1+35\%*ОСТАТ(t,90)/90)*БЗ(35\%,ОТБР(t/90),,-1)$  — во втором варианте. С помощью "Сервис/ Подбор параметра" находим 279.8752, т.е. 280 дней.

**13.15.** Формула  $-- ППЛАТ(50\%,4,-3900000,ПЗ(50\%,1,0,-3900000*8.25))$  возвращает 210000. (Нужно учесть, что на пятом году взноса нет, поэтому мы воспользовались функцией ППЛАТ для первых четырех лет).

Другой подход к задаче основан на решении уравнения. Введем в ячейку A1 примерное значение ежегодного взноса -100 000, в A2 формулу  $=БЗ(50\%,5,A1,-3900000)+A1-3900000*8.25$ . Здесь добавлением A1 — фактически вычитанием — учтено, что в последний год взноса не было. С помощью команды "Сервис/ Подбор параметра" отыскиваем значение A1, при котором A2 обращается в 0.

**13.16.** Сначала составим таблицу для расчета относительной ошибки, чтобы определить примерные границы диапазона для  $r$  (рис. П.37).

В B1 формула  $=КПЕР(A1,0,-1,2)$ , в C1  $=72/A1/100$ , в D1  $=ABS(B1-C1)/B1$ . Скопируем первую и последнюю строки этой таблицы отдельно (чтобы не портить таблицу) и с помощью команды "Сервис/ Подбор параметра" получим (рис. П.38).

Итак, при  $r$  в диапазоне от 3.7% до 12.2% правило 72-х дает относительную ошибку не более 2%. Разумеется, при наличии Excel это правило бесполезно.

	A	B	C	D
1	1.00%	69.66072	72	3.36%
2	2.00%	35.00279	36	2.85%
3	3.00%	23.44977	24	2.35%
4	4.00%	17.67299	18	1.85%
5	5.00%	14.2067	14.4	1.36%
6	6.00%	11.89566	12	0.88%
7.	7.00%	10.24477	10.28571	0.40%
8	8.00%	9.006468	9	0.07%
9	9.00%	8.043232	8	0.54%
10	10.00%	7.272541	7.2	1.00%
11	11.00%	6.641885	6.545455	1.45%
12	12.00%	6.116255	6	1.90%
13	13.00%	5.671417	5.538462	2.34%
14	14.00%	5.290059	5.142857	2.78%
15	15.00%	4.959484	4.8	3.22%
16	16.00%	4.670174	4.5	3.64%

Рис. П.37

3.68%	19.17123	19.55611	2.01%
12.18%	6.031216	5.911762	1.98%

Рис. П.38

**14.1.** Записать в B1 формулу  $=A1+ИНДЕКС(\$A\$1:\$A\$30,31-СТРОКА(A1),1)$  и скопировать в B2:B15. В B16 формула  $=МАКС(B1:B15)$ . Почему-то выдает неправильный результат табличная формула

$\{=МАКС(A1:A30+ИНДЕКС(A1 :A30,31-СТРОКА(A1:A30))\}$ .

**14.2.** В ячейке B2 формула для расчета первой разности  $=A2-A1$ ; в C2 — формула для индикации последовательности нулей  $=ЕСЛИ(И(A2=0, B2=0), 1,0)$ ; в D2 — формула для подсчета суммы "соседних единиц"  $=ЕСЛИ(C2<>0,D1+1,0)$ . Эти формулы копируются в B3:D20. В D21 формула  $=МАКС(D2:D20)+1$ . Выделите диапазон D2:D20, нажмите клавиши **Ctrl+F**, введите для поиска число из ячейки D21, уменьшенное на 1. Укажите, что область поиска — значения (что будет найдено, если область поиска — формулы?).

**14.3.** а) Отсортировать блок по возрастанию и ввести табличную формулу  $\{=СУММ(ЕСЛИ(A2:A15-A1:A14>0,1,0))+1\}$ ;



б) переместить блок в положение **A2:A16**, в **A1** ввести заголовок и получить для блока сводную таблицу;

в) то же, что в (б), но воспользоваться расширенным фильтром, вывести только уникальные записи и сосчитать их количество.

14.4. В блок **A2:A11** введем табличную формулу **{=ТРАНСП(B1:K1)}**. В ячейку **B2** введем формулу **=ABS((A2+B\$1)/2-\$A\$1)**, которая вычисляет отклонение  $x$  от среднего арифметического двух элементов последовательности. Скопируем эту формулу в блок **B2:K11**. Удалим формулы в блоке **B3:B11, C4:C11** и т.д., чтобы оставшиеся в блоке **B2:K11** формулы образовывали верхнетреугольную матрицу (это гарантирует отсутствие повторяющихся пар значений в итоговых столбцах). В **L1** введем формулу **=МИН(B2:K11)**.

Теперь нужно организовать поиск этого значения в блоке **B2:K11**. В **M2:M11** поместим отрезок натурального ряда 1, ..., 10. В **N2** поместим формулу **=ПОИСКПОЗ(\$L\$1,B2:K2,0)**, в **O2** — формулу **=ЕСЛИ(ЕНД(N2),"",СМЕЩ(\$B\$1,0,N2-1))**. В ячейку **P2** введем формулу **=ЕСЛИ(ЕНД(N2),"",СМЕЩ(\$A\$2,M2-1,0))**. Скопируем **N2:P2** в **N3:P11**. Таблица примет вид, как на рис. П.39.

Результат — в столбцах **O** и **P**. Столбцы с промежуточными результатами **L** и **M** можно скрыть. (В качестве полезного упражнения попробуйте выполнить команду меню "Данные/ Сортировка" для блока **B1:K1**, содержащего последовательность  $u$ .)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	8	2	6	-7	8	9	11	-12	14	18	28	0.00				
2	2	6.0	4.0	10.5	3.0	2.5	1.5	13.0	0.0	2.0	7.0		1	8	14	2
3	6		2.0	8.5	1.0	0.5	0.5	11.0	2.0	4.0	9.0		2	#Н/Д		
4	-7			15.0	7.5	7.0	6.0	17.5	4.5	2.5	2.5		3	#Н/Д		
5	8				0.0	0.5	1.5	10.0	3.0	5.0	10.0		4	4	8	8
6	9					1.0	2.0	9.5	3.5	5.5	10.5		5	#Н/Д		
7	11						3.0	8.5	4.5	6.5	11.5		6	#Н/Д		
8	-12							20.0	7.0	5.0	0.0		7	10	28	-12
9	14								6.0	8.0	13.0		8	#Н/Д		
10	18									10.0	15.0		9	#Н/Д		
11	28										20.0		10	#Н/Д		

Рис. П.39

14.5. Рис. П.40.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Год	Номер года	Животное	Цвет				
2	1950	27	тигр	белый				
3								
4	Год	Номер года	Животное	Цвет		0	крыса	зеленый
5	1984	1	крыса	зеленый		1	корова	красный
6	1985	2	корова	зеленый		2	тиф	желтый
7	1986	3	тигр	красный		3	заяц	белый
8	1987	4	заяц	красный		4	дракон	черный
9	1988	5	дракон	желтый		5	змея	
10	1989	6	змея	желтый		6	лошадь	
11	1990	7	лошадь	белый		7	овца	
12	1991	8	овца	белый		8	обезьяна	
13	1992	9	обезьяна	черный		9	петух	
14	1993	10	петух	черный		10	собака	
15	1994	11	собака	зеленый		11	свинья	
16	1995	12	свинья	зеленый				

Рис. П.40

В ячейке B2 формула =ОСТАТ(A2+2397,60), в C2 =ВПР(ОСТАТ(B2-1,12),\$F\$4:\$H\$15,2), в D2 =ВПР(ОСТАТ(ОТБР((B2-1)/2),5),\$F\$4:\$H\$8,3). В остальных ячейках — аналогичные формулы.

14.7. Для фазового портрета используйте тип диаграммы "Точечная".

14.8. Рис. П.41.

	A	B	C	D
1				1999
2	1	31/1/99	7	28/1/99
3	2	28/2/99	7	25/2/99
...	...	...	...	...
13	12	31/12/99	5	30/12/99

Рис. П.41

В ячейку D1 пользователь вводит год. В столбце A вводим порядковые номера месяцев, в ячейке B2 формула =КОНМЕСЯЦА(ДАТА(

**\$D\$1-1,12,31),A2)** вычисляет дату последнего дня месяца (его номер из ячейки A2) введенного года. В C2 формула **=ДЕНЬНЕД(B2,2)** вычисляет номер дня недели этого последнего дня. В D2 формула **=ЕСЛИ(C2>=4,B2-C2+4,B2-C2-3)** вычисляет, сколько дней нужно вычесть из последнего дня **месяца**, чтобы получить четверг. Столбцы **A-C** можно скрыть, чтобы на экране остался только результат вычислений. Количество формул можно уменьшить. Например, столбцы A и B пустые, а в ячейку C2 введена формула **=ДЕНЬНЕД(КОНМЕСЯЦА(ДАТА(\$D\$1-1,12,31),1),2)**. Но после копирования придется редактировать каждую формулу, чтобы изменить в ней порядковый номер **месяца**.

14.9. Во вторую строку помещаем начальный отрезок натурального ряда (начиная с ячейки B2). В блок A3:A39 помещаем названия дней **недели**, а в блок **B1:M1** — названия месяцев (автозаполнение с использованием встроенных списков). В ячейку B3 помещаем формулу **=2-ДЕНЬНЕД(ДАТА(\$A\$1,B2,1),2)** и копируем ее в **C3:M3**. В ячейку B4 помещаем формулу **=ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(B3), ЕСЛИ(ДЕНЬ(КОНМЕСЯЦА(ДАТА(\$A\$1,B\$2,1),0)) < B3+1,"" B3+1,""))** и копируем ее в **B4:M39**. Скрываем вторую строку. На блок **B4:M39** накладываем формат **"0;:"**. На этот же блок накладываем формат **"Выравнивание: по левому краю, по верхнему краю"**, шрифт 8 пунктов. Название дня недели **"вс"** выделяем жирным **шрифтом**. Для удобства пользования календарем закрепляем первую строку.

14.10. Дадим имена: на рабочем листе 1 диапазону A1:B8 присвоим имя **"Ряд1"**, аналогично на рабочем листе 2 диапазону **A1:B6** присвоим имя **"Ряд2"**. Построим на третьем листе в столбце A последовательность дат. В ячейку A2 введем большую из двух наименьших дат с первых двух листов (т.е. 23/04/99). С помощью команды **"Правка/ Заполнить/ Прогрессия"** введем в столбец A даты вплоть до меньшей даты из двух наиболее поздних дат с первых двух листов (т.е. 26/04/99). На третьем листе в ячейку B2 введем формулу **=ВПР(\$A2,Ряд1,2,0)**, скопируем ее в ячейку C2 и заменим в C2 имя **"Ряд1"** на **"Ряд2"**. (Если не вводить имен, то формула в B2 примет вид: **= ВПР( A2, Лист1!\$A\$1:\$B\$8, 2, 0)**.) Скопируем блок B2:C2 вниз. Если для какой-либо даты нет значения соответствующего ряда, то в ячейке выводится **#Н/Д**. Выполним команду меню **"Данные/ Фильтр/ Автофильтр"** и в полях **"Ряд1"** и **"Ряд2"** введем условия **"не равно #Н/Д"**. Отфильтрованные записи копируем как значения и как форматы на другой рабочий лист.

14.11. В **ячейке** B1 разместить формулу **= A1**. В ячейке B2 разместить формулу **=ЕСЛИ(ЕПУСТО(A2),B1,A2)** и скопировать ее в блок

B3:B50. Скопировать значения блока B1:B50 в блок A1:A50. Очистить блок B1:B50.

14.12. Разместить в A2 формулу  
 =ЕСЛИ(C2>0,СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:C2,">0"),"")

и скопировать ее вниз.

14.13. 1. Критерий (только уникальные записи) на рис. П.42. Выводить в ячейки с заголовком SNAME.

COLOR
Red

Рис. П.42

2. Построить сводную таблицу, такую же, как в примере, но в поле данных поместить сумму по полю QTY (рис. П.43).

Сумма по полю QTY	P#						
SNAME	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Общий итог
Adams	100	300	200	800	1000	700	3100
Black			200	500			700
Clark						600	600
Jones			3100		100		3200
Smith	900						900

Рис. П.43

3. Рис. П.44.

Сумма по полю QTY	P#						
PCITY	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Общий итог
London	1000			1300		1300	3600
Paris		300			1100		1400
Rome			3500				3500
Общий итог	1000	300	3500	1300	1100	1300	8500

Рис. П.44

Можно также было выполнить сортировку таблицы SPJ по городам, а затем выполнить команду "Данные/ Итоги" (по количеству деталей), но сводная таблица более информативна и к тому же не затрагивает исходной таблицы.

QTY	QTY
>=300	<=750

Рис. П.45

4. Дейт [14, с. 201] подчеркивает, что этот запрос не может быть выражен на языке QBE.) Сводная таблица, как в примере 14.1. Добавить в столбце справа от таблицы формулу =ЕСЛИ(СЧЕТ( B3:G3)=6,A3,"") и скопировать ее вниз.

Здесь 6 — количество типов деталей.

5. Критерий на рис. П.45. Выводить в ячейки с заголовками S#, P#, J#.

6. Критерий (только уникальные записи) на рис. П.46. Выводить в ячейки с заголовком P#.

7. Критерий (только уникальные записи) на рис. П.47. Выводить в ячейки с заголовком P#.

8. Критерий (только уникальные записи) на рис. П.48. Выводить в ячейки с заголовком Ж. Сосчитать количество выведенных записей.

9. Построим сводную таблицу, показанную на рис. П.49 (в поле строк расположим S# и SNAME).

Пусть ячейка, содержащая имя поставщика Smith, имеет адрес В30. Разместим в диапазоне I30:N34 характеристическую матрицу, каждый элемент которой отвечает ячейке го области данных сводной таблицы. Формирование матрицы рассмотрим на примере: поставщик S3 поставляет деталь P3, которую поставляет и S2. Поэтому на пересечении строки, отвечающей поставщику S3, и столбца для детали P3 проставляется 1. В то же время деталь P4, которую поставляет S3, поставщик S2 не поставляет. Поэтому на пересечении строки для поставщика S3 и столбца для детали P4 проставляется 0. Это реализуется с помощью формулы, записанной в I30 и скопированной в остальные ячейки блока:

=ЕСЛИ(ЕПУСТО(С\$31),0,  
ЕСЛИ(И(ЕЧИСЛО(С\$31),ЕЧИСЛО(С30)),1,0)).

В блоке O30:O34 подсчитываем суммы элементов строк матрицы =СУММ(I30:N30) и т.д. Наконец, в P30 и ниже подводится итог: выводится имя поставщика, который поставляет те же детали, что и поставщик S2 (самого поставщика S2, естественно, исключаем)

=ЕСЛИ(O30=\$O\$31,ЕСЛИ(A30="S2","",B30),"").

S#	SNAME	P1	P2	P3	P4	P5	P6						
S1	Smith	2						0	0	0	0	0	0
S2	Jones			7		1		0	0	1	0	1	0
S3	Black			1	1			0	0	1	0	0	1
S4	Clark						2	0	0	0	0	0	0
S5	Adams	1	2	1	1	3	2	0	0	1	0	1	0

Рис. П.49

SCITY
London

Рис. П.46

SCITY	JCITY
London	London

Рис. П.47

S#
S1

Рис. П.48

Фактически решена задача: для заданного множества отыскать множества (из фиксированного списка), в которые оно включено.

10. Получить сводную таблицу (рис. П.50).

Кол-во значений по полю JCITY		
SCITY	JCITY	Всего
Athens	Athens	6
	London	2
	Rome	2
London	Athens	2
	London	1
	Paris	1
Paris	Athens	2
	London	2
	Oslo	1
	Paris	2
	Rome	3

Рис. П.50

Скопировать таблицу (только значения) и вручную заполнить пустые ячейки в первом столбце таблицы (протаскивая заполненную ячейку вниз, ухватив ее за маркер заполнения).

# Оглавление

К читателю .....	3
Предисловие .....	6
<b>Глава 1. ЗНАКОМСТВО С EXCEL .....</b>	<b>И</b>
1.1. Подготовка к занятиям .....	11
1.2. Установки для Windows .....	13
1.3. Базовые элементы Excel .....	14
1.4. Форматирование .....	27
1.5. Печать рабочего листа .....	29
1.6. Использование Справки .....	31
1.7. Импорт текстовых файлов .....	33
1.8. Завершение и начало <b>сеанса</b> работы .....	35
1.9. Терминологические замечания .....	36
<b>Глава 2. ВЫЧИСЛЕНИЯ .....</b>	<b>38</b>
2.1. Арифметические формулы .....	38
2.2. Использование функций. Элементарные функции .....	41
2.3. Числовые функции .....	45
2.4. Логические формулы .....	49
2.5. Пример проектирования расчетов на рабочем листе .....	56
2.6. Зачетные задания .....	63
<b>Глава 3. ДИАГРАММЫ .....</b>	<b>66</b>
3.1. Мастер диаграмм .....	66
3.2. Настройка диаграммы .....	72
3.3. Типы диаграмм .....	75
<b>Глава 4. АДРЕСАЦИЯ .....</b>	<b>77</b>
4.1. Относительная адресация .....	77
4.2. Абсолютная адресация .....	83
4.3. Смешанная адресация .....	93
4.4. Итоговые функции .....	99
4.5. Получение случайных чисел .....	107
4.6. Имена .....	ПО
4.7. Зачетные задания .....	113

Глава 5. <b>ФОРМАТИРОВАНИЕ</b> .....	<b>114</b>
5.1. Общие сведения .....	114
5.2. Числовые форматы .....	115
5.3. Пользовательские форматы .....	118
5.4. Оформление таблиц .....	123
5.5. Условное форматирование .....	125
Глава 6. <b>СТРОКИ. ДАТА И ВРЕМЯ</b> .....	<b>128</b>
6.1. Текстовые функции .....	128
6.2. Даты .....	133
6.3. Дополнительные функции для работы с датами .....	137
6.4. Время .....	138
6.5. Время в финансовых расчетах .....	139
6.6. Ось времени в диаграммах .....	142
Глава 7. <b>БЛОКИ</b> .....	<b>143</b>
7.1. Использование справочной таблицы .....	143
7.2. Поиск позиции .....	153
7.3. Другие функции .....	155
Глава 8. <b>ТАБЛИЧНЫЕ ФОРМУЛЫ</b> .....	<b>160</b>
8.1. Ввод и редактирование табличных формул .....	160
8.2. Табличные константы .....	164
8.3. Функции, возвращающие блок .....	165
8.4. <b>Матричные</b> операции .....	166
8.5. Дистрибутивные функции .....	171
8.6. Когда без табличных формул можно обойтись .....	178
8.7. Ошибочные значения .....	179
8.8. Зачетные задания .....	182
Глава 9. <b>СПИСКИ</b> .....	<b>184</b>
9.1. Подготовительные упражнения .....	184
9.2. Формы .....	187
9.3. Структуры .....	188
9.4. Сортировка .....	189
9.5. Итоги .....	192
9.6. Автофильтр .....	194
9.7. Расширенный (усиленный) фильтр .....	197
9.8. Функции баз данных .....	201
9.9. Зачетные задания .....	204



Глава <b>10. СВОДНЫЕ ТАБЛИЦЫ. КОНСОЛИДАЦИЯ</b> .....	<b>206</b>
10.1. Сводные таблицы.....	206
10.2. Консолидация.....	224
Глава <b>11. ОПТИМИЗАЦИЯ</b> .....	<b>229</b>
11.1. Линейная оптимизация.....	229
11.2. Целочисленная оптимизация.....	238
11.3. Нелинейная оптимизация.....	242
11.4. Зачетные задания.....	245
Глава <b>12. РЕГРЕССИЯ</b> .....	<b>246</b>
12.1. Метод наименьших квадратов.....	246
12.2. Линейная регрессия.....	248
12.3. Экспоненциальная регрессия.....	257
Глава <b>13. ФИНАНСОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ</b> .....	<b>261</b>
13.1. Простые проценты.....	261
13.2. Сложные проценты.....	266
13.3. Постоянные ренты.....	268
13.4. Общий поток платежей.....	276
13.5. Модель цены акции. <b>Волатильность. Цена опциона</b> .....	284
13.6. Графики биржевых цен.....	290
13.7. Зачетные задания.....	293
Глава <b>14. ИТОГОВЫЕ ЗАДАНИЯ</b> .....	<b>294</b>
14.1. Разные задачи.....	295
14.2. Базы данных в Excel.....	298
Список литературы.....	304
Приложение. Ответы и решения.....	307

Производственно-практическое издание

**Сергей Михайлович Лавренов**

**EXCEL.**  
**СБОРНИК ПРИМЕРОВ И ЗАДАЧ**

Заведующая редакцией **Л. А. Табакова**  
Ведущий редактор **Л. Д. Григорьева**  
Младший редактор **Н. А. Федорова**  
Художественный редактор **Ю. И. Артюхов**  
Технические редакторы **И. В. Белюсенко, И. В. Завгородняя**  
Корректоры **Т. М. Колпакова, Н. П. Сперанская**  
Обложка и оформление **Ю. В. Токарева**  
Компьютерная верстка **С. М. Лавренова**

ИБ № 3427

Лицензия ЛР № 010156 от 29.01.97

Подписано в печать 07.02.2003. Формат 60×88/16.  
Печать офсетная. Усл. п. л. 20,58. Уч.-изд. л. 19,72  
Тираж 5000 экз. Заказ 554. «С» 045

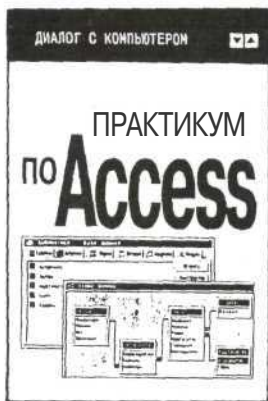
Издательство «Финансы и статистика»  
101000, Москва, ул. Покровка, 7  
Телефон: (095) 925-35-02; факс (095) 925-09-57  
E-mail: [mail@finstat.ru](mailto:mail@finstat.ru), <http://www.fmstat.ru>

ГУП «Великолукская городская типография»  
Комитета по средствам массовой информации Псковской области,  
182100, Великие Луки, ул. Полиграфистов, 78/12  
Тел./факс: (811-53) 3-62-95  
E-mail: [VTL@MART.RU](mailto:VTL@MART.RU)

**Издательство**  
**"ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА"**  
предлагает учебное пособие

*С.И. Золотова*

**Практикум по ACCESS. - 144 с.**



Сборник практических работ, апробированных преподавателями "Компьютерной школы" при Фонде новых технологий в образовании "Байтик", поможет освоить одну из наиболее часто используемых систем управления базами данных. Практикум - неоценимый помощник преподавателя при планировании и проведении занятий по темам и прекрасное пособие для внеаудиторной работы студентов. В нем содержатся конкретные задания и пояснения для их выполнения.

Для преподавателей и учащихся старших классов общеобразовательных школ, гимназий, лицеев и колледжей, а также студентов младших курсов вузов.

Книгу можно приобрести в киоске издательства  
или заказать по почте

**Адрес: 101000, Москва, ул. Покровка, 7**  
(метро "Китай-город", выход на ул. Маросейка)

**Тел.: (095) 925-35-02, 923-18-68**

**Факс (095) 925-09-57**

**E-mail: [mail@finstat.ru](mailto:mail@finstat.ru)**



**ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА»  
ВЫПУСКАЕТ СЕРИЮ КНИГ  
«ДИАЛОГ С КОМПЬЮТЕРОМ»:**

**1996**

**Боресков А.В., Шикин Е.В., Шикина Г.Е.  
Компьютерная графика:  
первое знакомство**

**1997**

**Цветков В.Я. Геоинформационные  
системы и технологии**

**Гусева О.Л., Миронова Н.Н.  
Практикум по Excel**

**2000**

**Золотова С.И.  
Практикум по Access 7.0**

**Лавренов СМ. Excel.  
Сборник примеров и задач**



101000, МОСКВА. УЛ. ПОКРОВКА, 7  
ТЕЛЕФОНЫ: 925-3502, 925-4708  
ФАКС: (095) 925-0957

ISBN 5-279-02130-X



9 785279 021307