В. Евстигнеев

Компьютерные арифметики

Ретроспективный взгляд

Цель этой статьи — напомнить специалистам конца 90-х о достижениях отечественной науки в области вычислительной техники в 70—80-х годах. Одно из направлений, где был достигнут значительный успех, — компьютерные арифметики. Сегодня даже школьники знают, что вычислительная техника работает в двоичной системе счисления, и мало кто задумывается над вопросом: только ли эта система пригодна для построения компьютеров. Возможно, некоторым такой вопрос покажется неактуальным. Однако автор статьи, принимавший непосредственное участие в создании самой предовой для своего времени вычислительной техники, придерживается иной точки зрения, и не без оснований…

В 70–80-е годы усилиями советских ученых С.А.Лебедева, В.М.Глушкова, М.А.Карцева, И.Я.Акушского, Д.И.Юдицкого, Г.Я. Гуськова, В.С.Семенихина, И.В. Прангишвили, Н.Я.Матюхина и многих других были созданы образцы вычислительной техники, превосходящие по своим параметрам, новизне идей и архитектуре все мировые достижения. В качестве примера назову лишь некоторые из вычислительных машин тех лет: серия ЭВМ класса БЭСМ и "Эльбрус", ЭВМ "Стрела", серии ЭВМ М-20, М-220, 5Э76, "Мир", ПС и др. И лишь после того, как СССР стал воспроизводить ЭВМ класса IBM-360 (ЕС ЭВМ) и копировать, а не разрабатывать микроэлектронную элементную базу, судьба советской вычислительной техники была предрешена. Ответственность за это лежит не на ученых и разработчиках, а на руководстве страны.

В те же годы в СССР коллективы ученых исследовали и разрабатывали различные арифметики, позволявшие создавать ЭВМ с более высокой скоростью обработки данных по сравнению с широко распространенной двоичной системой счисления. Так, под руководством И.Я. Акушского и Д.И. Юдицкого была создана ЭВМ К-340 на основе системы счисления в остаточных классах, которая длительное время выпускалась нашей промышленностью и отличалась высокой производительностью и надежностью. Коллективом специалистов во главе с В.М. Глушковым были созданы и запущены в производство ЭВМ серии "Мир" с новой архитектурой и системой программирования, позволявшие производить вычисления с переменной (регулируемой) разрядностью. Тогда же под руководством И.В.Прангишвили разрабатываются и производятся ЭВМ серии ПС на основе ассоциативных процессоров с параллельной архитектурой, а под руководством М.А.Карцева – высокопроизводительные, высоконадежные вычислительные комплексы большой разрядности (до 512 двоичных разрядов) для специальных применений.

В начале 80-х годов появляются первые публикации советских ученых о Фибоначчиевой системе счисления [1] и иерархических системах счисления [2], которые позволяли создавать более высокопроизводительные и надежные вычислительные средства на основе новых элементов микроэлектроники, в том числе и многозначных. Одновременно разрабатываются и алгоритмы выполнения арифметических операций в ЭВМ, основанные на новых арифметиках.

Кратко опишем наиболее интересные системы счисления для вычислительных устройств, быстродействие и надежность которых превосходят аналоги, основанные на двоичной арифметике.

Знако-разрядная система счисления

Число в знако-разрядной системе счисления [3], как и в любой позиционной системе, можно записать в виде

$$X=\sum_{i=-m}^{n} x_i \cdot S^{-i},$$

где $x_i=\{-R, -R+1,\ldots,-1, 0, 1,\ldots,R\}$, $S=2R$ или $S=2R+1$.

При таком подходе, естественно, возникает избыточность представления, которая по сравнению с двоичной может быть выражена в соответствии с методикой, изложенной в работе [3].

В таблице указана относительная избыточность (S) для некоторых значений $S=2^k-3$ $(K=4, 5, 6, 7)$ и $S=2^k$ $(K=3, 4, 5, 6, 7)$. При основаниях $S=2^к$, обеспечивающих простоту совмещения знако-разрядной системы с двоичной, избыточность максимальна и уменьшается с ростом S. Максимум избыточности представления знако-разрядной системы (100%) достигается при $S=2^1$. Однако при значениях $S=2^к-3$ избыточность знако-разрядной системы минимальна, что и отражено в таблице.

Сложение двух чисел в знако-разрядной системе счисления выполняется в два такта. В первом такте формируются поцифровые промежуточные суммы ω_i и цифры поразрядных переносов t_i, которые могут принимать значения –1, 0 и +1, т.е. $x_i+y_i=\omega_i+t_i\cdot S$.

Во втором такте формируется окончательная сумма путем сложения цифр промежуточных разрядных сумм и соответствующих им цифр поразрядных переносов, т.е. $Z_i=\omega_i+t_{i+1}$.

Умножение чисел в знако-разрядной системе счисления выполняется последовательным сложением (вычитанием) и сдвигом вправо результатов умножения множимого на S-ичные цифры множителя, начиная с млад-

Избыточность знако-разрядной системы при различных основаниях S

S	8 (2^3)	13 (2^4-3)	16 (2^4)	29 (2^5-3)	32 (2^5)	61 (2^6-3)	64 (2^6)	125 (2^7-3)	128 (2^7)
δ(S)%	33	8	25	3	20	1	17	0,5	14

шего S-ичного разряда. Деление чисел подчиняется общим правилам деления в S-ичной системе счисления.

Основным достоинством знакоразрядной системы счисления является то, что сигнал переноса при выполнении операции сложения распространяется не далее соседнего разряда, а время выполнения операции не зависит от разрядности операндов. То есть любая операция сложения выполняется за два такта (под тактом здесь понимается время вычисления разрядной суммы. – Авт.).

Фибоначчиева система счисления

Среди позиционных весомозначных систем счисления есть системы, в которых веса разрядов выражаются не известным соотношением $\Delta_i=S_i$, а другими, например числами ряда Фибоначчи, т.е. $\Delta_l=\Delta_{l-2}+\Delta_{l-1}$. В этом случае система счисления называется Фибоначчиевой. Другой пример позиционной весомозначной системы счисления с нетрадиционным законом формирования весов разрядов – так называемая полиадическая система счисления. Веса разрядов в ней определяются выражением $\Delta_i=p_i\cdot\Delta_{i-1}$, где p_i – взаимно-простые числа.

Остановимся на Фибоначчиевой системе счисления. В работе [1] показано, что любое натуральное число N может быть представлено в двоичной p-системе счисления при $p\geq 0$, весами разрядов в которой являются числа Фибоначчи. При этом после каждой единицы слева направо следует не менее p нулей. Так, например, при p=1 число 75 в двоичной 1-системе счисления можно записать как 75=1001010100=1·55+0·34+0·21+1·13+0·8+1·5+0·3+1·2+0·1+0·1.

Одно и то же число N в p-Фибоначчиевой системе счисления может иметь несколько представлений, которые получаются друг из друга путем последовательного применения к двоичным изображениям Фибоначчиевого числа операций свертки и развертки двоичных разрядов. Свертка (нормализация) состоит в замене двух рядом стоящих единиц на одну в старшем разряде. Развертка – обратный процесс.

Отметим две особенности сложения значащих разрядов в двоичной 1-системе счисления. Во-первых, при суммировании единиц возникает перенос не одной единицы (как в классической двоичной системе счисления), а нескольких одновременно. Во-вторых, единицы можно складывать двумя способами. В первом способе при сложении i-х разрядов чисел в i-м разряде промежуточной суммы записывается 1 и возникают переносы двух единиц одновременно – в (i-1)-й и в (i-p-1)-й разряды. При втором способе сложения единиц в соответствующем (i-м) разряде промежуточной суммы записывается 0 (как и в классической двоичной арифметике) и возникает перенос p+1 единиц (одна единица – в старший (i+1)-й и p единиц – в младшие (i-p-1), (i-p-2),...,(i-2p) разряды).

Наиболее рациональный способ умножения двоичных Фибоначчиевых чисел в 1-системе счисления аналогичен умножению в классической двоичной, хотя и обладает своей спецификой [1].

Основной способ деления чисел ($Z=X/Y$) в Фибоначчиевой системе счисления: накапливаются кратные числам Фибоначчи значения делителя, т.е. $N=Y\cdot K_j$ (K_j=1,2,3,5,...). Кратные делителя сравниваются с делимым, начиная с максимального кратного. В зависимости от результата сравнения формируется частное, т.е.

$$Z=\sum_{j=1}^{1} K_j \ .$$

Избыточность представления чисел в Фибоначчиевой двоичной 1-системе счисления по сравнению с классической двоичной колеблется от 28% до 45%. Следовательно, данная система требует для представления чисел на 28–45% больше двоичных разрядов, чем двоичная. Кроме того, из-за межразрядных переносов и большего количества самих разрядов в представлении числа алгоритмы сложения, вычитания, умножения и деления не могут быть быстрее соответствующих алгоритмов двоичной системы. Однако достоинство Фибоначчиевой системы счисления – в том, что ее избыточность позволяет обнаруживать ошибки при выполнении арифметических преобразований данных. По утверждению автора системы [1], процент обнаруживаемых ошибок достигает 99,99%.

Несмотря на очевидную непрактичность Фибоначчиевой системы счисления для конструирования цифровых вычислительных устройств, работы создателя системы и его учеников представляют собой значительный научный результат, который показывает неисследованность разнообразия систем счисления и необходимость поиска систем с новыми качествами.

Система остаточных классов

Система остаточных классов (СОК) – это непозиционная система счисления, числа в которой представляются остатками от деления на выбранную систему оснований $P_1, P_2,...,P_n$ и являются взаимнопростыми числами. Операции сложения, вычитания и умножения над числами в СОК производятся независимо по каждому основанию без переносов между разрядами (основаниями). Диапазон представимых чисел $\boldsymbol{P}=P_1\cdot P_2\cdot...\cdot P_n$ [4].

Если задан ряд положительных взаимнопростых чисел $P_1, P_2,...,P_n$, то целое положительное число A, представленное в виде набора наименьших положительных остатков (вычетов) от деления числа A на выбранные основания $P_1, P_2,...,P_n$, можно записать в виде $A=(\alpha_1, \alpha_2,...,\alpha_n)$,

$$\alpha_i = A-\left[\frac{A}{P_i}\right]\cdot P_i, \ \ i=1,2,...n \ ;$$

где [ ] – целочисленное деление. Это и есть запись числа в СОК.

Если исходные числа A, B, их сумма $A+B$ и их произведение $A\cdot B$ находятся в диапазоне $[0,\boldsymbol{P})$, то результаты операций сложения $A+B$ и умножения AB могут быть однозначно представлены соответственно остатками γ_i и ρ_i по тем же основаниям P_i, т.е.

$A=(\alpha_1, \alpha_2,...,\alpha_n),\ B=(\beta_1, \beta_2,...,\beta_n)$

$A+B=(\gamma_1, \gamma_2,...,\gamma_n),\ AB=(\rho_1, \rho_2,..., \rho_n)$,

где

$$\gamma_i = \alpha_i + \beta_i - \left[\frac{\alpha_i+\beta_i}{P_i}\right]\cdot P_i \ ,$$

$$\rho_i = \alpha_i \cdot \beta_i - \left[\frac{\alpha_i+\beta_i}{P_i}\right]\cdot P_i \ .$$

Рассмотрим примеры выполнения операций сложения и умножения чисел в СОК. Пусть основаниями системы являются P_1=2, P_2=3, P_3=5, P_4=7. Диапазон представимых чисел в данной системе P=2·3·5·7=210. Требуется сложить числа A=34 и B=87. По выбранным основаниям числа A и B в СОК будут иметь вид A=(0, 1, 4, 6), B=(1, 0, 2, 3).

Сложим числа A и B

$$\begin{array}{lc} A = & (0,\ 1,\ 4,\ 6) \\ B = & +\ (1,\ 0,\ 2,\ 3) \\ \hline A+B = & (1,\ 1,\ 1,\ 2) \end{array}$$

Легко проверить, что число $A+B$, представленное по выбранным основаниям как (1, 1, 1, 2), равно 121.

Пусть требуется умножить числа A=17 и B=8. A=(1, 2, 2, 3), B=(0, 2, 3, 1).

$$\begin{array}{lcl} A= & \times & (1, 2, 2, 3) \\ B= & & (0, 2, 3, 1) \\ \hline AxB= & & (0, 1, 1, 3) \end{array}$$

В самом деле, число AxB, представленное по выбранным основаниям как (0, 1, 1, 3), равно 136.

Такие операции, как деление, сравнение и др., требующие информации о величине всего числа, в СОК выполняются по более сложным алгоритмам. И в этом заключается существенный недостаток данной системы счисления, сдерживающий ее широкое применение в качестве компьютерной арифметики. Однако сегодня даже в самых современных компьютерах при работе с большими и супербольшими числами используют СОК, ибо только эта арифметика позволяет получать результаты вычислений в реальном времени. В таких случаях в качестве оснований СОК применяют величины, близкие к 2^m (m – двоичная разрядность компьютера), например 2^{m-1}-1, 2^{m-1}, 2^{m-1}+1 и т.д. Компьютер вычисляет результат по одному из модулей за один проход. Другие области применения СОК – помехоустойчивое кодирование, криптография и т.п.

Начиная с 1952 года специалисты многих стран мира, включая и СССР, занимались проблемой повышения скорости выполнения "неудобных" операций в СОК. Особую роль в решении данной проблемы сыграл Израиль Яковлевич Акушский. Немалый вклад в эту область науки внесли также Д.И.Юдицкий, В.М.Амербаев, А.А.Коляда.

Иерархические системы счисления

В конце 80-х – начале 90-х годов родилась идея соединения позиционных и непозиционных систем счисления, т.е. конструирования иерархических систем, которые должны сочетать в себе положительные стороны включенных в них систем счисления и быть свободными от их недостатков [5, 6]. Принцип построения иерархических систем в целом прост. Выбирается некоторая внешняя система счисления $A=\langle\alpha,\Omega\rangle$, где α – алфавит системы, а $\Omega=\Omega_0$, Ω_r – ее сигнатура. Сигнатура состоит из двух частей: операционной (Ω_0), содержащей символы операций системы, и реляционной (Ω_r), содержащей символы отношений. Цифры, т.е. элементы алфавита A этой системы, записываются в виде слов (кодов) другой (внутренней) системы счисления $\boldsymbol{B}=\langle\beta,\Omega\rangle$. Такую систему обозначают $\boldsymbol{A[B]}$.

Рассмотрим пример. Пусть $\boldsymbol{A}$ – десятичная позиционная система, а $\boldsymbol{B}$ – двоичная система.Тогда α={0,1,2,...,9}, β={0,1}. Двоичное кодирование цифр системы $\boldsymbol{A}$ (десятичной) производится, например, тетрадами: $0\to$ *0000*, $1\to$ *0001,...* , $9\to$ *1001*. Тогда число 23 (десятичное) запишется в иерархической системе счисления в виде двух тетрад (0010, 0011). Система $\boldsymbol{A[B]}$ в нашем примере – хорошо известная двоично-кодированная десятичная система, применяемая для представления десятичных чисел в современных ЭВМ.

Очевидно, что степень вложенности иерархической системы может быть и более двух. Иначе говоря, существуют иерархические системы счисления $\boldsymbol{A_0[A_1[A_2...[A_n]...]}$ с основаниями S_0, $S_1,...,S_n$, причем $S_0>S_1>...>S_n$. Система счисления (двоичная, восьмеричная, шестнадцатеричная), для которых

$S_0=S_1\cdot 2^m{}_1$, $S_1=S_2\cdot 2^m{}_2$,..., $S_n=S_{n-1}\cdot 2^m{}_n$ на уровне представления являются безызбыточными. Если данное условие не выполняется, система избыточна (например, двоично-кодированная десятичная).

Позиционно-остаточная система счисления

При конструировании иерархических систем счисления большой интерес представляет сочетание систем различных типов. Рассмотрим систему вида $\boldsymbol{A[B]}$, для которой $\boldsymbol{A}$ – позиционная система счисления с основанием S, а $\boldsymbol{B}$ – система счисления в остаточных классах с базовыми модулями P_1, P_2,..., P_r, такими, что $\boldsymbol{P}\geq S$, $\boldsymbol{P}=P_1\cdot P_2\cdot...\cdot P_r$. Такую систему называют позиционно-остаточной системой счисления.

Неравенство $\boldsymbol{P}\geq S$ – необходимое и достаточное условие однозначного представления цифр 0,1,...,S-1 позиционной системы наборами вычетов по модулям P_1, P_2,..., P_r. Однако учитывая необходимость корректной реализации арифметических операций в системе $\boldsymbol{A[B]}$ (например, формирование переноса и т.п.), можно поставить более жесткое условие $\boldsymbol{P}=P_1\cdot P_2\cdot...\cdot P_r\geq 2S$.

Весьма важен выбор величины основания S позиционной системы счисления и модулей системы счисления в остаточных классах. Отдавая дань двоичной системе счисления, можно выбирать $S\geq 2^m$. В этом случае модули СОК и их произведение должны удовлетворять условию $P\geq 2^{m+1}$. Для человека же наиболее удобны основания, кратные 10 (100, 1000 и т.д.).

Двоично-кодированная десятичная система – в известной мере компромисс между человеком и компьютером. Но ее относительная избыточность – 26,5%. Чтобы преодолеть данный недостаток, ряд исследователей предлагают для арифметики с плавающей запятой вместо основания 10 использовать 100 [7]. Тогда для хранения двух десятичных цифр достаточно иметь семь двоичных разрядов вместо восьми (избыточность представления – 22,7%). Переход к основанию 1000 позволяет размещать три десятичные цифры в 10 двоичных разрядах вместо 12 (избыточность представления – 2,35%). Расплата за экономичное представление чисел при переходе к основаниям вида 10^n – более сложные алгоритмы кодирования и декодирования таких чисел. Однако на уровне машинного представления арифметика все равно остается двоичной.

Арифметические операции в позиционно-остаточной системе счисления выполняются отдельно над цифрами внешней и внутренней системы. Такая ступенчатая реализация операций позволяет практически без изменений переносить алгоритмы внешней системы счисления на операции в системе $\boldsymbol{A[B]}$. При этом "цифровые" операции системы счисления A заменяются процедурами системы счисления $\boldsymbol{B}$.

Знако-разрядная позиционно-остаточная система счисления

Еще один пример иерархической системы счисления – знако-разрядная система с основанием S, цифры которой представляются в системе остаточных классов с базовыми модулями $\boldsymbol{P}=P_1$, P_2,...,P_r [8]. Достоинство данной системы счисления – высокая скорость выполнения арифметических операций над разрядными цифрами и минимальная длина пути распространения переноса между S-ичными разрядами (не далее соседнего разряда). Высокое быстродействие достигается за счет того, что при суммировании в каждом S-ичном разряде (S>2) одновременно формируются три величины: x_i+y_i, x_i+y_i-1, x_i+y_i+1.

Затем одна из них выбирается в качестве результата в зависимости от значения сигнала переноса t_i, принимающего значения –1, 0, +1.

Таким образом, появляется возможность параллельной обработки на нескольких компьютерах больших чисел с основаниями $S=2^m$. Обрабатывать большие числа в "реальном времени" способны даже двоичные персональные компьютеры, работающие по алгоритмам знако-разрядной позиционно-остаточной системы счисления.

Новейшие западные технологии, появляющиеся на российском рынке, в совокупности с отечественными разработками в области недвоичных компьютерных арифметик и синтеза новых способов и алгоритмов ускорения вычислений открывают перед разработчиками вычислительных систем новые возможности. Автор будет рад любым контактам со специалистами, заинтересовавшимися изложенными в статье идеями.

Литература

1. **Стахов А.П.** Введение в алгоритмическую теорию измерений. – М.: Сов.радио, 1997.

2. **Евстигнеев В.Г.** Недвоичная машинная арифметика и специализированные процессоры. – М.: МИФИ СЕРВИС и АО "ИНСОФТ", 1992.

3. **Поспелов Д.А.** Арифметические основы вычислительных машин дискретного действия. – М.: Высшая школа, 1970.

4. **Акушский И.Д., Юдицкий Д.И.** Машинная арифметика в остаточных классах. – М.: Сов. радио, 1968.

5. **Евстигнеев В.Г.** *S*-ичный сумматор. – Электронная техника. Сер. 10, 1986, вып. 5(59), с.17–19.

6. **Евстигнеев В.Г.** *S*-ичный сумматор. Авт. свид. №1273925.

7. **Schoichet S.R.** The LISP Machine. Mini-Micro System, 1978, №11(5), p. 68–74.

8. **Евстигнеев В.Г., Евстигнеева О.В.** Устройство для сложения n-разрядных чисел в избыточной системе счисления. Авт. свид №. 1188731.

Представляем автора статьи

Евстигнеев Владимир Гаврилович, доктор технических наук, доцент, начальник отдела НИИ "Орион". Автор более 20 публикаций. Имеет свыше 60 авторских свидетельств и патентов. Лауреат Государственной премии СССР в области науки и техники, присужденной за разработку и внедрение в народное хозяйство "систем измерения позиционно-модулярного типа". Область научных интересов – компьютерные арифметики, цифровая обработка сигналов, быстрые вычисления. Тел. (095) 374-47-91.

Пользователи — о сроках устаревания ПК

дайджест

По данным опроса журнала Byte, его читателям приходится все чаще менять свои домашние и офисные ПК из-за их быстрого морального старения. 43% опрошенных указали, что пользуются офисным компьютером три-четыре года, около 25% — два-три и 13% — менее двух лет. В целом 81% офисных ПК устаревают в течение четырех лет. Дома читатели пользуются ПК несколько дольше: 39% — три-четыре года, 10% — два-три и 16% — менее двух лет. Около 40% опрошенных сообщили, что до замены они насколько возможно обновляют машину, а 58% сразу покупают новый компьютер. Относительно объединительных плат с интерфейсами, способными работать со схемой центрального процессора любого поставщика, читатели не были столь единодушны. 34% считают, что для офисных ПК открытые интерфейсы "очень важны", 33% — "может быть и важны" и 31% — "совсем не важны". Примерно так же распределились ответы пользователей домашних ПК. Хотя две трети читателей отмечают важность таких интерфейсов, решение этой проблемы пока нельзя считать однозначным. Идея покупки для офиса ПК с не совместимым с x86 процессором не нашла широкой поддержки: лишь 17% положительно отреагировали на такое предложение, тогда как 41% полностью его отвергли. Лучше отнеслись к этой идее покупатели домашних ПК — 27% одобрили такое приобретение. Интересно, что на долю трех основных поставщиков не совместимых с x86 схем микропроцессоров — AMD, Cyrix и Centaur — приходится всего 10% рынка этих ИС. На вопрос о том, какую из 14 новых технологий персональных компьютеров читатели считают важнейшей, большинство ответили, что производительность машины волнует их сильнее, чем емкость памяти. Важнейшими технологическими инновациями читатели считают системную шину на 100 МГц, обеспечение скорости передачи по сети Ethernet 100 Мбайт/с и центральное процессорное устройство, работающее на тактовой частоте более 300 МГц. Проблемы замены CD-ROM цифровыми видеокассетами (DVD-ROM) и применения накопителей на гибких дисках емкостью 120 Мбайт по степени важности отнесены на 10—11-е места.

Byte, 1998, v.23, N2, p.74

Быстродействие — все выше, и выше, и выше

дайджест

Фирма IBM заключила контракт (85 млн. долл.) с Министерством энергетики США и Ливерморской национальной лабораторией на разработку суперкомпьютера с рекордным быстродействием —10^{12} вычислений в секунду. Для проведения такого объема расчетов с помощью ручного калькулятора потребовалось бы 10 миллионов лет. Машина будет выполнена по технологии RS/6000SP, использовавшейся при создании компьютера для игры с чемпионом мира по шахматам Г. Каспаровым. Суперкомпьютер будет установлен в Ливерморской лаборатории в 2000 году. Система предназначена для обеспечения безопасности и надежности работ по национальной термоядерной программе, проводимой теперь без полигонных испытаний.

http://www.electronicnews/com/enews/index.html

Прямой доступ к Internet

дайджест

Фирма Sony начала отгрузки двух моделей компьютеров серии Tower Computers с непосредственным подключением к сети Internet. Модели PCV-230 и PCV-210, поставляемые на рынок по цене менее 2 тыс. долл., оснащены процессорами Pentium II (на частоту 300 и 266 МГц соответственно) и прикладным интерфейсом VAIO Space II (объединенных видео-, аудио-операций) для регистрации одним "щелчком". В обеих моделях предусмотрены ускоренная обработка трехмерной графической информации с помощью 64-разрядного порта графического ускорителя, 32-разрядная аудиошина периферийных элементов, модем, обеспечивающий скорость передачи 33,6 Кбайт/сек. В модели PCV-230 установлены СДОЗУ емкостью 64 Мбайт и накопитель на жестких дисках емкостью 6,4 Гбайт, в PCV-210 — 32-Мбайт СДОЗУ и 4,3-Гбайт накопитель.

Electronic News, Feb. 16, 1998

Перспективы рынка "обедненных" серверов

дайджест

Что такое обедненный сервер? Как правило, это блок аппаратных и программных средств, рассчитанных на выполнение только одной функции, например предоставления доступа к Internet. Его конфигурация устанавливается заранее в соответствии с требованиями заказчика. Благодаря этому он не требует практически никакого обслуживания — заказчику достаточно просто включить сервер в сеть. К тому же он существенно сокращает рабочую нагрузку локальной сети. Обедненные серверы выпускают многие крупные изготовители компьютерной техники, например Data General, предложившая год назад так называемый "Web-порт в коробке", а также Creative Design Solutions, Axis Communications, Whistle Communications, Hewlett-Packard, Unisys, Freegate, Ptocom Technology, Mylex и др. К их числу планируют присоединиться и изготовители накопителей на жестких магнитных дисках Quantum, Western Digital и Seagate Technology, осуществившие инвестиции в фирмы по производству обедненных серверов. Хотя рынок таких серверов еще мало освоен, эксперты фирмы Dataquest считают, что в 2000 году будет продано более 1 млн. обедненных серверов, а доходы от их продаж составят около 1,5 млрд. долларов.

Electronic Business, March 1998