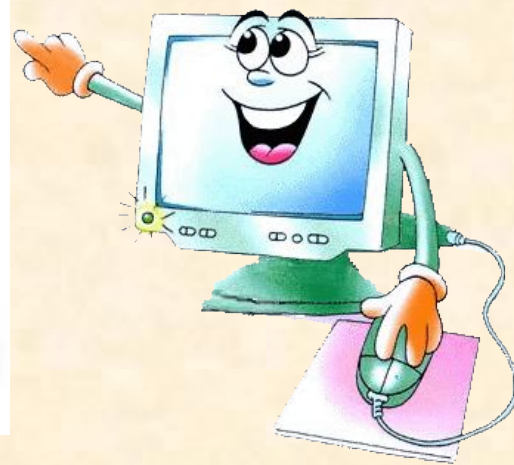


Системы счисления

Правила перевода чисел из одной системы счисления в другую



Цель урока:

Закрепит на практике ранее полученные знания о системах счисления

Научиться самостоятельно выполнять перевод десятичных чисел в двоичную, восьмеричную, шестнадцатеричную систему счисления и обратно.



Системы счисления

Система счисления – это знаковая система, в которой числа записываются по определённым правилам с помощью символов некоторого алфавита, называемых цифрами



Количественное значение каждой цифры числа зависит от того, в каком месте (позиции или разряде) записана та или иная цифра.

0,7 7 70

Количественное значение цифры числа не зависит от того, в каком месте (позиции или разряде) записана та или иная цифра.

XIX

Перевод десятичного числа в двоичную, восьмеричную, шестнадцатеричную систему

Для перевода десятичного числа в двоичную систему его необходимо последовательно делить на 2 до тех пор, пока не останется остаток, меньший или равный 1. Число в двоичной системе записывается как последовательность последнего результата деления и остатков от деления в обратном порядке.

Пример. Число 22_{10} перевести в двоичную систему счисления.

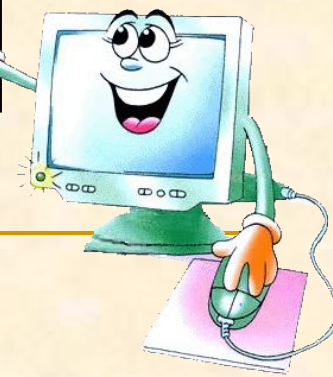
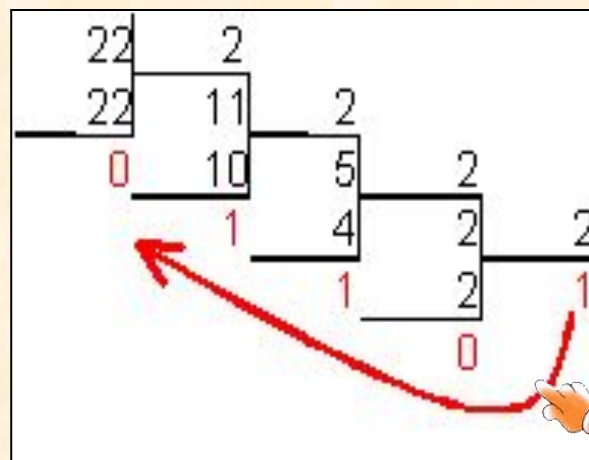
Ответ: $22_{10} = 10110_2$

Задание №1: Переведите целые числа из десятичной системы счисления в двоичную

76; 121

Ответ: $76_{10} = 100100_2$

$121_{10} = 1101_2$



Перевод десятичного числа в двоичную, восьмеричную, шестнадцатеричную систему

Для перевода десятичного числа в восьмеричную систему его необходимо последовательно делить на 8 до тех пор, пока не останется остаток, меньший или равный 7. Число в двоичной системе записывается как последовательность последнего результата деления и остатков от деления в обратном порядке.

Пример. Число 571_{10} перевести в восьмеричную систему счисления.

Ответ: $571_{10} = 1073_8$

Задание №2 Переведите целые числа из десятичной системы счисления в восьмеричную

98; 126

Ответ: $98_{10} = 142_8$

$126_{10} = 176_8$

$$\begin{array}{r} 571 \div 8 = 71 \text{ (остаток } 5) \\ 71 \div 8 = 8 \text{ (остаток } 7) \\ 8 \div 8 = 1 \text{ (остаток } 0) \end{array}$$



Перевод десятичного числа в двоичную, восьмеричную, шестнадцатеричную систему

Для перевода десятичного числа в шестнадцатеричную систему его необходимо последовательно делить на 16 до тех пор, пока не останется остаток, меньший или равный 15. Число в двоичной системе записывается как последовательность последнего результата деления и остатков от деления в обратном порядке.

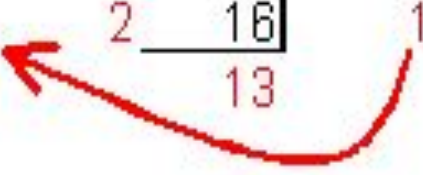
Пример. Число 7467_{10} перевести в шестнадцатеричную систему счисления.

Ответ: $7467_{10} = 1D2B_{16}$

Задание №3: Переведите целые числа из десятичной системы счисления в шестнадцатеричную
 659 ; 333

Ответ: $659_{10} = 293_{16}$
 $333_{10} = 2D_{16}$

7467	16		
7456	466	16	
11	464	29	16
	2	16	1
		13	





Физкультминутка

Чтобы перевести число из двоичной системы в восьмеричную, его нужно разбить на триады (тройки цифр), начиная с младшего разряда, в случае необходимости дополнив старшую триаду нулями, и каждую триаду заменить соответствующей восьмеричной цифрой из таблицы

Пример. Число 1001110_2 перевести в восьмеричную систему счисления.

Ответ: $1001110_2 = 001\ 001\ 110_2 = 116_8$

Таблица соответствия двоичных групп по три цифры в восьмеричные цифры

Двоичная система	Восьмеричная система
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

Чтобы перевести число из двоичной системы в шестнадцатеричную, его нужно разбить на тетрады (четверки цифр), начиная с младшего разряда, в случае необходимости дополнив старшую тетраду нулями, и каждую тетраду заменить соответствующей восьмеричной цифрой из таблицы

Пример. Число 100111110_2 перевести в шестнадцатеричную систему счисления.

Ответ: $100111110_2 = 0001\ 0011\ 1110_2 = 13E_{16}$

Таблица соответствия двоичных групп по четыре цифры в шестнадцатеричные цифры

Десятичная система	Двоичная система	Шестнадцатеричная система
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Для перевода **восьмеричного** числа в **двоичное** необходимо каждую цифру **заменить эквивалентной ей двоичной триадой**.

Пример. Число 531_8 перевести в двоичную систему счисления

Ответ: $531_8 = 101011001_2$



Таблица соответствия двоичных групп по три цифры в восьмеричные цифры

Двоичная система	Восьмеричная система
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

Задание №4: Переведите следующие числа:

1) $10001111111000_2 \rightarrow A_8$

2) $11000011111_2 \rightarrow A_8$

3) $111111111100000_2 \rightarrow A_{16}$

4) $01100011100_2 \rightarrow A_{16}$

Ответ: 1)= 21770_8

2)= 3037_8

3)= $7FE0_{16}$

4)= $31C_{16}$

ТЕСТ

контроль знаний



1) Что такое система счисления?

- А) это знаковая система, в которой числа записываются по определённым правилам с помощью символов некоторого алфавита, называемых цифрами.
В) это знаковая цифровая система, в которой знаки записываются по определённым правилам.
С) это знаковая система, в которой числа записываются в свободном порядке с помощью символов.

2) На какие группы делятся системы счисления?

- А) позиционные и цифровые
В) непозиционные и цифровые
С) позиционные и непозиционные

3) Какая система счисления называется позиционной?

- А) смысл цифры числа не зависит от занимаемой ею позиции, римская система.
В) значение цифры зависит от её места
С) нет верного ответа

4) Какая система счисления называется непозиционной?

- А) смысл цифры числа не зависит от занимаемой ею позиции, римская система.
В) значение цифры зависит от её места
С) нет верного ответа

5) Чтобы перевести число из двоичной системы в шестнадцатеричную, его нужно разбить на.....

- А) триады
В) тетрады
С) нет верного ответа

6) Чтобы перевести число из двоичной системы в восьмеричную, его нужно разбить на.....

- А) триады
В) тетрады
С) нет верного ответа

7) в случае необходимости дополни старшую тетраду или триаду

- А) нулями
В) единицами
С) нулями или единицами

Ключ к тесту: 1) А; 2) С; 3) В; 4) А; 5) В; 6) А; 7) А



Рефлексия



На стикерах напишите свои ощущения за урок, и прикрепите к той картинке, которая отражает ваше настроение в данный момент.



У меня все
получилось! Мне
все понравилось.

Мне было трудно,
я ничего не понял.



Так, над эти нужно
подумать.



Спасибо за урок



-
- Что такое система счисления? (система счисления – это знаковая система, в которой числа записываются по определённым правилам с помощью символов некоторого алфавита, называемых цифрами)
 - На какие группы делятся системы счисления? (позиционные и непозиционные)
 - Какая система счисления называется позиционной? Привести пример (система счисления, в которой значение любой цифры не зависит от занимаемой ею позиции. Например, римская система счисления)
 - Какая система счисления называется позиционной? (система счисления, в которой значение любой в числе зависит от её положения в ряду цифр, изображающих это число. Например, десятичная система счисления)
-

Позиционные системы счисления

«Мысль – выражать все числа немногими знаками, придавая им значение по форме, ещё значение по месту, настолько проста, что именно из-за этой простоты трудно оценить, насколько она удивительна»

Пьер Симон Лаплас

Первая позиционная система счисления была придумана еще в Древнем Вавилоне, причем вавилонская нумерация была **шестидесятеричная**, т.е. в ней использовалось шестьдесят цифр!

В XIX веке довольно широкое распространение получила **двенадцатеричная** система счисления.

В настоящее время наиболее распространены **десятичная, двоичная, восьмеричная и шестнадцатеричная** системы счисления.

Основание системы счисления

Количество различных символов, используемых для изображения числа в позиционных системах счисления, называется **основанием системы счисления**.

Позиции цифр называются разрядами.

Основание системы счисления показывает во сколько раз изменяется количественное значение цифры при перемещении её на соседнюю позицию

За основание системы можно принять любое натуральное число не менее 2.

Основание системы счисления

Компьютеры используют двоичную систему так как

- для её реализации нужны технические устройства с двумя устойчивыми состояниями,
- представление информации с помощью только двух состояний надежно и помехоустойчиво,
- возможно применение аппарата булевой алгебры для выполнения логических преобразований,
- двоичная арифметика намного проще десятичной

Двоичная система, удобная для компьютера, для человека неудобна из-за её громоздкости и непривычной записи. Для того, чтобы понимать слово компьютера, разработаны восьмеричная и шестнадцатеричная системы счисления. Числа в этих системах требуют в 3/4 раза меньше разрядов, чем в двоичной системе.

Основание системы счисления

Запись чисел в каждой из систем счисления с основанием q означает сокращенную запись выражения

$$a_{n-1}q^{n-1} + a_{n-2}q^{n-2} + \dots + a_1q^1 + a_0q^0 + a_{-1}q^{-1} + \dots + a_{-m}q^{-m},$$

где a_i – цифры системы счисления, n и m – число целых и дробных разрядов соответственно

Система счисления	Основание	Алфавит цифр
Десятичная	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Двоичная	2	0, 1
Восьмеричная	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Шестнадцатеричная	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

Соответствие систем счисления

Десятичная	0	1	2	3	4	5	6	7
Двоичная	0	1	10	11	100	101	110	111
Восьмеричная	0	1	2	3	4	5	6	7
Шестнадцатеричная	0	1	2	3	4	5	6	7

Десятичная	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Двоичная	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	10000
Восьмеричная	10	11	12	13	14	15	16	17	20
Шестнадцатеричная	8	9	A	B	C	D	E	F	10

В меню

назад

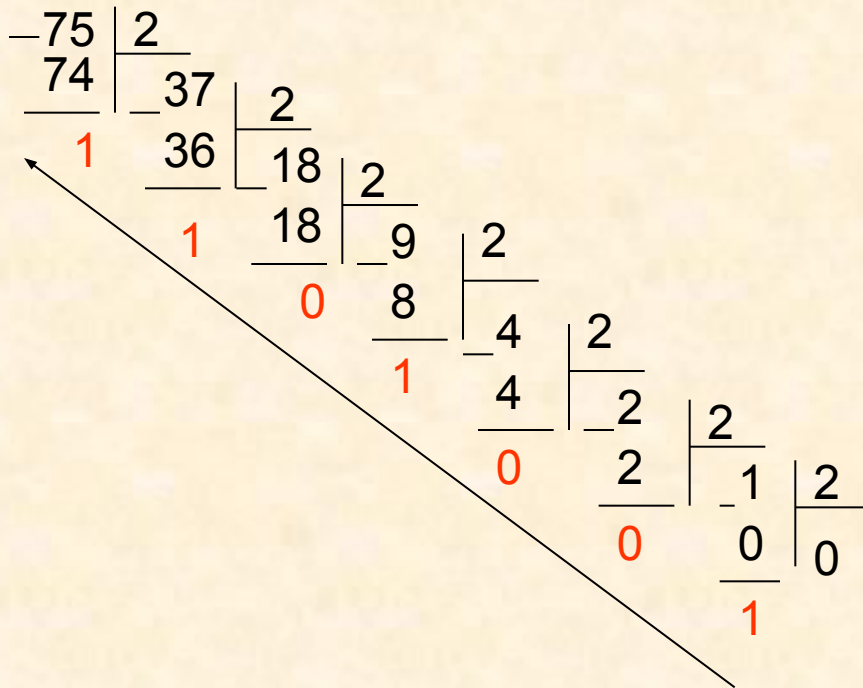
Перевод целых чисел из десятичной системы счисления

Алгоритм перевода:

1. Последовательно делить с остатком данное число и получаемые целые частные на основание новой системы счисления до тех пор, пока частное не станет равно нулю.
2. Полученные остатки выразить цифрами алфавита новой системы счисления
3. Записать число в новой системе счисления из полученных остатков, начиная с последнего.

Перевод целых чисел из десятичной системы счисления

Пример. Перевести число 75 из десятичной системы счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную.



$$75_{10} = 1001011_2$$

Перевод целых чисел из десятичной системы счисления

Пример 1. Перевести число 75 из десятичной системы счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную.

$$\begin{array}{r|l} -75 & 8 \\ \hline 72 & 9 \\ \hline 3 & 8 \\ & 1 \\ & 0 \\ & 0 \end{array}$$

←

$$75_{10} = 113_8$$

$$\begin{array}{r|l} -75 & 16 \\ \hline 64 & 4 \\ \hline 11 & 0 \\ & 0 \end{array}$$

←

$$75_{10} = 4B_{16}$$

Перевод правильной десятичной дроби из десятичной системы счисления

Алгоритм перевода:

1. Последовательно умножать десятичную дробь и получаемые дробные части произведений на основание новой системы счисления до тех пор, пока дробная часть не станет равна нулю или не будет достигнута необходимая точность перевода.
2. Полученные целые части произведений выразить цифрами алфавита новой системы счисления.
3. Записать дробную часть числа в новой системе счисления начиная с целой части первого произведения.

Перевод правильной десятичной дроби из десятичной системы счисления

Пример. Перевести число 0,35 из десятичной системы в счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную.

$$\begin{array}{r} \times 0,35 \\ \times 2 \\ \hline 0,70 \\ \times 2 \\ \hline 1,40 \\ \times 2 \\ \hline 0,80 \\ \times 2 \\ \hline 1,60 \\ \times 2 \\ \hline 1,20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,35 \\ \times 8 \\ \hline 2,80 \\ \times 8 \\ \hline 6,40 \\ \times 8 \\ \hline 3,20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,35 \\ \times 16 \\ \hline 5,60 \\ \times 16 \\ \hline 9,60 \end{array}$$

$$0,35_{10} = 0,01011_2$$

$$0,35_{10} = 0,263_8$$

$$0,35_{10} = 0,59_{16}$$

В меню

Перевод вещественных чисел из десятичной системы счисления

При переводе смешанных дробей отдельно по своим правилам переводятся целая и дробные части, результаты перевода разделяются запятой.



Перевод вещественных чисел из десятичной системы счисления

Пример. Перевести число 68,74 из десятичной системы в счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную

Conversion of integer part 68 to binary:

68	2
34	2
17	2
8	2
4	2
2	2
1	2
0	0

Conversion of fractional part 0,74 to binary:

0,74	2
1,48	2
0,96	2
1,92	2
1,84	2
1,68	2

Arrows indicate the sequence of bits from bottom to top: 1000100,10111.

$$68,74_{10} = 1000100,10111_2$$

Перевод вещественных чисел из десятичной системы счисления

Пример. Перевести число 68,74 из десятичной системы в счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную

$$\begin{array}{r|l} 68 & 8 \\ \hline 64 & 8 \\ \hline 4 & 8 \\ & 0 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 8 & 8 \\ \hline 1 & 8 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,74 \\ \times 8 \\ \hline 8 \\ \times 5,92 \\ \hline 8 \\ \times 7,36 \\ \hline 8 \\ \times 2,88 \end{array}$$

$$68,74_{10} = 104,572_8$$

Перевод вещественных чисел из десятичной системы счисления

Пример. Перевести число 68,74 из десятичной системы в счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную

$$\begin{array}{r|l} -68 & 16 \\ \hline 64 & 4 \\ \hline 4 & 0 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 16 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Arrows indicate the sequence of divisions: from 68 to 4, from 4 to 0, and from 0 to 4.

$$\begin{array}{r} 0,74 \\ \times 16 \\ \hline 11,84 \\ \times 16 \\ \hline 13,44 \end{array}$$

An arrow points down from the first multiplication step to the second.

Перевод чисел в десятичную систему счисления

При переводе числа из системы счисления с основанием q в десятичную надо представить это число в виде суммы произведений степеней основания его системы счисления q на соответствующие цифры числа.

$$a_{n-1}q^{n-1} + a_{n-2}q^{n-2} + \dots + a_1q^1 + a_0q^0 + a_{-1}q^{-1} + \dots + a_{-m}q^{-m}$$

и выполнить арифметические вычисления.

Перевод чисел в десятичную систему счисления

Пример. Перевести число 1011,1 из двоичной системы счисления в десятичную.

$$\begin{array}{lcl} \text{разряды} & 3 & 2 \quad 1 \quad 0 \quad -1 \\ \text{число} & 1 & 0 \quad 1 \quad 1, 1_2 \end{array} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} = 11,5_{10}$$

Пример. Перевести число 276,8 из восьмеричной системы счисления в десятичную.

$$\begin{array}{lcl} \text{разряды} & 2 & 1 \quad 0 \quad -1 \\ \text{число} & 2 & 7 \quad 6, 5_8 \end{array} = 2 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0 + 5 \cdot 8^{-1} = 190,625_{10}$$

Пример. Перевести число 1F3 из шестнадцатеричной системы счисления в десятичную.

$$\begin{array}{lcl} \text{разряды} & 2 & 1 \quad 0 \\ \text{число} & 1 & F \quad 3_{16} \end{array} = 1 \cdot 16^2 + 15 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 499_{10}$$

Перевод из восьмеричной и шестнадцатеричной системы счисления в двоичную

Заменить каждую цифру восьмеричного/шестнадцатеричного числа соответствующим трехразрядным/четырёхразрядным двоичным кодом.

Пример. Перевести число $527,1_8$ в двоичную систему счисления.

$$527,1_8 = \underbrace{101}_5 \underbrace{010}_2 \underbrace{111}_7, \underbrace{001}_1_2$$

Пример. Перевести число $1A3,F_{16}$ в двоичную систему счисления.

$$1A3,F_{16} = \underbrace{0001}_1 \underbrace{1010}_A \underbrace{0011}_3, \underbrace{1111}_F_2$$

Таблица соответствия

Перевод из двоичной системы счисления в восьмеричную и шестнадцатеричную

Для перехода от двоичной к восьмеричной/шестнадцатеричной системе счисления поступают следующим образом: двигаясь от запятой влево и вправо, разбивают двоичное число на группы по 3/4 разряда, дополняя при необходимости нулями крайние левую и правую группы. Затем каждую группу из 3/4 разрядов заменяют соответствующей восьмеричной/шестнадцатеричной цифрой.

Пример

$$\begin{array}{ccccccc} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1, & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0_2 & = 251,65_8 \\ \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \\ 2 & 5 & 1 & 5 & 6 & & & & & & & & & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1, & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 000_2 & = A9,B8_{16} \\ \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \curvearrowright & \\ A & 9 & B & 8 & & & & & & & & & & \end{array}$$

Таблица соответствия

Перевод из восьмеричной системы счисления в шестнадцатеричную и обратно

При переходе из восьмеричной системы счисления в шестнадцатеричную и обратно вначале производится перевод чисел из исходной системы счисления в двоичную, а затем – в конечную систему.

Пример. Перевести число $527,1_8$ в шестнадцатеричную систему счисления.

$$527,1_8 = \underbrace{000}_1 \underbrace{1010}_5 \underbrace{10111}_7 \underbrace{,0110}_6 = 157,6_{16}$$

Пример. Перевести число $1A3,F_{16}$ в восьмеричную систему счисления.

$$1A3,F_{16} = \underbrace{1101}_6 \underbrace{0001}_4 \underbrace{1111}_7 \underbrace{,00}_4 = 643,74_8$$

Таблица соответствия

Арифметические операции в позиционных системах счисления

Правила выполнения основных арифметических операций в любой позиционной системе счисления подчиняются тем же законам, что и в десятичной системе.

При сложении цифры суммируются по разрядам, и если при этом возникает переполнение разряда, то производится перенос в старший разряд. Переполнение разряда наступает тогда, когда величина числа в нем становится равной или большей основания системы счисления.

При вычитании из меньшей цифры большей в старшем разряде занимается единица, которая при переходе в младший разряд будет равна основанию системы счисления

Арифметические операции в позиционных системах счисления

Если при умножении однозначных чисел возникает переполнение разряда, то в старший разряд переносится число кратное основанию системы счисления. При умножении многозначных чисел в различных позиционных системах применяется алгоритм перемножения чисел в столбик, но при этом результаты умножения и сложения записываются с учетом основания системы счисления.

Деление в любой позиционной системе производится по тем же правилам, как и деление углом в десятичной системе, то есть сводится к операциям умножения и вычитания.

Сложение в позиционных системах счисления

Цифры суммируются по разрядам, и если при этом возникает избыток, то он переносится влево

двоичная
система

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1 \\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ +\ 1\ 1\ 0\ 1 \\ \hline 1\ 00\ 0\ 10 \end{array}$$

1+1=2=2+0

1+0+0=1

1+1=2=2+0

1+1+0=2=2+0

1+1=2=2+0

Ответ: 100010_2

восьмеричная
система

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1 \\ +\ 2\ 1\ 5\ 4 \\ \quad 7\ 3\ 6 \\ \hline 3\ 1\ 12 \end{array}$$

4+6=10=8+2

5+3+1=9=8+1

1+7+1=9=8+1

1+2=3

Ответ: 3112_8

шестнадцатеричная
система

$$\begin{array}{r} 1\ 1 \\ +\ 8\ D\ 8 \\ \quad 3\ B\ C \\ \hline C\ 9\ 4 \end{array}$$

8+12=20=16+4

13+11+1=25=16+9

8+3+1=12=C₁₆

Ответ: $C94_{16}$

В меню

Вычитание в позиционных системах счисления

При вычитании чисел, если цифра уменьшаемого меньше цифры вычитаемого, то из старшего разряда занимает единица основания

двоичная
система

$$\begin{array}{r} \overset{1}{1} \overset{1}{0} 1 0 1 \\ - 1 0 1 1 \\ \hline 0 1 0 1 0 \end{array}$$

1-1=0
2-1=1
0-0=0
2-1=1

Ответ: 1010_2

восьмеричная
система

$$\begin{array}{r} \overset{1}{4} \overset{1}{3} 5 0 6 \\ - 5 0 4 2 \\ \hline 3 6 4 4 4 \end{array}$$

6-2=4
8-4=4
4-0=4
8+3-5=11-5=6

Ответ: 36444_8

шестнадцатеричная
система

$$\begin{array}{r} \overset{1}{C} \overset{1}{9} 4 \\ - 3 B C \\ \hline 8 4 8 \end{array}$$

16+4-12=20-12=8
16+8-11=24-11=13=D₁₆
11-3=8

Ответ: 848_{16}

В меню

Умножение в позиционных системах счисления

При умножении многозначных чисел в различных позиционных системах применяется алгоритм перемножения чисел в столбик, но при этом результаты умножения и сложения записываются с учетом основания системы счисления

двоичная
система

$$\begin{array}{r}
 11011 \\
 \times 1101 \\
 \hline
 111011 \\
 111011 \\
 11011 \\
 \hline
 101011111
 \end{array}$$

$1+1+1=3=2+1$
 $1+1+1=3=2+1$
 $1+1=2=2+0$

восьмеричная
система

$$\begin{array}{r}
 163 \\
 \times 63 \\
 \hline
 1262 \\
 13351 \\
 \hline
 13351
 \end{array}$$

$6 \cdot 3 + 1 = 19 = 16 + 3 = 2 \cdot 8 + 3$
 $6 \cdot 6 + 2 = 38 = 32 + 6 = 4 \cdot 8 + 6$
 $6 \cdot 1 + 4 = 10 = 8 + 2$

В меню

Ответ: 101011111_2

самостоятельные задания

Ответ: 13351_8

Деление в позиционных системах счисления

Деление в любой позиционной системе производится по тем же правилам, как и деление углом в десятичной системе. При этом необходимо учитывать основание системы счисления.

двоичная
система

$$\begin{array}{r|l} 100011 & 1110 \\ - 1110 & 10,1 \\ \hline 1110 & \\ - 1110 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Ответ: $10,1_2$

восьмеричная
система

$$\begin{array}{r|l} 13351 & 163 \\ - 1262 & 63 \\ \hline 531 & \\ - 531 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Ответ: 63_8

В меню

Представление чисел в компьютере

Числа в компьютере могут храниться в формате с фиксированной запятой – целые числа и в формате с плавающей запятой – вещественные числа.

Целые числа без знака занимают в памяти один или два байта. Вещественные числа хранятся и обрабатываются в компьютере в формате с плавающей запятой. Этот формат базируется на экспоненциальной форме записи, в которой может быть информация о знаке числа представлено любое число. Применяются три формы записи (кодирования) целых чисел со знаком: прямой код, обратный код и дополнительный код.

Представление целых чисел в компьютере

Целые числа в компьютере могут представляться со знаком или без знака.

Целые числа без знака занимают в памяти один или два байта.

Формат числа в байтах	Запись с порядком	Обычная запись
1	$0 \dots 2^8 - 1$	0 ...255
2	$0 \dots 2^{16} - 1$	0 ...65535

Пример. Число $72_{10} = 1001000_2$ в однобайтовом формате

0	1	0	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Представление целых чисел в компьютере

Целые числа со знаком занимают в памяти компьютера один, два или четыре байта, при этом самый левый (старший) разряд содержит информацию о знаке числа. Знак «плюс» кодируется нулем, а «минус» - единицей

Формат числа в байтах	Запись с порядком	Обычная запись
1	$-2^7 \dots 2^7 - 1$	-128 ... 127
2	$-2^{15} \dots 2^{15} - 1$	-32 768 ... 32 767
4	$-2^{31} \dots 2^{31} - 1$	-2 147 483 648 ... 2 147 483 647

Представление целых чисел в компьютере

В компьютерной технике применяются три формы записи (кодирования) целых чисел со знаком: **прямой код**, **обратный код** и **дополнительный код**.

Положительные числа в прямом, обратном и дополнительных кодах изображаются одинаково – двоичными кодами с цифрой 0 в знаковом разряде.

Пример. Число $62_{10} = 111110_2$ в однобайтовом формате

0	0	1	1	1	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Знак числа

Представление целых чисел в компьютере

Отрицательные числа в прямом, обратном и дополнительных кодах имеют разное изображение..

Прямой код. В знаковый разряд помещается цифра 1, а в разряды цифровой части числа – двоичный код его абсолютной величины.

Пример. Число $-57_{10} = -111001_2$ в однобайтовом формате

прямой код

1	0	1	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Знак числа

Представление целых чисел в компьютере

Обратный код. Для образования обратного кода отрицательного двоичного числа необходимо в знаковом разряде поставить 1, а в цифровых разрядах единицы заменить нулями, а нули - единицами.

Пример. Число $-57_{10} = -111001_2$ в однобайтовом формате

обратный код

1	1	0	0	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Знак числа

Представление целых чисел в компьютере

Дополнительный код отрицательного числа получается образованием обратного кода с последующим прибавлением единицы к его младшему разряду

Пример. Число $-57_{10} = -111001_2$ в однобайтовом формате

дополнительный код

1	1	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Знак числа

Представление целых чисел в компьютере

Отрицательные десятичные числа при вводе в компьютер автоматически преобразуются в обратный или дополнительный код и в таком виде хранятся, перемещаются и участвуют в операциях.

При выводе таких чисел из компьютера происходит обратное преобразование в отрицательные десятичные числа

Представление вещественных чисел в компьютере

Любое число N в системе счисления с основанием q можно записать в виде $N = m \cdot q^p$, где M называется **мантиссой** числа, а p – **порядком**. Такой способ записи чисел называется **представлением числа с плавающей точкой**

Мантисса должна быть правильной дробью, первая цифра которой отлична от нуля.

Данное представление вещественных чисел называется нормализованным.

Мантиссу и порядок q -ичного числа записывают в системе счисления с основанием q , а само основание – в десятичной системе

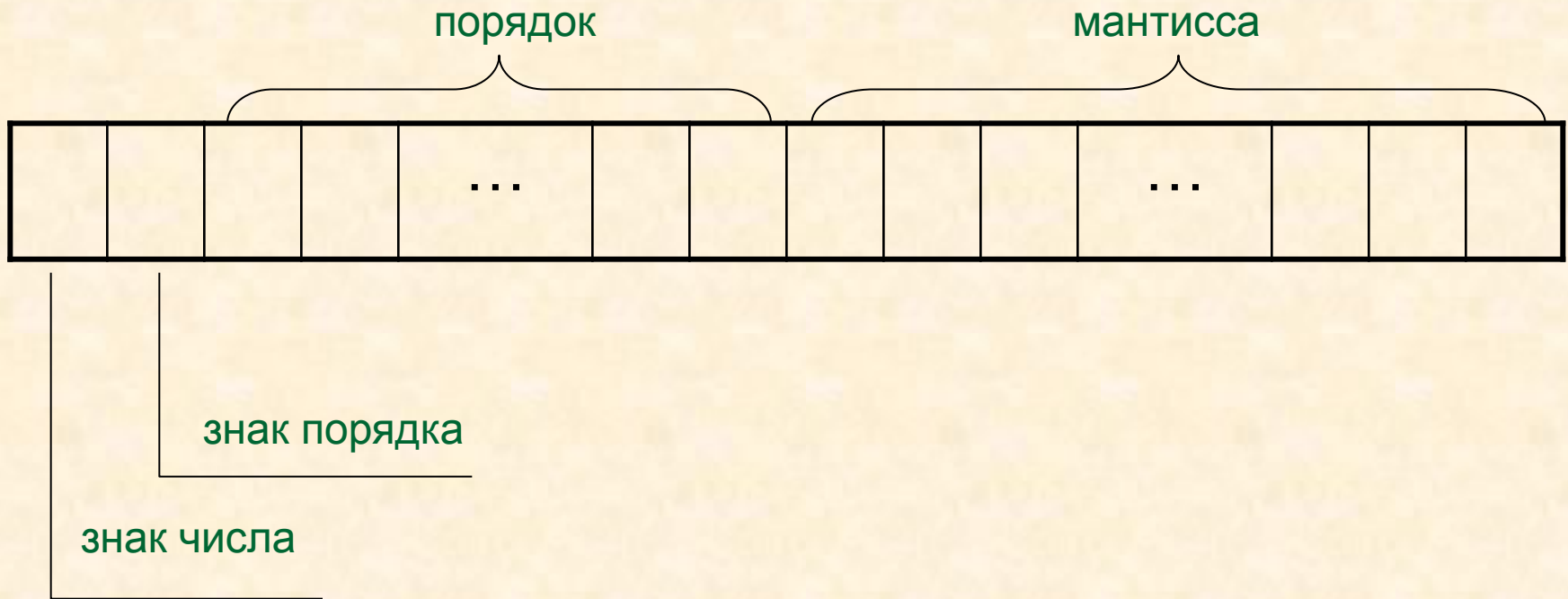
Представление вещественных чисел в компьютере

Форматы вещественных чисел

Формат числа	Диапазон абсолютных значений	Размер в байтах
одинарный	$10^{-45} \dots 10^{38}$	4
вещественный	$10^{-39} \dots 2^{38}$	6
двойной	$10^{-324} \dots 10^{308}$	8
расширенный	$10^{-4932} \dots 10^{4932}$	10

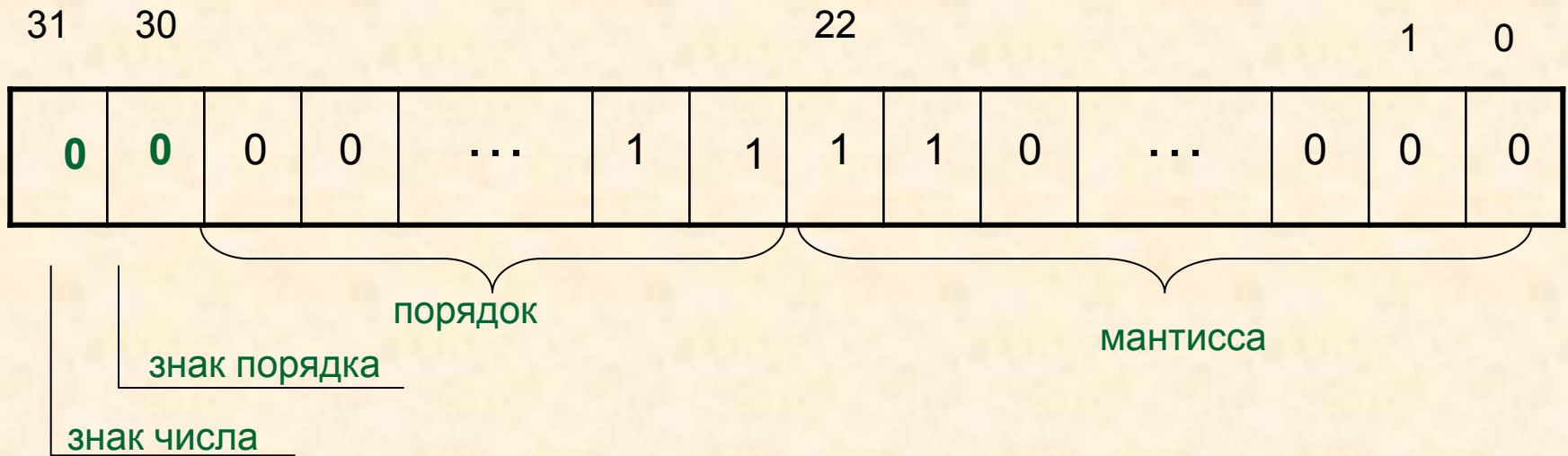
Представление вещественных чисел в компьютере

При хранении числа с плавающей точкой отводятся разряды для мантиссы, порядка, знака числа и знака порядка



Представление вещественных чисел в компьютере

Пример. Число $6,25_{10}$ записать в нормализованном виде в четырехбайтовом формате с семью разрядами для записи порядка

$$6,25_{10} = 110,01_2 = 0,11001 \cdot 2^{11}$$


Представление вещественных чисел в компьютере

Пример. Число $-0,125_{10}$ записать в нормализованном виде в четырехбайтовом формате с семью разрядами для записи порядка $-0,125_{10} = -0,001_2 = 0,1 \cdot 2^{-10}$ (отрицательный порядок записан в дополнительном коде)

