

# Системы счисления

## Лекция 4.2



# Двоичная система счисления

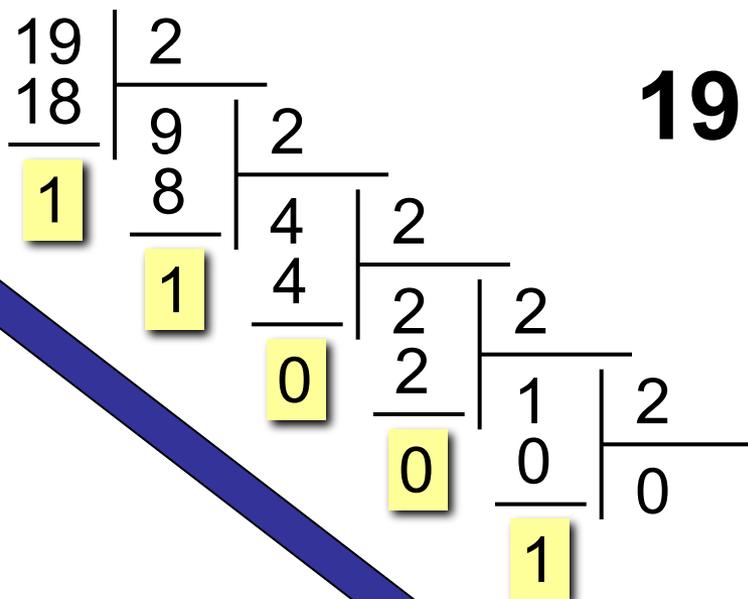


# Двоичная система

Основание (количество цифр): 2

Алфавит: 0, 1

10 → 2



$$19 = 10011_2$$

система  
счисления

2 → 10

4 3 2 1 0    разряды

$$\begin{aligned}
 10011_2 &= 1 \cdot 2^4 + \cancel{0 \cdot 2^3} + \cancel{0 \cdot 2^2} + 1 \cdot 2^1 + \\
 &\quad 1 \cdot 2^0 \\
 &= 16 + 2 + 1 = 19
 \end{aligned}$$



# Перевод из двоичной в десятичную

разряды  $6\ 5\ 4\ 3\ 2\ 1\ 0$

$$1001101_2 = 2^6 + 2^3 + 2^2 + 2^0$$

$$= 64 + 8 + 4 + 1 = 77$$

Разряд		Вычисления	Результат
6	<b>1</b>	<b>1</b>	1
5	<b>0</b>	$1 \cdot 2 + \mathbf{0}$	2
4	<b>0</b>	$2 \cdot 2 + \mathbf{0}$	4
3	<b>1</b>	$4 \cdot 2 + \mathbf{1}$	9
2	<b>1</b>	$9 \cdot 2 + \mathbf{1}$	19
1	<b>0</b>	$19 \cdot 2 + \mathbf{0}$	38
0	<b>1</b>	$38 \cdot 2 + \mathbf{1}$	<b>77</b>



# Арифметические операции

## сложение

$$0+0=0 \quad 0+1=1$$

$$1+0=1 \quad 1+1=10_2$$

$$1 + 1 + 1 = 11_2$$

перенос

1 1 1 1 1

1 0 1 1 0<sub>2</sub>

+ 1 1 1 0 1 1<sub>2</sub>

---

1 0 1 0 0 0 1<sub>2</sub>

## вычитание

$$0-0=0 \quad 1-1=0$$

$$1-0=1 \quad 10_2-1=1$$

заём

0 1 1 10<sub>2</sub> 0 10<sub>2</sub>

~~1 0 0 0 1 0 1~~<sub>2</sub>

- 1 1 0 1 1<sub>2</sub>

---

0 1 0 1 0 1 0<sub>2</sub>



# Арифметические операции

умножение

$$\begin{array}{r}
 \phantom{+} 10101_2 \\
 \times \phantom{+} 10 \\
 \hline
 1_210101_2 \\
 + 10101_2 \\
 \hline
 1101001_2
 \end{array}$$

деление

$$\begin{array}{r}
 10101_2 \big| 111_2 \\
 - 111_2 \\
 \hline
 111_2 \\
 - 111_2 \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

$11_2$



# Двоичная система счисления



- нужны только устройства с **двумя состояниями**
- **надёжность передачи** данных при помехах
- компьютеру проще выполнять **вычисления** (умножение сводится сложению и т.п.)



- **длинная** запись чисел:  $1024 = 100000000000_2$
- запись **однородна** (только 0 и 1)



# Восьмеричная система счисления



# Восьмеричная система счисления

Основание: 8

Алфавит: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

10 → 8

$$\begin{array}{r|l}
 100 & 8 \\
 \hline
 96 & 12 \\
 \hline
 4 & 8 \\
 \hline
 & 1 \\
 & 0 \\
 & \hline
 & 0 \\
 & 1
 \end{array}$$

$$100 = 144_8$$



8 → 10

2 1 0 разряды

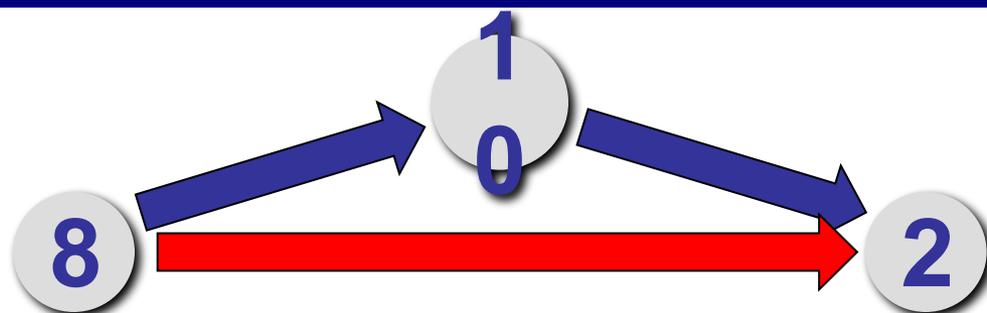
$$\begin{aligned}
 144_8 &= 1 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 \\
 &= 64 + 32 + 4 = 100
 \end{aligned}$$

# Восьмеричная система счисления

$X_{10}$	$X_8$	$X_2$
0	0	000
1	1	001
2	2	010
3	3	011
4	4	100
5	5	101
6	6	110
7	7	111



# Перевод в двоичную систему счисления



- трудоёмко
- 2 действия

$$8 = 2^3$$



Каждая восьмеричная цифра может быть записана как три двоичных (*триада*)!

$$1725_8 = \underbrace{001}_1 \quad \underbrace{111}_7 \quad \underbrace{010}_2 \quad \underbrace{101}_5$$



# Перевод из двоичной в восьмеричную

$1001011101111_2$

**Шаг 1.** Разбить на триады, начиная справа:

$001\ 001\ 011\ 101\ 111_2$

**Шаг 2.** Каждую триаду записать одной восьмеричной цифрой:

$001\ 001\ 011\ 101\ 111_2$   
 $\boxed{1}\ \boxed{1}\ \boxed{3}\ \boxed{5}\ \boxed{7}$

**Ответ:**  $1001011101111_2 = 11357_8$



# Арифметические операции

сложение

$$\begin{array}{r}
 111 \\
 156_8 \\
 + 662_8 \\
 \hline
 1040_8
 \end{array}$$

1 в перенос

1 в перенос

$$6 + 2 = 8 = 8 + 0$$

$$5 + 6 + 1 = 12 = 8 + 4$$

$$1 + 6 + 1 = 8 = 8 + 0$$

1 в перенос



# Арифметические операции

ВЫЧИТАНИЕ

■ ■

$$\begin{array}{r}
 456_8 \\
 - 277_8 \\
 \hline
 157_8
 \end{array}$$

заём

$$(6 + 8) - 7 = 7 \quad \text{заём}$$

$$(5 - 1 + 8) - 7 = 5$$

$$(4 - 1) - 2 = 1$$



# Шестнадцатеричная система счисления

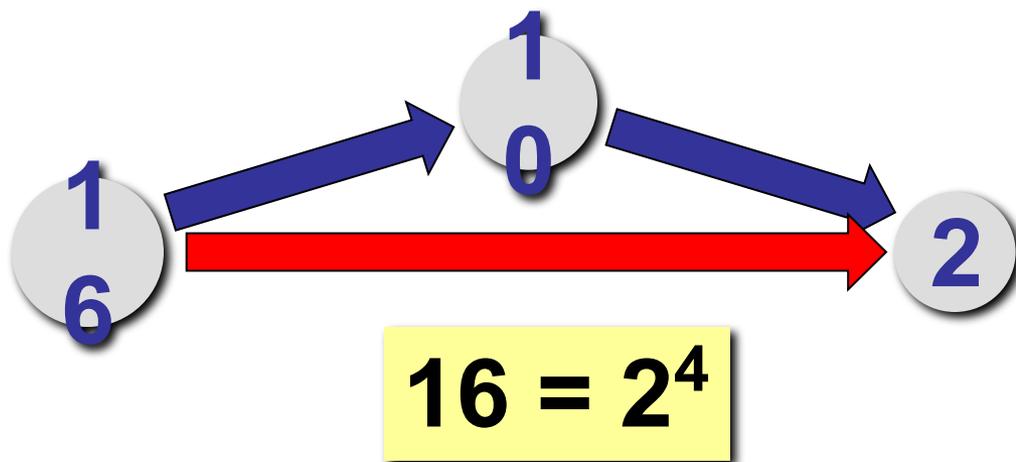




# Шестнадцатеричная система счисления

$X_{10}$	$X_{16}$	$X_2$	$X_{10}$	$X_{16}$	$X_2$
0	0	0000	8	8	1000
1	1	0001	9	9	1001
2	2	0010	10	A	1010
3	3	0011	11	B	1011
4	4	0100	12	C	1100
5	5	0101	13	D	1101
6	6	0110	14	E	1110
7	7	0111	15	F	1111

# Перевод в двоичную систему



- трудоёмко
- 2 действия



Каждая шестнадцатеричная цифра может быть записана как четыре двоичных (*тетрада*)!

$$7F1A_{16} = \underbrace{0111}_7 \quad \underbrace{1111}_F \quad \underbrace{0001}_1 \quad \underbrace{1010}_A_2$$



# Перевод из двоичной системы

$$1001011101111_2$$

**Шаг 1.** Разбить на тетрады, начиная справа:

$$0001 \ 0010 \ 1110 \ 1111_2$$

**Шаг 2.** Каждую тетраду записать одной шестнадцатеричной цифрой:

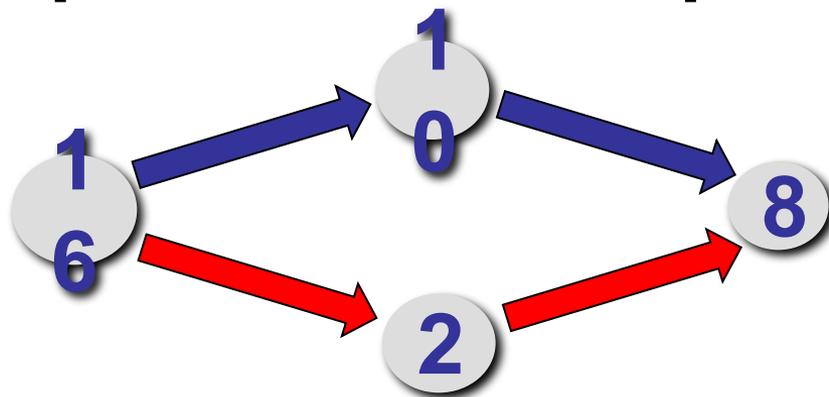
$$0001 \ 0010 \ 1110 \ 1111_2$$

1	2	E	F
---	---	---	---



**Ответ:**  $1001011101111_2 = 12EF_{16}$

# Перевод в восьмеричную и обратно



трудоемко



**Шаг 1.** Перевести в двоичную систему:

$$3DEA_{16} = 11\ 1101\ 1110\ 1010_2$$

**Шаг 2.** Разбить на триады (справа):

$$011\ 110\ 111\ 101\ 010_2$$

**Шаг 3.** Триада – одна восьмеричная цифра:

$$3DEA_{16} = 36752_8$$

# Арифметические операции

сложение

$$\begin{array}{r}
 A5B_{16} \\
 + C7E_{16} \\
 \hline
 16D9_{16}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \phantom{1} \phantom{1} \\
 10511 \\
 + 12714 \\
 \hline
 16139
 \end{array}$$

1 в перенос

$$11 + 14 = 25 = 16 + 9$$

$$5 + 7 + 1 = 13 = D_{16}$$

1 в перенос

$$10 + 12 = 22 = 16 + 6$$



# Арифметические операции

ВЫЧИТАНИЕ

заём

$$\begin{array}{r} \text{C } 5 \text{ B}_{16} \\ - \text{A } 7 \text{ E}_{16} \\ \hline 1 \text{ D } \text{D}_{16} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \cdot \quad \cdot \\ \text{12 } 5 \text{ 11} \\ - \text{10 } 7 \text{ 14} \\ \hline 1 \text{ 13 } \text{13} \end{array}$$

заём

$$(11 + 16) - 14 = 13 = \text{D}_{16}$$

$$(5 - 1) + 16 - 7 = 13 = \text{D}_{16}$$

$$(12 - 1) - 10 = 1$$

