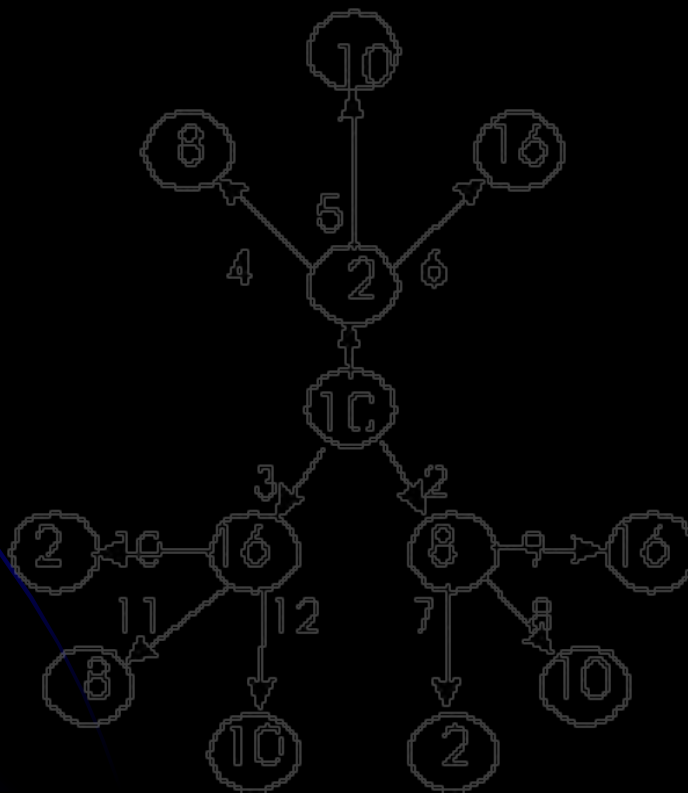




# Сводная таблица переводов целых чисел из одной системы счисления в другую

- Рассмотрим только те системы счисления, которые применяются в компьютерах — десятичную, двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную. Для определенности возьмем произвольное десятичное число, например 46, и для него выполним все возможные последовательные переводы из одной системы счисления в другую. Порядок переводов определим в соответствии с рисунком:



- На этом рисунке использованы следующие обозначения:
- в кружках записаны основания систем счисления;
- стрелки указывают направление перевода;
- номер рядом со стрелкой означает порядковый номер соответствующего примера в сводной таблице 4.1.

- Например:



- означает перевод из двоичной системы в шестнадцатеричную, имеющий в таблице порядковый номер 6.





# Как производятся арифметические операции в позиционных системах счисления?

- Рассмотрим основные арифметические операции: сложение, вычитание, умножение и деление. Правила выполнения этих операций в десятичной системе хорошо известны — это сложение, вычитание, умножение столбиком и деление углом. Эти правила применимы и ко всем другим позиционным системам счисления. Только таблицами сложения и умножения надо пользоваться особыми для каждой системы

# Сложение

- Сложение в двоичной системе

+	0	1
0	0	1
1	1	10

- Сложение в восьмеричной системе

+	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7	10
2	2	3	4	5	6	7	10	11
3	3	4	5	6	7	10	11	12
4	4	5	6	7	10	11	12	13
5	5	6	7	10	11	12	13	14
6	6	7	10	11	12	13	14	15
7	7	10	11	12	13	14	15	16

# Сложение в шестнадцатеричной системе счисления

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10
2	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11
3	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12
4	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13
5	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14
6	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15
7	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16
8	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17
9	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
B	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A
C	C	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B
D	D	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C
E	E	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D
F	F	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E



# Пример 1. Сложим числа 15 и 6 в различных системах счисления.

Десятичная:  $15_{10} + 6_{10}$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 + 15 \\
 \hline
 6 \\
 \hline
 21
 \end{array}$$

$5+6=11=10+1$   
 $1+1=2$

Двоичная:  $1111_2 + 110_2$

$$\begin{array}{r}
 111 \\
 + 1111 \\
 \hline
 0110 \\
 \hline
 10101
 \end{array}$$

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

Восьмеричная:  $17_8 + 6_8$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 + 17 \\
 \hline
 6 \\
 \hline
 25
 \end{array}$$

$7+6=13=8+5$   
 $1+1=2$

Шестнадцатеричная:  $F_{16} + 6_{16}$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 + F \\
 \hline
 6 \\
 \hline
 15
 \end{array}$$

$15+6=21=16+5$

**Ответ:**  $15+6 = 21_{10} = 10101_2 = 25_8 = 15_{16}$ .

**Проверка.** Преобразуем полученные суммы к десятичному виду:

$$10101_2 = 2^4 + 2^2 + 2^0 = 16+4+1=21,$$

$$25_8 = 2 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 = 16 + 5 = 21,$$

$$15_{16} = 1 \cdot 16_1 + 5 \cdot 16_0 = 16+5 = 21.$$

# Пример 2. Сложим числа 141,5 и 59,75.

Десятичная:  $141,5_{10} + 59,75_{10}$

$$\begin{array}{r}
 111 \\
 + 141,50 \\
 \quad 59,75 \\
 \hline
 201,25
 \end{array}$$

$0+5=5$   
 $5+7=12=10+2$   
 $1+9+1=11=10+1$   
 $4+5+1=10=10+0$   
 $1+1=2$

Двоичная:  $10001101,1_2 + 111011,11_2$

$$\begin{array}{r}
 111111 \\
 + 10001101,1 \\
 \quad 111011,11 \\
 \hline
 11001001,01
 \end{array}$$

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

Восьмеричная:  $215,4_8 + 73,6_8$

$$\begin{array}{r}
 111 \\
 + 215,4 \\
 \quad 73,6 \\
 \hline
 311,2
 \end{array}$$

$4+6=10=8+2$   
 $5+3+1=9=8+1$   
 $1+7+1=9=8+1$   
 $2+1=3$

Шестнадцатеричная:  $8D,8_{16} + 3B,C_{16}$

$$\begin{array}{r}
 11 \\
 + 8D,8 \\
 \quad 3B,C \\
 \hline
 C9,4
 \end{array}$$

$8+12=20=16+4$   
 $13+11+1=25=16+9$   
 $8+3+1=12=C_{16}$

# Вычитание

- Пример 4. Вычтем единицу из чисел

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 10 \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} | \\ \hline 2-1=1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 10 \\ \hline 7 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} | \\ \hline 8-1=7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \quad \text{Заемы} \\ - 10 \\ \hline F \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} | \\ \hline 16-1=15=F_{16} \end{array}$$

- Пример 5. Вычтем единицу из чисел

Двоичная:  $100_2 - 1_2$     Восьмеричная:  $100_8 - 1_8$     Шестнадцатеричная:  $100_{16} - 1_{16}$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 100 \\ \hline 11 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} | \\ \hline 2-1=1 \\ \hline 1-0-1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 100 \\ \hline 77 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} | \\ \hline 8-1=7 \\ \hline 7-0=7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \quad \text{Заемы} \\ - 100 \\ \hline FF \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} | \\ \hline 16-1=15=F_{16} \\ \hline 1+1=2 \end{array}$$

Десятичная:  $201,25_{10} - 59,75_{10}$

$$\begin{array}{r} 1 \quad 1 \\ - 201,25 \\ \quad 59,75 \\ \hline 141,50 \end{array}$$

5-5=0  
10+2-7=5  
10-9=1  
9-5=4  
2-1=1

Двоичная:  $11001001,01_2 - 111011,11_2$

$$\begin{array}{r} 1 \quad 1 \quad 1 \quad \text{Заемы} \\ - 11001001,01 \\ \quad 00111011,11 \\ \hline 10001101,10 \end{array}$$

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

Восьмеричная:  $311,2_8 - 73,6_8$

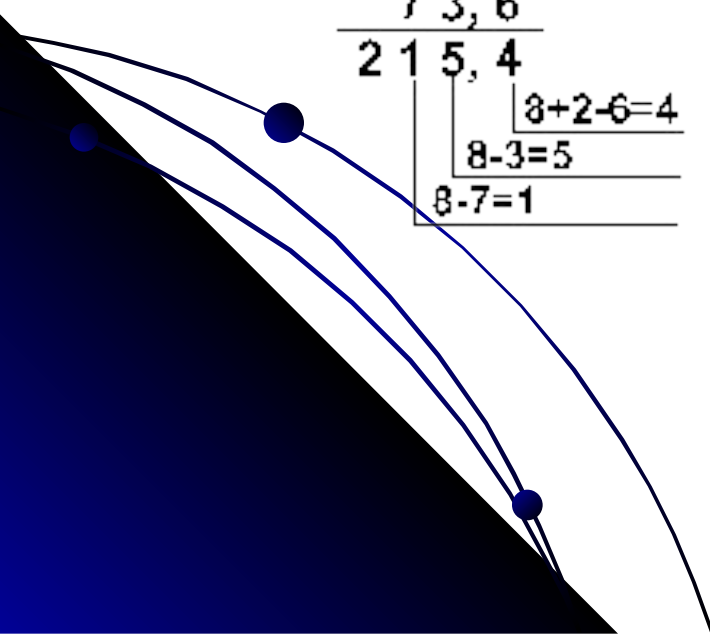
$$\begin{array}{r} 1 \quad 1 \quad 1 \\ - 311,2 \\ \quad 73,6 \\ \hline 215,4 \end{array}$$

8+2-6=4  
8-3=5  
8-7=1

Шестнадцатеричная:  $C9,4_{16} - 3B,C_{16}$

$$\begin{array}{r} 1 \quad 1 \\ - C9,4 \\ \quad 3B,C \\ \hline 8D,8 \end{array}$$

16+4-12=8  
16+8-11=13=D<sub>16</sub>  
12-1-3=8



# Умножение

- **Выполняя умножение многозначных чисел в различных позиционных системах счисления, можно использовать обычный алгоритм перемножения чисел в столбик, но при этом результаты перемножения и сложения однозначных чисел необходимо заимствовать из соответствующих рассматриваемой системе таблиц умножения и сложения.**

- Умножение в двоичной системе

*	0	1
0	0	0
1	0	1

- Умножение в восьмеричной системе

*	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7
2	0	2	4	6	10	12	14	16
3	0	3	6	11	14	17	22	25
4	0	4	10	14	20	24	30	34
5	0	5	12	17	24	31	36	43
6	0	6	14	22	30	36	44	52
7	0	7	16	25	34	43	52	61

## Пример 7. Перемножим числа 5 и 6.

Десятичная:  $5_{10} \cdot 6_{10}$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 6 \\ \hline 30 \end{array}$$

Двоичная:  $101_2 \cdot 110_2$

$$\begin{array}{r} 101 \\ \times 110 \\ \hline 101 \\ 101 \\ \hline 11110 \end{array}$$

Восьмеричная:  $5_8 \cdot 6_8$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 6 \\ \hline 36 \end{array}$$

Десятичная:  $115_{10} \cdot 51_{10}$

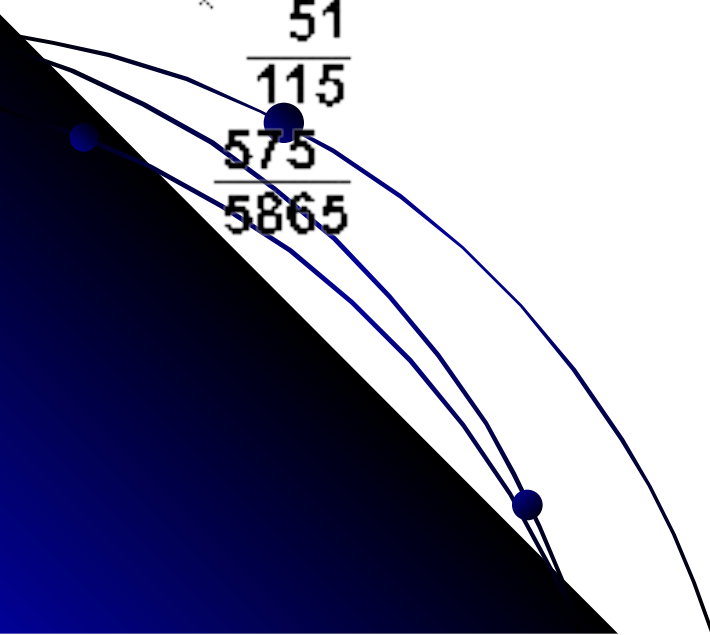
$$\begin{array}{r} 115 \\ \times 51 \\ \hline 115 \\ 575 \\ \hline 5865 \end{array}$$

Двоичная:  $1110011_2 \cdot 110011_2$

$$\begin{array}{r} 1110011 \\ \times 110011 \\ \hline 1110011 \\ 1110011 \\ \hline 1110011 \\ 1110011 \\ \hline 1011011101001 \end{array}$$

Восьмеричная:  $163_8 \cdot 63_8$

$$\begin{array}{r} 163 \\ \times 63 \\ \hline 531 \\ 1262 \\ \hline 13351 \end{array}$$



# Деление

- Деление в любой позиционной системе счисления производится по тем же правилам, как и деление углом в десятичной системе. В двоичной системе деление выполняется особенно просто, ведь очередная цифра частного может быть только нулем или единицей.

Пример 9. Разделим число 30 на число 6.



Десятичная:  $30_{10} : 6_{10}$

$$\begin{array}{r} - \quad 30 \mid 6 \\ \quad 30 \mid 5 \\ \hline \quad \quad 0 \end{array}$$

Двоичная:  $11110_2 : 110_2$

$$\begin{array}{r} - \quad 11110 \mid 110 \\ \quad 110 \mid 101 \\ \hline \quad 110 \\ \quad 110 \\ \hline \quad \quad 0 \end{array}$$

Восьмеричная:  $36_8 : 6_8$

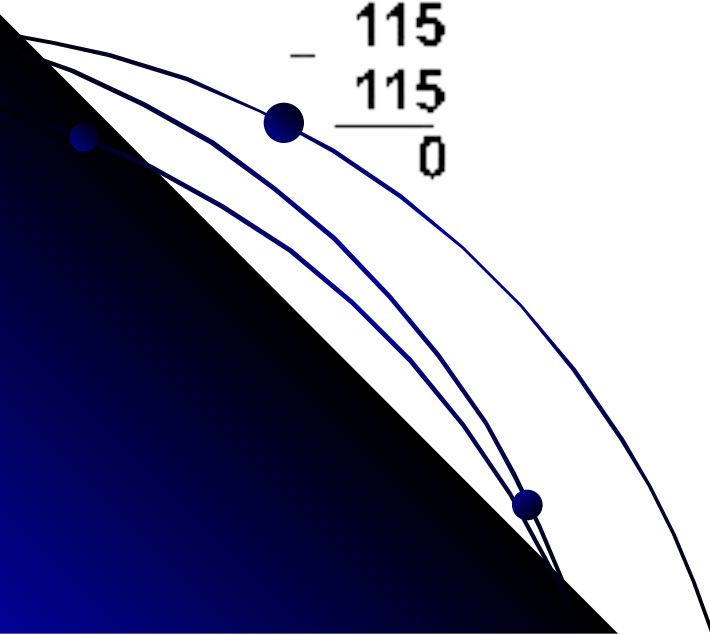
$$\begin{array}{r} - \quad 36 \mid 6 \\ \quad 36 \mid 5 \\ \hline \quad \quad 0 \end{array}$$

Десятичная:  $5865_{10} : 115_{10}$

$$\begin{array}{r} - \quad 5865 \mid 115 \\ \quad 575 \mid 51 \\ \hline \quad 115 \\ - \quad 115 \\ \hline \quad \quad 0 \end{array}$$

Двоичная:  $1011011101001_2 : 1110011_2$

$$\begin{array}{r} - \quad 1011011101001 \mid 1110011 \\ \quad 1110011 \mid 110011 \\ \hline \quad 1000100 \\ - \quad 1110011 \\ \hline \quad 10101100 \\ - \quad 1110011 \\ \hline \quad \quad 1110011 \\ \quad \quad 1110011 \\ \hline \quad \quad \quad 0 \end{array}$$

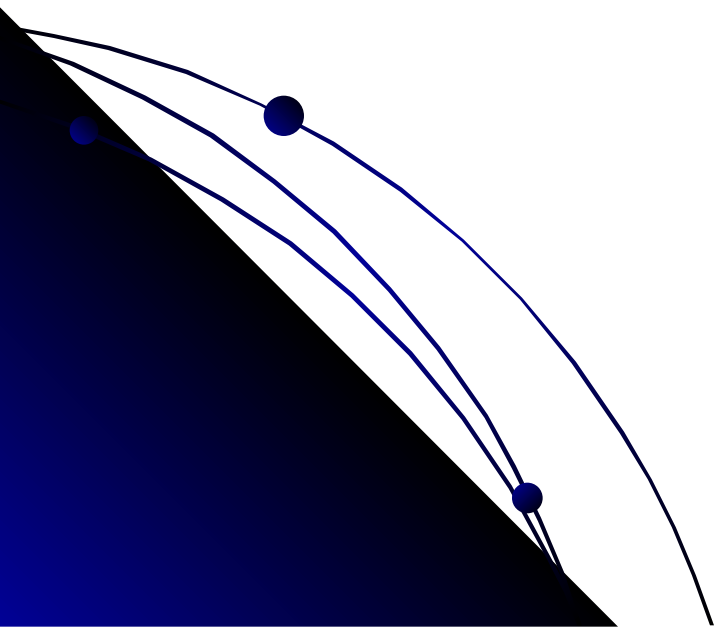


Восьмеричная:  $13351_8 : 163_8$

$$\begin{array}{r} \text{— } 13351 \mid 163 \\ \underline{1262} \phantom{00} \\ 531 \\ \text{— } 531 \\ \hline 0 \end{array}$$

Восьмеричная:  $43_8 : 16_8$

$$\begin{array}{r} \text{— } 43 \mid 16 \\ \underline{34} \phantom{00} \\ 70 \\ \text{— } 70 \\ \hline 0 \end{array}$$

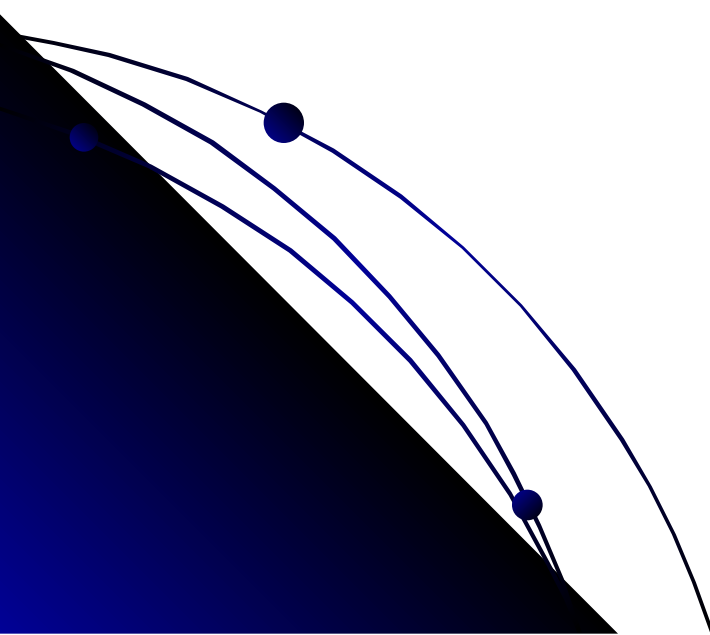


Десятичная:  $35_{10} : 14_{10}$

$$\begin{array}{r|l} 35 & 14 \\ \hline 28 & 2,5 \\ \hline 70 & \\ - 70 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

Двоичная:  $100011_2 : 1110_2$

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



**Сложите числа, а затем проверьте  
результаты, выполнив соответствующие  
десятичные сложения:**

- а)  $1011101_2$  и  $1110111_2$ ; д)  $37_8$  и  $75_8$ ; и)  $A_{16}$  и  $F_{16}$ ; б)  $1011,101_2$  и  $101,011_2$ ; е)  $165_8$  и  $37_8$ ; к)  $19_{16}$  и  $C_{16}$ ; в)  $1011,11_2$  и  $111,1_2$ ; ж)  $7,5_8$  и  $14,6_8$ ; л)  $A, B_{16}$  и  $E, F_{16}$ ; г)  $1011,11_2$  и  $111_2$ ; з)  $6, 17_8$  и  $7_8$ ; м)  $E, 9_{16}$  и  $F_{16}$ .

В каких системах счисления выполнены следующие сложения? Найдите основания каждой системы:

$$\begin{array}{r} \text{а)} \quad 98 \\ + \quad 89 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{б)} \quad 1345 \\ + \quad 2178 \\ \hline 3523 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{в)} \quad 10101 \\ + \quad 1111 \\ \hline 1011 \\ \hline 20000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{г)} \quad 765 \\ + \quad 576 \\ \hline 677 \\ \hline 2462 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{д)} \quad 9E \\ + \quad 56 \\ \hline 79 \\ \hline 167 \end{array}$$

Вычитите:

$$\text{а)} \quad 111_2 \text{ из } 10100_2;$$

$$\text{д)} \quad 15_8 \text{ из } 20_8;$$

$$\text{и)} \quad 1A_{16} \text{ из } 31_{16};$$

$$\text{б)} \quad 10_2 \text{ из } 100_2;$$

$$\text{е)} \quad 47_8 \text{ из } 102_8;$$

$$\text{к)} \quad F9E_{16} \text{ из } 2A30_{16};$$

$$\text{в)} \quad 111_2 \text{ из } 10010_2;$$

$$\text{ж)} \quad 56_8 \text{ из } 101_8;$$

$$\text{л)} \quad D_{16} \text{ из } B_{16};$$

$$\text{г)} \quad 10001_2 \text{ из } 1110_2;$$

$$\text{з)} \quad 16_8 \text{ из } 30_8;$$

$$\text{м)} \quad ABC_{16} \text{ из } 5678_{16}.$$

Ответы:

а) в 16-й; б) в 10-й; в) в 3-й; г) в 8-й; д) в 16-й.

# Вычислите значения выражений:

- а)  $256_8 + 10110,1_2 \cdot (60_8 + 12_{10}) - 1F_{16}$ ;
- б)  $1AD_{16} - 100101100_2 : 1010_2 + 217_8$ ;
- в)  $1010_{10} + (106_{16} - 11011101_2) \cdot 12_8$ ;
- г)  $1011_2 \cdot 1100_2 : 14_8 + (100000_2 - 40_8)$ .

Ответы:

а)  $1493_{10}$ ; б)  $542_{10}$ ; в)  $1420_{10}$ ; г)  $11_{10}$ .

# Расположите следующие числа в порядке возрастания:

- а)  $74_8$ , 1100102, 7010, 3816;
- б) 6E16, 1428, 11010012, 10010;
- в) 7778, 101111112, 2FF16, 50010;
- г) 10010, 11000002, 6016, 1418.

Ответы:

а)  $110010_2$ , 3816,  $74_8$ ,  $70_{10}$ ;

б)  $142_8$ ,  $100_{10}$ ,  $1101001_2$ ,  $6E_{16}$ ;

в)  $10111111_2$ ,  $500_{10}$ ,  $777_8$ ,  $2FF_{16}$ ;

г)  $1100000_2$ ,  $60_{16}$ ,  $141_8$ ,  $100_{10}$ .