



Двоичный код				Hex.	Dec.
8	4	2	1		
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	0	1	9	9
1	0	1	0	A	10
1	0	1	1	B	11
1	1	0	0	C	12
1	1	0	1	D	13
1	1	1	0	E	14
1	1	1	1	F	15

Лишние или запрещенные тетрады  
(псевдотетрады)

Сдвиг двоичного числа на один разряд (бит) влево = умножению его на два.

**Пример:**

$$1010\ 0111_2 = 167_{10}$$



Сдвинем это двоичное число на бит влево и получим вдвое большее число -

$$1\ 0100\ 1110_2 = 334_{10}$$



проблемы с переносом 1 между тетрадами, т.к. каждая из них – это один десятичный разряд.

Так, при переносе 1 из младшего двоично-десятичного разряда (тетрады) в следующий более старший (следующую тетраду), число «теряет» 6 единиц, т.к. весовой коэффициент этого разряда 10, а в двоичной и системе счисления (и шестнадцатеричной тоже) он равен 16.



Следовательно, сдвигая число влево надо производить соответствующую коррекцию, чтобы получить правильный результат.

## Пример:

$$11101101_2 = 237_{10} = EDh_{16}$$



«Выдвигаем» это двоичное число справа налево, в так называемую, двоично-десятичную разрядную сетку, производя необходимую для преобразования коррекцию

Первые три сдвига для этого числа можно сделать без всякой коррекции. В младшие разряды двоично-десятичной сетки записалось число 7.

Двоично-десятичный код											Действие	Двоичное число								
800	400	200	100	80	40	20	10	8	4	2		1	128	64	32	16	8	4	2	1
													1	1	1	0	1	1	0	1
											1	1-й сдвиг	1	1	0	1	1	0	1	
										1	1	2-й сдвиг	1	0	1	1	0	1		
									1	1	1	3-й сдвиг	0	1	1	0	1			

Следующий четвертый сдвиг его:  $1110_2 = 14_{10}$  - запрещенная тетрада  
Чтобы от псевдотетрады «избавиться» прибавим к ней число  $6_{10}$  ( $110_2$ ).



Проделаем эту операцию:  $1110_2 + 110_2 = 10100_2$   
Коррекция произведена

Чаще всего используемый **метод коррекции**:

коррекция осуществляется до четвертого сдвига, и то только тогда, когда это необходимо.

**Причина** – уже после третьего сдвига можно однозначно судить получится ли при следующем сдвиге псевдотетрада или нет.

Так как, псевдотетрады возникают для чисел больших девяти.



если после третьего сдвига в трех младших разрядах будет двоичное число не больше чем  $4_{10}$  ( $100_2$ ), то после следующего сдвига псевдотетрада не появится.

Псевдотетрады возникнут тогда, когда перед четвертым сдвигом (т.е. перед очередным умножением на 2) в двоично-десятичной сетке будет любое число  $\geq 5_{10}$  ( $101_2$ ).

**Для осуществления коррекции перед четвертым сдвигом надо:**

1. Проверить число в трех младших разрядах двоично-десятичной сетки.
2. Если оно меньше  $5_{10}$ , то коррекцию не производить.
3. Если оно  $\geq 5_{10}$  ( $101_2$ ), то к нему надо добавить  $3_{10}$  ( $011_2$ ).

Двоично-десятичный код											Действие	Двоичное число								
800	400	200	100	80	40	20	10	8	4	2		1	128	64	32	16	8	4	2	1
													1	1	1	0	1	1	0	1
											1	1-й сдвиг	1	1	0	1	1	0	1	
										1	1	2-й сдвиг	1	0	1	1	0	1		
									1	1	1	3-й сдвиг	0	1	1	0	1			
								1	0	1	0	+3								
							1	0	1	0	0	4-й сдвиг	1	1	0	1				

Продолжим, добавим тройку, и **сделаем 4-й сдвиг**.



в двоично-десятичной сетке после 4-го сдвига появилось число  $10100_2$ ,



т.е. тоже число  $14_{10}$ , что и при добавлении  $6_{10}$  после четвертого сдвига при рассмотренном ранее способе коррекции.

**Почему так происходит?**



При левом сдвиге происходит удвоение как корректируемого, так и корректирующего числа ( $3 \times 2 = 6$ ).

***С математической точки зрения способы равнозначны.***

Двоично-десятичный код											Действие	Двоичное число								
800	400	200	100	80	40	20	10	8	4	2		1	128	64	32	16	8	4	2	1
													1	1	1	0	1	1	0	1
											1	1-й сдвиг	1	1	0	1	1	0	1	
										1	1	2-й сдвиг	1	0	1	1	0	1		
									1	1	1	3-й сдвиг	0	1	1	0	1			
								1	0	1	0	+3								
							1	0	1	0	0	4-й сдвиг	1	1	0	1				
						1	0	1	0	0	1	5-й сдвиг	1	0	1					

Производим **5-й сдвиг**.



младшая тетрада двоично-десятичного числа равна  $1001_2 = 9_{10}$



Само двоично-десятичное число  $101001_2 = 29_{10}$ .



При следующем сдвиге без коррекции получится число  $1010011_2 = 53_{10}$ ,

а должно быть  $29_{10} \times 2_{10} = 58_{10}$ .



**Откорректировать** возникшую погрешность можно, если перед сдвигом добавить к сдвигаемому числу число  $3_{10}$

Двоично-десятичный код												Действие	Двоичное число							
800	400	200	100	80	40	20	10	8	4	2	1		128	64	32	16	8	4	2	1
													1	1	1	0	1	1	0	1
											1	1-й сдвиг	1	1	0	1	1	0	1	
										1	1	2-й сдвиг	1	0	1	1	0	1		
										1	1	1	3-й сдвиг	0	1	1	0	1		
								1	0	1	0	+3								
							1	0	1	0	0	4-й сдвиг	1	1	0	1				
						1	0	1	0	0	1	5-й сдвиг	1	0	1					
						1	0	1	1	0	0	+3								
					1	0	1	1	0	0	1	6-й сдвиг	0	1						



В младшей тетраде двоично-десятичного числа «расположилось» число  $9_{10}$  ( $1001_2$ ), а в средней  $5_{10}$  ( $101_2$ ), точнее  $50_{10}$  (см. весовые коэффициенты разрядов этой декады).



перед следующим сдвигом надо делать **коррекцию** не только младшей тетрады, но и следующей средней.

Для коррекции младшей тетрады к ней надо добавить  $3_{10}$ , а для коррекции средней –  $30_{10}$



Двоично-десятичный код												Действие	Двоичное число							
800	400	200	100	80	40	20	10	8	4	2	1		128	64	32	16	8	4	2	1
													1	1	1	0	1	1	0	1
											1	1-й сдвиг	1	1	0	1	1	0	1	
										1	1	2-й сдвиг	1	0	1	1	0	1		
									1	1	1	3-й сдвиг	0	1	1	0	1			
								1	0	1	0	+3								
							1	0	1	0	0	4-й сдвиг	1	1	0	1				
						1	0	1	0	0	1	5-й сдвиг	1	0	1					
						1	0	1	1	0	0	+3								
					1	0	1	1	0	0	1	6-й сдвиг	0	1						
					1	0	1	1	1	0	0	+3								
				1	0	0	0	1	1	0	0	+30								
			1	0	0	0	1	1	0	0	0	7-й сдвиг	1							



в младшей тетраде находится число  $8_{10}$  ( $1000_2$ )



при следующем (последнем) сдвиге и при **отсутствии коррекции** 1 перейдет в следующую тетраду в разряд с весовым коэффициентом 10, а не 16, как это было бы у обычного двоичного числа



перед 8-м сдвигом к младшей тетраде надо добавить 3

Двоично-десятичный код												Действие	Двоичное число							
800	400	200	100	80	40	20	10	8	4	2	1		128	64	32	16	8	4	2	1
													1	1	1	0	1	1	0	1
											1	1-й сдвиг	1	1	0	1	1	0	1	
										1	1	2-й сдвиг	1	0	1	1	0	1		
									1	1	1	3-й сдвиг	0	1	1	0	1			
								1	0	1	0	+3								
							1	0	1	0	0	4-й сдвиг	1	1	0	1				
						1	0	1	0	0	1	5-й сдвиг	1	0	1					
						1	0	1	1	0	0	+3								
					1	0	1	1	0	0	1	6-й сдвиг	0	1						
					1	0	1	1	1	0	0	+3								
				1	0	0	0	1	1	0	0	+30								
			1	0	0	0	1	1	0	0	0	7-й сдвиг	1							
			1	0	0	0	1	1	0	1	1	+3	1							
		1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	8-й сдвиг								

Преобразование двоичного числа в двоично-десятичное закончено.

Слева – двоично-десятичный код десятичного трехразрядного числа

$$237_{10} = 10\ 0011\ 0111_2$$