



Архитектура ЭВМ и систем

Лекция 2

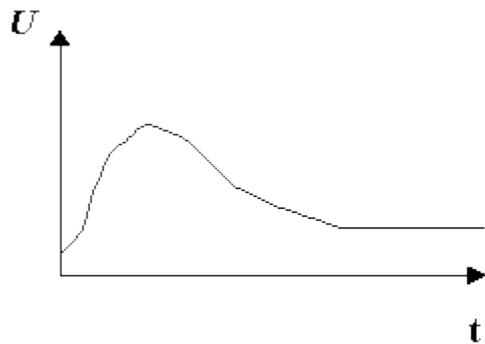
Классификация ЭВМ

■ II. По принципу действия

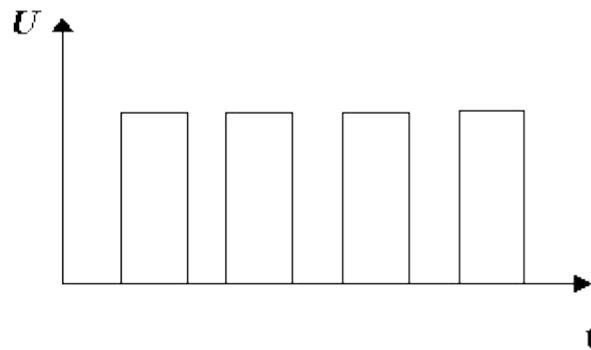
- аналоговые (АВМ),
- цифровые (ЦВМ),
- гибридные (ГВМ).

■ Критерий - форма представления информации, с которой они работают.

- А - аналоговая; Б - цифровая импульсная.



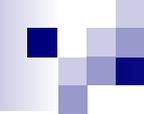
А



Б

■ III. По назначению

- универсальные (общего назначения)
 - предназначены для решения самых различных технических задач
- проблемно-ориентированные
 - служат для решения более узкого круга задач, обладают ограниченными по сравнению с универсальными ЭВМ аппаратными и программными ресурсами
- специализированные
 - используются для реализации строго определенной группы функций.



■ IV. По размерам и функциональным возможностям

- сверхбольшие (суперЭВМ)
- большие ЭВМ (мэйнфреймы)
- малые ЭВМ (мини ЭВМ)
- сверхмалые (микроЭВМ)

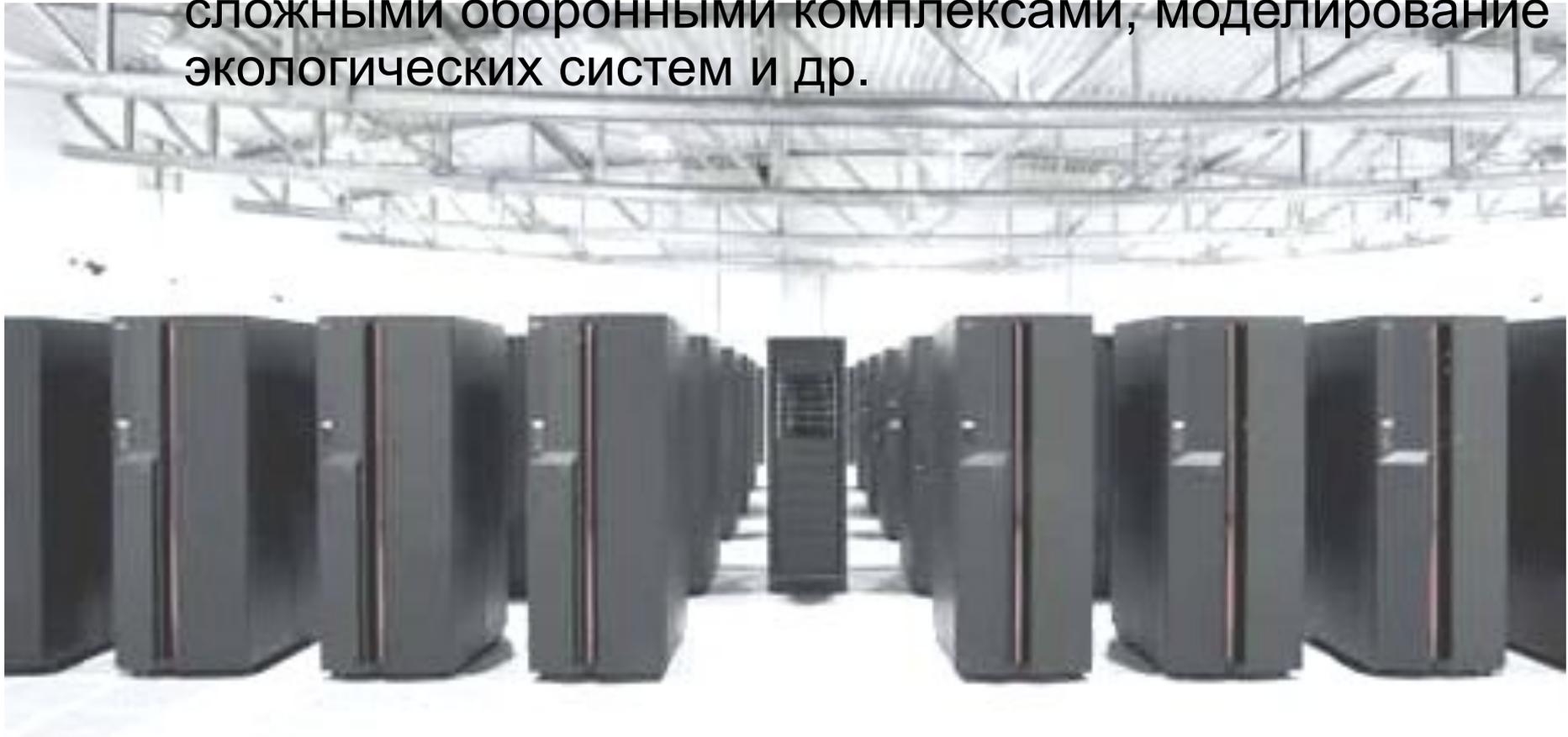
Сравнительные параметры классов ЭВМ, 2002г

Параметр	СуперЭВМ	Большие ЭВМ	Малые ЭВМ	Микро ЭВМ
Производительность, млн. опер. в сек. (MIPS)	1000–1000000	100–10000	10–1000	10–100
Емкость ОП, Мбайт	2000–100000	512–10000	128–2048	32–512
Емкость ВЗУ, Гбайт	500–50000	100–10000	20–500	10–50
Разрядность, бит	64–256	64–128	32–128	32–128

Единицы измерения производительности

КОПС (KOPS) Kilo Operations Per Second	тысяча неких усредненных операций над числами
МИПС (MIPS) Mega Instruction Per Second	миллион операций над числами с фиксированной точкой
МФЛОПС (MFlop/s) Mega Floating Operations Per Second	миллион операций над числами с плавающей точкой
ГФЛОПС (GFlop/s) Giga Floating Operations Per Second	миллиард операций в секунду над числами с плавающей точкой
ТФЛОПС (TFlop/s)	триллион операций в секунду
PFlop/s	

- **СуперЭВМ** – мощный компьютер с производительностью свыше 100 MFlop/s
- Применение – задачи, требующие громадных объемов вычислений:
 - прогнозирование метеообстановки, управление сложными оборонными комплексами, моделирование экологических систем и др.





N	Место	Кол-во CPU/ядер	Архитектура	Производительность GFlop/s	Разработчик
1	Москва Московский гос университет имени М.В. Ломоносова 2008 г.	1250/5000	узлов: 529 (2xXeon E5472 3 GHz 8.192 GB RAM) узлов: 64 (2xXeon E5472 3 GHz 8.192 GB RAM) узлов: 32 (2xXeon E5472 3 GHz 16.384 GB RAM) узлов: 8 (2xXeon E5472 3 GHz 32.768 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/СКИФ-ServNet + IPMI	47170 60000	СКИФ
2	Москва МСЦ РАН 2007 г.	940/3760	узлов: 394 (2xXeon 5365 3 GHz 4.096 GB RAM) узлов: 65 (2xXeon 5365 3 GHz 8.192 GB RAM) узлов: 9 (2xXeon 5365 3 GHz 16.384 GB RAM) узлов: 2 (2xXeon 5365 3 GHz 32.768 GB RAM) сеть: InfiniBand/2xGigabit Ethernet/Fast Ethernet	33885.1 45120	Hewlett-Packard
3	Уфа УГАТУ 2007 г.	532/2128	узлов: 266 (2xXeon 53xx 2.333 GHz 8.192 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/Gigabit Ethernet	14600 19858.5	IBM
	Челябинск Южно-Уральский государственный университет 2008 г.	332/1328	узлов: 166 (2xXeon E5472 3 GHz 8.192 GB RAM) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/СКИФ-ServNet	12200 15936	Т-Платформы
5	Красноярск СФУ 2007 г.	452/1808	узлов: 226 (2xXeon 53xx 2.333 GHz) сеть: InfiniBand/Gigabit Ethernet/Gigabit Ethernet	9287 16872.3	IBM
6	Томск Межрегиональный вычислительный центр Томский государственный университет 2007 г.	564/1128	узлов: 282 (2xXeon 5150 2.667 GHz 4.096 GB RAM) сеть: QLogic InfiniPath/Gigabit Ethernet/СКИФ-ServNet	9013 12002	Т-Платформы

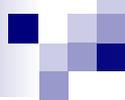
Июнь 08



Rank	Site	Computer/Year Vendor	Cores	R_{\max} (TFlop/s)	R_{peak}	Power
1	DOE/NNSA/LANL United States	Roadrunner - BladeCenter QS22/LS21 Cluster, PowerXCell 8i 3.2 Ghz / Opteron DC 1.8 GHz , Voltaire Infiniband / 2008 IBM	122400	1026.00	1375.78	2345.50
2	DOE/NNSA/LLNL United States	BlueGene/L - eServer Blue Gene Solution / 2007 IBM	212992	478.20	596.38	2329.60
3	Argonne National Laboratory United States	Blue Gene/P Solution / 2007 IBM	163840	450.30	557.06	1260.00
4	Texas Advanced Computing Center/Univ. of Texas United States	Ranger - SunBlade x6420, Opteron Quad 2Ghz, Infiniband / 2008 Sun Microsystems	62976	326.00	503.81	2000.00
5	DOE/Oak Ridge National Laboratory United States	Jaguar - Cray XT4 QuadCore 2.1 GHz / 2008 Cray Inc.	30976	205.00	260.20	1580.71

- **Большие ЭВМ** (появились в конце 40-х ХХв) – высокопроизводительный компьютер общего назначения со значительным объемом ОП и внешней памяти, предназначенный для интенсивных вычислений.
- надежность, быстродействие
- Основные направления применения
 - решение научно-технических задач,
 - работа в вычислительных системах с пакетной обработкой информации,
 - работа с большими базами данных,
 - управление вычислительными сетями и их ресурсами.
 - использование в качестве больших серверов вычислительных сетей.
- **Примеры.**
 - IBM 360, IBM 370, ЕС ЭВМ.
 - IBM 390, IBM 4300 (4331,4341,4361,4381), IBM ES/9000
 - М 1800 (Fujitsu).

- **МиниЭВМ** (малые) – компьютеры, обладающие несколько более низкими по сравнению с мейнфреймами возможностями.
- **Достоинства:**
 - более компактны и значительно дешевле больших ЭВМ
 - надежные и удобные в эксплуатации
 - лучшее, чем у мейнфреймов, соотношение производительность/цена
 - повышенная точность вычислений.
- **Используются**
 - для управления технологическими процессами,
 - для вычислений в многопользовательских вычислительных системах,
 - в системах моделирования несложных объектов,
 - в системах искусственного интеллекта.
- **Супермини-ЭВМ** – вычислительные машины, относящиеся по архитектуре, размерам и стоимости к классу малых ЭВМ, но по производительности сравнимы с большой ЭВМ
- **Примеры.**
 - PDP-11, CM ЭВМ (Системы Малых ЭВМ).
 - супермини-ЭВМ VAX-9410, 9430, HS 4000
 - IBM 4381, HP 9000;
 - Wang VS 7320 и др.

- 
- **МикроЭВМ** - первоначально определялась как ЭВМ, построенная на основе микропроцессора.
 - Выделяют:
 - Персональные компьютеры
 - Серверы
 - Рабочие станции

■ **Персональные компьютеры –**

- универсальные ЭВМ, предназначенные для индивидуального использования.

■ **Характеристики:**

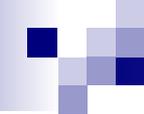
- малая стоимость
- гибкость архитектуры
- "дружественность" ОС и др. программного обеспечения
- высокая надежность работы

■ **По конструктивным особенностям ПК делятся на**

- стационарные (настольные)
- переносные

■ **Переносные компьютеры**

- Портативные рабочие станции
- Блокноты (Note Book и Sub Note Book, Omni Book)
- Карманные компьютеры (Palm Top).
- Электронные секретари (PDA – Personal Digital Assistent, Hand Help).
- Электронные записные книжки (organizer).



Системы счисления

- На этом свете 10 типов людей – те, кто понимает двоичную систему счисления и те, кто не понимает ее.

Основные понятия

- Система счисления – совокупность символов и правил для обозначения чисел.
 - Непозиционные – с/с, в которых каждый символ сохраняет свое значение независимо от места его положения в числе.
 - С/с называется позиционной, если одна и та же цифра имеет различное значение, определяющееся позицией цифры в последовательности цифр, изображающей число.
- Основание с/с – количество p различных цифр, употребляемых в позиционной с/с (определяет название с/с)
- Любое число N в позиционной с/с с основанием p может быть представлено в виде:

$$N = a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0 + a_{-1} p^{-1} + a_{-2} p^{-2} + \dots$$

$$N = a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots$$

Наиболее важные с/с

Десятичная	Двоичная		Восьмеричная	Шестнадцатеричная
	триады	тетрады		
0	000	0000	0	0
1	001	0001	1	1
2	010	0010	2	2
3	011	0011	3	3
4	100	0100	4	4
5	101	0101	5	5
6	110	0110	6	6
7	111	0111	7	7
8		1000	10	8
9		1001	11	9
10		1010	12	A
11		1011	13	B
12		1100	14	C
13		1101	15	D
14		1110	16	E
15		1111	17	F

Перевод чисел из одной с/с в другую

- Перевод чисел в десятичную с/с
- Перевод десятичных чисел в недесятичную с/с
 - целых десятичных чисел
 - правильных дробей
 - неправильных десятичных дробей
- Перевод восьмеричного или шестнадцатеричного числа в двоичную форму
- Переход от двоичной к восьмеричной (шестнадцатеричной) системе
- Перевод из восьмеричной в шестнадцатеричную систему и обратно

Перевод чисел в десятичную с/с

- 1. Составление степенного ряда с основанием той системы, из которой число переводится.
- 2. Вычисление значения суммы.
- Пример. Перевести $010100_2 \rightarrow "10" \text{ с.с.}$
 - $010100_2 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^2 = 16 + 4 = 20_{10}$
- Задание
 - $10101101.101_2 \rightarrow "10" \text{ с.с.}$
 - $703.04_8 \rightarrow "10" \text{ с.с.}$
 - $B2E.4_{16} \rightarrow "10" \text{ с.с.}$
- Ответы
 - 173.625_{10}
 - 451.0625_{10}
 - 2862.25_{10}

Перевод целых десятичных чисел в недесятичную с/с

- Последовательное деление на основание той системы, в которую число переводится, до тех пор, пока не получится частное меньше этого основания.
- Число записывается в виде остатков деления, начиная с последнего.
- Пример. Перевести $20_{10} \rightarrow "2" \text{ с.с}$
- $20_{10} = 10100_2$

■ Задание

- $181_{10} \rightarrow "8" \text{ с.с.}$
- $622_{10} \rightarrow "16" \text{ с.с.}$

■ Ответы

- 265_8
- $26E_{16}$

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} \underline{20} \mid 2 \\ \underline{20} \mid 10 \mid 2 \\ 0 \quad \underline{10} \mid 5 \mid 2 \\ \quad \underline{0} \quad \underline{4} \mid 2 \mid 2 \\ \quad \quad \underline{1} \quad \underline{2} \mid 1 \mid 2 \\ \quad \quad \quad \underline{0} \quad \underline{0} \mid 2 \\ \quad \quad \quad \quad \underline{1} \end{array} \end{array}$$

Перевод правильных дробей из десятичной с/с в недесятичную

- Дробь последовательно умножать на основание той системы, в которую она переводится.
- Умножаются только дробные части.
- Дробь записывается в виде целых частей произведений, начиная с первого.

■ Пример. Перевести $0.3125_{10} \rightarrow "8" \text{ с.с.}$

■ $0.3125_{10} = 0.24_8$

■ Задание

□ $0.65_{10} \rightarrow "2" \text{ с.с.}$

□ $0,7243_{10} \rightarrow "2" \text{ с.с.}$ Точность 6 знаков

□ $0,2_{10} \rightarrow "16" \text{ с.с.}$

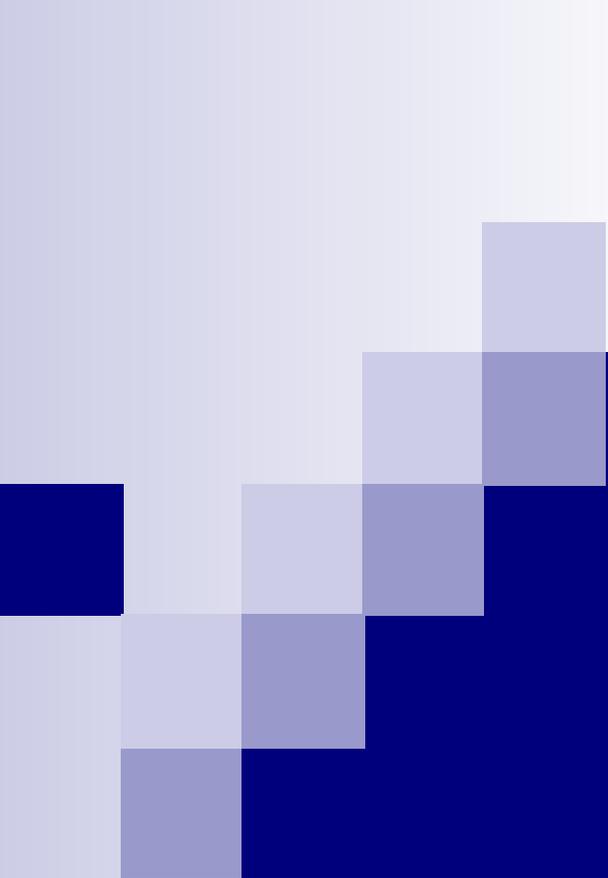
■ Ответы

□ $0.10(1001)_2$

□ $0,101110_2$

□ $0,(3)$

	0		3125 × 8
	2		5000 × 8
↓	4		0000



Архитектура ЭВМ и систем

Лекция 3

Перевод НЕправильной десятичной дроби в недесятичную с/с

- отдельно перевести целую часть и отдельно дробную
- целые числа остаются целыми, а правильные дроби – дробями в любой с/с
- Пример. Перевести $23.125_{10} \rightarrow "2" \text{ с.с.}$

$$23_{10} = 10111_2 \quad 0.125_{10} = 0.001_2$$

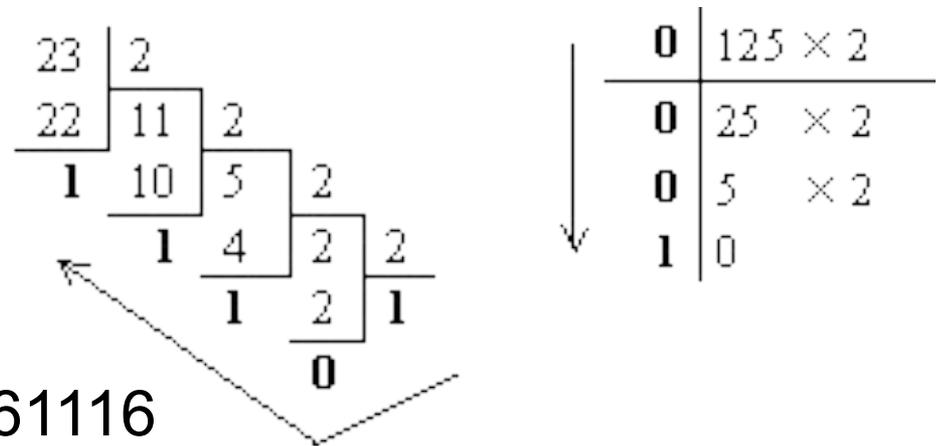
$$23.125_{10} = 10111.001_2$$

■ Задание

- $993.761_{10} \rightarrow "8" \text{ с.с.}$

■ Ответ

- 1741.605503453004061116



Перевод 8-ичного или 16-ичного числа в двоичную форму

- заменить каждую цифру числа соответствующей триадой или тетрадой
- отбросить ненужные нули в старших и младших разрядах

■ Примеры

□ $305.4_8 \rightarrow$ "2" с.с.

□ $7B2.E_{16} \rightarrow$ "2" с.с.

$$\begin{array}{cccc} \underbrace{3} & \underbrace{0} & \underbrace{5} & \underbrace{.4} \\ 011 & 000 & 101 & 100 \end{array} \quad = 11000101.1_2$$

■ Задание

□ $1725.326_8 \rightarrow$ "2" с.с.

□ $7BF.52A_{16} \rightarrow$ "2" с.с.

$$\begin{array}{cccc} \underbrace{7} & \underbrace{B} & \underbrace{2} & \underbrace{.E} \\ 0111 & 1011 & 0010 & 1110 \end{array} \quad = 11110110010.111_2$$

■ Ответы

□ 1111010101.01101011

□ 1111011111.01010010101

Переход от двоичной к 8-ичной (16-ичной) системе

- от точки влево и вправо, разбить двоичное число на группы по 3 (4) разряда, дополняя при необходимости нулями крайние левую и правую группы.
- триаду (тетраду) заменить соответствующей 8-ичной (16-ичной) цифрой.

■ Примеры

- а) $1101111001.1101_2 \rightarrow "8"$ с.с.
- б) $1111111011.100111_2 \rightarrow "16"$ с.с.

$$\begin{array}{cccccc} \underline{001} & \underline{101} & \underline{111} & \underline{001} & \underline{110} & \underline{100} & = & 1571.64_8 \\ 1 & 5 & 7 & 1 & 6 & 4 & & \end{array}$$

■ Задание

- $1011110.1101_2 \rightarrow "8"$ с.с.
- $110111101.0101101_2 \rightarrow "16"$ с.с.

$$\begin{array}{cccccc} \underline{0111} & \underline{1111} & \underline{1011} & \underline{1001} & \underline{1100} & = & 7FB.9C_{16} \\ 7 & F & B & 9 & C & & \end{array}$$

■ Ответы

- 136.64
- 37D.5A

Перевод из 8ичной в 16ичную систему и обратно

- через двоичную систему с помощью триад и тетрад

- Пример

- $175.24_8 \rightarrow$ "16" с.с.

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 7 & 5 & . & 2 & 4 & \\ \underbrace{1} & \underbrace{7} & \underbrace{5} & . & \underbrace{2} & \underbrace{4} & \\ 001 & 111 & 101 & . & 010 & 100 & \end{array} = 1111101.0101_2 = \underbrace{0111}_7 \underbrace{1101}_D \underbrace{.0101}_5_2 = 7D.5_{16}$$

$$175.24_8 = 7D.5_{16}$$

- Задание

- $312.7_8 \rightarrow$ "16" с.с.
 - $5B.F_{16} \rightarrow$ "8" с.с.

- Ответы

- CA.E
 - 133.74

Двоичная арифметика

Таблица двоичного сложения	Таблица двоичного вычитания	Таблица двоичного умножения
$0+0=0$	$0-0=0$	$0\times 0=0$
$0+1=1$	$1-0=1$	$0\times 1=0$
$1+0=1$	$1-1=0$	$1\times 0=0$
$1+1=10$	$10-1=1$	$1\times 1=1$

Сложение

- $X=1101, Y=101; X+Y - ?$

$$\begin{array}{r} \text{единицы переноса} \\ \\ X= 1101 \\ Y= 01 \\ \hline X+Y= 10010 \end{array}$$

- $1101+101=10010$

- $X=1101, Y=101, Z=111; X+Y+Z - ?$

$$\begin{array}{r} \text{единицы переноса} \\ \\ X= 1101 \\ Y= 01 \\ Z= 11 \\ \hline X+Y+Z= 11001 \end{array}$$

- $1101+101+111=11001$

Вычитание

- $X=10010$, $Y=101$. $X-Y$ -?

- $$\begin{array}{r} 10010 \\ -101 \\ \hline 01101 \end{array}$$

- $10010 - 101 = 1101$

Умножение

- $1001 \times 101 = ?$

$$\begin{array}{r} 1001 \\ \times 101 \\ \hline 1001 \\ 10010 \\ \hline 101101 \end{array}$$

- $1001 \times 101 = 101101$
- Таким образом, операция умножения в двоичной с.с. сводится к операции сдвига и сложения.

Деление

- Аналогично умножению операция деления сводится к операции сдвига и вычитания.
- Пример. $1100.011 : 10.01 - ?$

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} \underline{110001.1} \\ - 1001 \\ \hline 1101 \\ - 1001 \\ \hline 1001 \\ - 1001 \\ \hline 0 \end{array} \quad \left| \begin{array}{r} 1001 \\ \hline 101.1 \end{array} \right. \end{array}$$

- $1100.011 : 10.01 = 101.1.$

Упражнения

- 1. Перевести числа в десятичную с.с.
 - б) 10110111.1011_2 ; в) 563.44_8 ; е) $9A2F.B5_{16}$.
- 2. Перевести числа из "10" с.с в "2", "8", "16" с.с.:
 - а) 463; г) 3925;
- 3. Перевести числа из "10" с.с в "2", "8", "16" с.с. (точность вычислений – 5 знаков после точки):
 - б) 0.345; д) 217.375;
- 4. Перевести числа из одной с.с. в другую:
 - б) $51.438 \rightarrow "16" \text{ с.с.}$; г) $D4.1916 \rightarrow "8" \text{ с.с.}$
- 5. Заданы двоичные числа X и Y. Вычислить X+Y и X-Y , если:
 - в) $X=100011001$; $Y=101011$.
- 6. Заданы двоичные числа X и Y. Вычислить X*Y и X/Y , если:
 - а) $X=1000010011$; $Y=1011$;

Основы машинной арифметики

- Коды чисел (прямой, обратный и дополнительный)
- Сложение чисел в обратном и дополнительном кодах
- Модифицированные обратный и дополнительный коды

Коды чисел

- К кодам предъявляются следующие требования:
 - 1) Разряды числа в коде жестко связаны с определенной разрядной сеткой.
 - 2) Для записи кода знака в разрядной сетке отводится фиксированный, строго определенный разряд.

Прямой код

- совпадает по изображению с записью самого числа. Значение знакового разряда для положительных чисел равно 0, а для отрицательных чисел 1.
- Пример. Число ± 13 . Для записи кода выделен один байт.
 - число прямой код
 - +1101 0,0001101
 - -1101 1,0001101
- Задача.
- Какие числа задают следующие коды 00000 и 10000?

Обратный код

- Обратный код для положительного числа совпадает с прямым кодом. Для отрицательного числа все цифры числа заменяются на противоположные (т.е. прямой код инвертируется), а в знаковый разряд заносится единица.
- Пример.
 - число прямой код обратный код
 - +1101 0,0001101 0,0001101
 - -1101 1,0001101 1,1110010
- Для получения прямого кода необходимо проинвертировать обратный код.
- Задача. Как в обратном коде может быть задан нуль?

Дополнительный код

- Для положительного числа совпадает с прямым кодом.
- Для отрицательного числа доп.код образуется из обратного кода добавлением к младшему разряду единицы.
- Пример.
 - число прямой код обратный код дополнительный код
 - +1101 0,0001101 0,0001101 0,0001101
 - -1101 1,0001101 1,1110010 1,1110011
- Задачи. Записать числа в дополнительном коде:
 - а) -91 (использовать 8 разрядов);
 - б) -5 (использовать 16-разрядов)
- Ответы. а) $-1011011 = 1,0100101$; б) $-5 = 1,111\ 1111\ 1111\ 1011$.
- Для восстановления прямого кода числа из дополнительного нужно
 - все цифры, кроме знаковой, заменить на противоположные
 - затем прибавить 1.
- В дополнительном коде ноль изображается только одной комбинацией.

Сложение чисел в обратном и дополнительном кодах

- При сложении чисел в дополнительном коде возникающая единица переноса в знаковом разряде отбрасывается.
- При сложении чисел в обратном коде возникающая единица переноса в знаковом разряде прибавляется к младшему разряду суммы кодов. Такой перенос называется круговым или циклическим

Пример 2

- $X = -101, Y = -110$
- $X + Y = -1011$

Модифицированные обратный и дополнительный коды

- Перевести в двоичный код и сложить
 $X=56_{16}$ $Y=68_{16}$

$$X = 0,1010110$$

$$Y = \underline{0,1101000}$$

$$X+Y = 1,0111110$$