Смоленская академия профессионального образования

М.В. Кисельман

Архитектура компьютерных систем

Сборник практических заданий

Часть I

г. Смоленск

2016 г.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическая работа по теме: Представление информации в ЭВМ

Цель: формирование практических умений выполнять действия по представлению информации в десятичной системе счисления.

1. Теоретическая информация

Рассмотрим принцип, используемый при записи чисел в привычной для нас десятичной системе счисления.

Под основанием системы счисления будем понимать число используемых в ней символов и цифр. В десятичной системе p=10 и для построения чисел используется десять цифр: 0, 1, 2 … 9. Число представляется в виде последовательности цифр, разделенных запятой на две группы: одна группа (левее запятой) образует целую часть, другая (правее запятой) - каждая цифра занимает в нем определенную позицию (разряд). Поэтому такие системы еще называются **позиционными.** Разрядам приписываются различные весовые коэффициенты. Эти коэффициенты для разрядов влево от запятой равны соответственно 10^0, 10^1, 10^2,..; вправо от запятой 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, ...

Таким образом, запись 547,359 в десятичной системе счисления означает следующее:

$547{,}359 = 5*10^2+4*10^1+7*10^0+3*10^{-1}+5*10^{-2}+9*10^{-3}$. В общем случае изображение некоторого числа N имеет вид $a_na_{n-1}...a_1a_0$, $a_{-1}a_{-2}...a_{-m}$. Здесь $a_na_{n-1}...a_{-m}$ последовательность цифр, соответствующих n, n-1, … разрядам. При основании системы счисления p запись числа N соответствует следующему:

$N= a_n*p^n+ a_{n-1}*p^{n-1}+…+ a_1*p+ a_0*p^0+ a_{-1}*p^{-1}+…+a_{-m}*p^{-m}$.

Здесь p^n, p^{n-1},... p^{-m} – весовые коэффициенты соответствующих разрядов.

До сих пор некоторое употребление имеет римская система счисления. Это система **непозиционная;** точнее сказать это аддитивная система, поскольку число образуется при сложении и вычитании значений специальных значков.

I - 1, II - 2, III - 3, IV - 4, V - 5, VI - 6, VII - 7, VIII - 8, IX - 9, X - 10

XL - 40, L - 50, LX - 60, C - 100, XC - 90, D - 500, CIX - 109, M - 1000

MCMXCVI = 1000+(1000-100)+90+6=1996

Арифметические действия в этой системе счисления не выполняются, т.к. в древнем Риме представления о десятичных дробях не было.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие системы счисления называют позиционными?
2. Какие системы счисления называют непозиционными?
3. Что такое весовой коэффициент?
4. Что такое разряд?

3. Выполните следующие практические задания:

1. Представьте следующие десятичные числа в виде позиционной записи:

а) 576; б) 842,3; в) 1924,803; г) 1000; д) 0100,0001 е) 0,002; ж) 25,75;

з) 89; и) 13,5; к) 0,25; л) 834,25; м) 34226; н) 236,14

2. Имеются позиционные записи десятичных чисел:

а) $8*10^2+5*10^1+3*10^0+7*10^{-1}+6*10^{-2}$;

б) $0*10^4+1*10^3+8*10^2+4*10^1+0*10^0+0*10^{-1}+9*10^{-2}$;

с) $9*10^5+4*10^3+3*10^0+4*10^{-2}+4*10^{-3}$;
д) $6*10^2+6*10^1+4*10^0+8*10^{-1}+6*10^{-2}$;
е) $1*2^4+1*2^3+0*2^2+0*2^1+1*2^0+1*2^{-1}+1*2^{-2}$.
Чему равны сами числа?
[*]3. Переведите римскую запись в арабскую:
а) LX; б) XL; в) CXI; г) IXC; д) MDCCCXII; е) MCMLXI
[*]4. Переведите арабскую запись чисел в римскую:
а) 45; б) 55; в) 900; г) 1500; д) 1554; е) 1917

Практическая работа по теме: Представление информации в ЭВМ

Цель: формирование практических умений выполнять действия по представлению информации в двоичной системе счисления.

1. Теоретическая информация

В какой бы форме ни предоставлялась подлежащая обработке информация, она, в конечном счете, должна быть переведена компьютером на язык, доступный для автоматической обработки. Язык компьютера – это язык двоичных чисел 0 и 1. Двоичная система наиболее проста и удобна для автоматизации. Наличие в системе всего лишь двух символов упрощает их преобразование в электрические сигналы.

При записи числа в различных системах счисления пользуются указателями оснований используемых систем. Это может быть справа внизу маленькая цифра или в конце буква латинского алфавита:

D - десятичный
B - двоичный
H - шестнадцатеричный
O - восьмеричный.

Если встретится число 35 или 35D, то обе записи означают одно и то же десятичное число.

Если же число 100011_2 или 100011B, то оба эти числа обозначают число 100011.

Например:
$35D = 1x2^5+0x2^4+0x2^3+0x2^2+1x2^1+1x2^0=100011B$
$58D = lx2^5+ 1x2^4+1x2^3+0x2^2+1x2^1+1x2^0=111010B$
$53,375D=lx2^5+1x2^4+1x2^3+lx2^0+lx2^{-2}+lx2^{-3}=110101,011B$

Двоичная система, как и десятичная, относится к позиционным системам счисления. Значение любого числа определяется не только его разрядностью, количеством позиций, но также «весовым» значением и алфавитом системы счисления. Весовое значение (табл. 9.1) позиций зависит от основания системы (разряда).

---
[*] Задание повышенной сложности

Таблица 9.1 – Весовые значения позиций

Весовые значения разрядов и коды чисел											**Числа**
2^7	2^6	2^3	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	
128	**64**	**32**	**16**	**8**	**4**	**2**	**1**	**0,5**	**0,25**	**0,125**	
					1	1	1				7
				1	1	0	1				13
		1	1	1	0	1	0				58
		1	1	0	1	0	1	0	1	1	53,375
1	1	1	1	1	1	1	1				255
							0	0	1	0	0,25
1	0	0	0	0	0	0	1				

Пользуясь этой таблицей, нетрудно найти десятичный эквивалент любого двоичного числа. Отметим, что наибольшее десятичное число, которое можно представить 8-разрядным двоичным числом 256 – 2^8, а 16- разрядным 65535 – 2^{16}

Все операции прямого и обратного преобразования чисел осуществляются компьютером автоматически с помощью специальных функциональных узлов, в частности регистров, шифраторов и дешифраторов.

Основными воротами для ввода информации в компьютер является его клавиатура. Путем нажатия той или иной клавиши пользователь вводит в компьютер соответствующий знак, символ, букву. Но машина в состоянии воспринимать только двоичный код. Поэтому все клавиши в соответствии с их обозначениями и положением регистровых переключателей соединены с пронумерованными электрическими цепями таким образом, что ввод каждого символа будет равнозначен вводу определенного двоичного числа. Одним из наиболее распространенных кодов является код ASCII – алфавитный код обработки информации, его версия КОИ-8 принята в качестве стандарта (табл. 9.2).

Таблица 9.2 – Код КОИ-8

Код	**Символ**	**Код**	**Сим вол**	**Код**	**Сим вол**	**Код**	**Сим вол**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
00100000		00110000	0	01000000	@	01010000	P
00100001	!	00110001	1	01000001	A	01010001	Q
00100010	“	00110010	2	01000010	B	01010010	R
00100011	#	00110011	3	01000011	C	01010011	S
00100100	$	00110100	4	01000100	D	01010100	T
00100101	%	00110101	5	01000101	E	01010101	U
00100110	&	00110110	6	01000110	F	01010110	V
00100111	`	00110111	7	01000111	G	01010111	W
00101000	(	00111000	8	01001000	H	01011000	X
00101001	)	00111001	9	01001001	I	01011001	Y
00101010	*	00111010	:	01001010	J	01011010	Z
00101011	+	00111011	;	01001011	к	01011011	[
00101100	,	00111100	<	01001100	L	01011100	\
00101101	-	00111101	=	01001101	M	01011101	]
00101110	.	00111110	>	01001110	N	0101110	^
00101111	/	00111111	?	01001111	O		

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какими символами обозначаются системы счисления: десятичная, двоичная, шестнадцатеричная, восьмеричная?

2. К какому типу счисления относится двоичная система счисления?
3. Перечислите правила сложения двоичных чисел.
4. Перечислите правила умножения двоичных чисел.

3. Выполните следующие задания:

1. Переведите в двоичную запись десятичные числа:

7; 17; 31; 48; 98; 102; 193; 254; 513; 999; 25,75; 1505,25

2. Переведите в десятичную запись двоичные числа:

101; 1001; 1100; 10111; 11011; 1011000; 10111011; 100010011; 10000000011; 010101010101; 11001,11; 1011001,01; 100101,01

3. Двоичное число записано в виде многочлена:

1) $1x2^4 + 0x2^3 + 1x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0$

2) $1x2^6 + 1x2^3 + 1x2^0 + lx2^{-2} + 1x2^{-4}$

3) $1x2^7 + 1x2^4 + 1x2^{-3} + lx2^{-5}$

4) $1*2^6 + 0*2^5 + 1*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 0*2^1 + 1$

5) $1*2^6 + 0*2^5 + 1*2^4 + 1*2^3 + 0*2^2 + 0*2^1 + 1*2^0 + 0*2^{-1} + 1*2^{-2}$

Какой вид имеет десятичная запись?

4. Закодируйте в коде КОИ - 8

1) слово TIME

2) арифметическое неравенство "2*X+1>X-1"

3) выражение «NOSCETE IPSUM» (познай самого себя)

5. Прочитайте закодированную в КОИ-8 информацию

1) 0011100000111000

2) 010101100100100101010110010000101010100

3) 0101100000101010010110010011110100110000

[*]6. Докажите равенство:

5D=00000101B

101111B=47D

636D=1001111100B

Практическая работа по теме: Представление информации в ЭВМ

Цель: изучить принципы выполнения операций сложения в двоичной системе счисления.

1. Теоретическая информация

Основной операцией, которая используется в цифровых устройствах при выполнении различных арифметических действий, является алгебраическое сложение (сложение в котором могут участвовать как положительные, так и отрицательные числа). Вычитание легко сводится к сложению путем изменения знака вычитаемого на обратный. Операции умножения и деления также сводятся к сложению и некоторым логическими действиями. Поэтому именно с операции сложения начнем рассмотрение способов выполнения арифметических операций.

При записи кода будем знак числа представлять заключаемыми в кружки

[*] Задание повышенной сложности

цифрами 0 (для положительных чисел) и 1 (для отрицательных чисел). Именно такими цифрами в устройствах, предназначенных для хранения чисел, принято фиксировать знак числа в специально выделяемых так называемых знаковых разрядах.

Сложение положительных чисел

Выполнение этой операции покажем на примере:

Переносы   1   1
Первое слагаемое N1 0 01001
Второе слагаемое N2 0 01101
Сумма N=N1+N2   0 10110

Цифры разрядов суммы N=N1+N2 формируются последовательно, начиная с младшего разряда. Цифра младшего разряда суммы образуется суммированием цифр младших разрядов слагаемых. При этом кроме цифры разряда суммы, формируется цифра переноса в следующий более старший разряд. Таким образом, в разрядах, начиная со второго, суммируются три цифры: цифры соответствующего разряда слагаемых и перенос, поступающий в данный разряд из предыдущего.

Перенос равен 1 во всех случаях, когда результат суммирования цифр в разряде равен или больше p=2 (p- основание системы счисления). При этом в разряд суммы заносится цифра, на p единиц (т.е. на 2) меньшая результата суммирования.

Алгебраическое сложение с использованием дополнительного кода

Для пояснения сущности излагаемого ниже метода рассмотрим следующий пример. Пусть требуется сложить два десятичных числа N1= 0 831 и N2= 1 376. Так как второе слагаемое – отрицательное число, пользование приемом, излагаемым в школьной программе, потребовало бы последовательности действий с заемами из старших разрядов. Предусматривать в цифровом устройстве дополнительно такую последовательность действий не обязательно. Искомый результат может быть получен и при использовании последовательности действий с передачей переносов в старшие разряды, которая применяется при сложении положительных чисел. Для этого достаточно отрицательное число 1 376 предварительно преобразовать в так называемый *дополнительный код* следующим образом: во всех разрядах, кроме знакового, запишем дополнение до девяти к цифрам этих разрядов и затем прибавим единицу в младший разряд. Дополнительный код для числа N2= 1 376 есть N2 доп= 1 624

Далее произведем сложение по правилам сложения положительных чисел:

Переносы   1 1
Первое слагаемое N1   0 831
Второе слагаемое N2доп   1 624
Сумма N=N1+N2   0 455

При сложении складываются и цифры знаковых разрядов с отбрасыванием возникающего из этого разряда переноса. Как видим, получен правильный результат (действительно 831-376=455) В двоичной системе счисления дополнительный код отрицательного числа формируется по следующему правилу инвертируются (путем замены 0 на 1 и 1 на 0) цифры всех разрядов, кроме знакового, после чего в младший разряд прибавляется единица. Например, если N= 1 10110, то Nдоп= 1 01010. Обратное преобразование отрицательных чисел из дополнительного кода в прямой производится по тому же правилу. Рассмотрим примеры выполнения операции. *Пример*. Пусть N1=0 10110, N2=1 01101

Переносы 11 11
Первое слагаемое N1 0 10110
Второе слагаемое N2доп 1 10011
Сумма N=N1+N2 0 01001

Замечание: перенос, возникающий из знакового разряда, отбрасывается.

Пример. Изменим на обратные знаки слагаемых, использованных в предыдущем примере: N 1 = 1 10110, N2=0 01101.

Переносы 1
Первое слагаемое N1доп 0 01010
Второе слагаемое N2 1 01101
Сумма Nдоп= (N1+M2)доп 1 10111
Сумма N=N1+N2 1 01001

Таким образом, если результат сложения есть отрицательное число, то оно оказывается представленным в дополнительном коде.

Алгебраическое сложение с использованием обратного кода

Вместо дополнительного кода для *представления* отрицательных слагаемых может быть использован *обратный код.* Обратный код отрицательных двоичных чисел формируется по следующему правилу: цифры всех разрядов, кроме знакового, инвертируются. Обратное преобразование из обратного кода в прямой производится по тому же правилу. Рассмотрим те же примеры, используя обратный код:

Переносы 11 11
Первое слагаемое Nl 0 10110
Второе слагаемое N2обр 1 10010
10 01000
1
0 01001

При использовании обратного кода перенос, возникающий из знакового разряда, прибавляется в младший разряд суммы.

Переносы 1
Первое слагаемое N1обр 1 01001
Второе слагаемое N2 0 01101
Сумма Nобр= (N1+N2)обр 1 10110
Сумма N=N1+N2 1 01001

Если результат сложения – отрицательное число, оно оказывается представленным в обратном коде.

Алгебраическое сложение с использованием модифицированного кода

Особенность модифицированного дополнительного кода состоит в том, что в нем предусматривается два знаковых разряда. В обоих знаковых разрядах положительные числа содержат нули, отрицательные – единицы.

Выполнение операции суммирования с использованием модифицированного дополнительного или модифицированного обратного кода производится по правилам, сформулированным выше. Если результат суммирования содержит в знаковых разрядах комбинацию 01 или 10, это служит признаком так называемого переполнения разрядной сетки. Переполнение разрядной сетки – явление, при котором результат операции содержит большее число разрядов, чем число разрядов в устройстве, предназначенном для его хранения. При этом некоторые разряды результата не могут быть зарегистрированы в устройстве, они теряются и результат оказывается ошибочным.

Пример. Пусть N1= 00 11011 N2= 11 10101

Переносы	111 1 11
Первое слагаемое N1	00 11011
Второе слагаемое N2доп	11 10101
Сумма N= N 1 +N2	00 00110

Переполнение разрядной сетки не возникает.

Пример. Пусть N1= 00 10110 N2==0011011

Переносы	1 111
Первое слагаемое N1	00 10110
Второе слагаемое N2	00 11011
Сумма N= N 1 +N2	01 10001

Комбинация цифр 0 и 1 в знаковых разрядах результата суммирования свидетельствует о переполнении разрядной сетки, зафиксированный результат ошибочен. Возникновение ошибки связано с тем, что при суммировании перенос из старшего разряда оказался зафиксированным во втором из знаковых разрядов. Для регистрации результата суммирования в данном примере требуется шесть разрядов (без учета знаковых разрядов).

Пример. Пусть N1= 11 101101 N2= 11 011101

Переносы	1 1
Первое слагаемое N1доп	11 010011
Второе слагаемое N2доп	11 100011
Сумма N= N 1 +N2	10 110110

И в этом случае комбинация цифр 1 и 0 в знаковых разрядах сигнализирует о переполнении разрядной сетки. Для регистрации результата без учета знаковых разрядов в данном примере требуется семь разрядов и в отведенных для него шести разрядов он не помещается.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Каким образом производится сложение положительных чисел?
2. Каким образом производится сложение чисел с использованием дополнительного кода?
3. Каким образом производится сложение чисел с использованием обратного кода?
4. Каким образом производится сложение чисел с использованием модифицированного кода?

3. Выполните следующие задания:

1. Сложить двоичные числа:

а) 0 011100 и 0110001
б) 1 10101 и 0 101
в) 0 1111 и 0 1111
г) 0 10111 и 0 00101

2. Записать в дополнительном коде следующие числа:
а) 0,1011
б) –0,1011
в) 0,1101
г) –0,1001
д) –0,1000
е) –0,11111
ж) 1101
з) –1011101

*3. Пользуясь дополнительным и обратным кодами, сложить следующие числа:
а) +010,111 и +010,011
б) +110,101 и –101,011
в) –110,101 и +101,011

*4. Сложить двоичные числа, используя модифицированный код:
а) 00 1101 и 11 1000
б) 11 10001 и 11 11000
в) 00 110011 и 11 100010

Практическая работа по теме: Умножение двоичных чисел

Цель: изучить принципы выполнения операций умножения в двоичной системе счисления.

1. Теоретическая информация

Операция умножения включает в себя определение знака и абсолютного значения произведения. *Определение знака произведения.* Знаковый разряд произведения может быть получен суммированием цифр знаковых разрядов без формирования переноса (так называемым суммированием по модулю 2). Действительно, при совпадении цифр знаковых разрядов сомножителей (0..... и 0...., либо 1... и 1....) их сумма равна 0, т.е. соответствует знаковому разряду произведения двух сомножителей, имеющих одинаковые знаки, при несовпадении цифр знаковых разрядов эта сумма будет равна 1, что также соответствует знаковому разряду произведения двух сомножителей с разными знаками.

Определение абсолютного значения произведения путем перемножения чисел без учета их знаков. Пусть производится умножение целых чисел. Покажем пример умножения.

```
  10111 -множимое
   1101 -множитель
  10111 - первое частичное произведение
 00000 - второе частичное произведение
```

* Задание повышенной сложности

10111 - третье частичное произведение

10111 - четвертое частичное произведение

100101011 - произведение

Как видно из примера, в процессе выполнения операции умножения формируются частичные произведения (произведения множимого на цифры разрядов множителя), которые суммируются с соответствующими сдвигами друг относительно друга. В цифровых устройствах процессу суммирования частичных произведений придают последовательный характер: формируется частичное произведение (младшее или старшее), к нему с соответствующим сдвигом прибавляется следующее частичное произведение, к полученной сумме прибавляется с соответствующим сдвигом очередное частичное произведение и т.д., пока не окажутся просуммированными все частичные произведения. Этот процесс суммирования можно начинать с частичного произведения, получаемого умножением множимого на старший либо младший разряды множителя. При умножении целых чисел первый из этих приемов (с умножением множимого на разряды множителя, начиная со старшего его разряда) может оказаться удобным. Покажем процессы при умножении этим методом чисел 10111 и 1101.

10111 – четвертое частичное произведение.

10111 – сдвиг на один разряд влево

10111 – третье частичное произведение

1000101 – прибавление третьего частичного произведения

1000101 – сдвиг на один разряд влево

00000 – второе частичное произведение

10001010 – прибавление второго частичного произведения

10001010 – сдвиг на один разряд влево

10111 – первое частичное произведение

100101011 – прибавление первого частичного произведения.

Нетрудно убедиться, что при этом все частичные произведения суммируются с требуемыми сдвигами относительно друг друга, благодаря чему образуется ранее приведенный результат умножения этих чисел.

При умножении целых чисел для фиксации произведения в разрядной сетке устройства должно предусматриваться число разрядов множимого и множителя. При умножении дробных чисел (меньших единицы) удобнее начинать умножение с младшего разряда множителя.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Как определить знак произведения?
2. Как определить абсолютное значение произведения?
3. Что такое частичное произведение?

3. Выполните следующие задания:

1. Перемножить следующие двоичные числа:

а) 111 и 010

б) 10101 и 111

в) 11000 и 1011

г) 11011 и 10111

д) 11 и 110011

2. Умножить двоичные числа, начиная со старшего разряда со сдвигом влево:

а) 101 и 111
б) 1101 и 1001
в) 110111 и 10001
*3. Умножить дробные числа:
а) 0,101 и 0,11
б) 0,11001 и 0,1101
в) 0,11011 и 1,0110

Практическая работа по теме: Восьмеричная и шестнадцатеричная системы счисления

Цель: изучить принципы представления информации в восьмеричной и шестнадцатеричной системе счисления.

1. Теоретическая информация

Основной недостаток двоичных чисел – высокая избыточность обрабатываемых чисел, громоздкость записи. Аппаратные средства ЭВМ накладывают известные ограничения на длину двоичных чисел. Поэтому в современных компьютерах помимо двоичной системы счисления применяют и другие, более компактные по длине чисел системы, в частности восьмеричную. В восьмеричной системе счисления числа записываются с помощью восьми цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Примеры:

1) 502 O = $5*8^2+0*8^1+2*8^0=5*64+0+2=320+2=322$ D
2) 3602 O = $3*8^3+6*8^2+0*8^1+2*8^0=3*512+6*64+0*8+2=1992$ D

Для замены десятичного целого числа на равное ему восьмеричное используется алгоритм деления на 8.

Для перехода из восьмеричной системы в двоичную, каждую цифру восьмеричной записи представляют в двоичном виде: 475 O = 100 111 101 B.

Обратный переход аналогичен, двоичное число разбивается на триады, и заменяется каждая цифра восьмеричной.

Назначение шестнадцатеричной системы счисления аналогично восьмеричной, т.е. для компактной записи двоичных чисел и команд. В этой системе счисления данные представляются уже в виде всего 2-х разрядных чисел.

Для записи чисел в этой системе необходимо шестнадцать различных символов. В качестве первых десяти шестнадцатеричных цифр используются те же, что и в десятичной системе. Для отображения остальных шести цифр используются буквы латинского алфавита A, B, C, D, E, F.

Переход из одной системы счисления в другую аналогичен восьмеричной, только число разбивается на тетрады.

1. 15 D = Fh
2. 31 D = $1*16^1+15*16^0=1$Fh

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какой основной недостаток двоичных чисел?

---

* Задание повышенной сложности

2. Каким образом производится переход из восьмеричной системы счисления в двоичную?
3. Каким образом производится переход из десятичной системы счисления в восьмеричной?
4. Каким образом производится переход из шестнадцатеричной системы счисления в двоичную?
5. Каким образом производится переход из шестнадцатеричной системы счисления в восьмеричной?

3. Выполните следующие задания:

1. Произведите преобразования чисел:
   1) 276 O – D – B
   2) 321 O – D – B
   3) 268 D – H
   4) 9Fh – B – D
   5) 577 O – B
   6) 100100101,110010101 B – O
   7) 167 D – H
   8) 6C H – B
   9) 268 D – H
   *10) 9F H – B – D – O

Практическая работа по теме: Основы алгебры логики

Цель: изучить основные логические функции и принципы работы логических элементов.

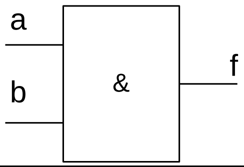
1. Теоретическая информация

Внутри машины все числа представляются в виде двоичных кодов. При выполнении программы АЛУ проводит различные операции над двоичными числами, выдавая результаты в виде двоичных чисел. Поэтому АЛУ можно рассматривать как сложный функциональный преобразователь, на вход которого поступают исходные двоичные числа, а на выход выдается новое двоичное число. На вход АЛУ поступает комбинация 2-х или 3-х двоичных чисел, а на выходе вырабатывается одна двоичная цифра f. Аргументы называются логическими переменными, а f – логическая функция.

Функция «И» – конъюнкция.

Логическое умножение – это логическая функция 2-х и более аргументов, обозначаемых знаком Λ. Конъюнкция нескольких аргументов – это такая логическая функция, которая равна 1, только в том случае, когда все аргументы равны 1, и равна 0, когда хотя бы один аргумент равен 0. Графическое обозначение:

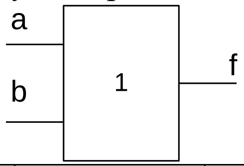
* Задание повышенной сложности



a	b	f
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Функция «ИЛИ» – дизъюнкция.

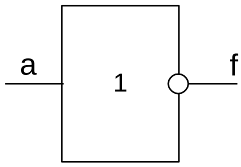
Логическое сложение – это логическая функция 2-х и более аргументов, обозначаемых знаком V. Дизъюнкция нескольких аргументов – это такая логическая функция, которая равна 0, только в том случае, когда все аргументы равны 0, и равна 1, когда хотя бы один аргумент равен 1. Графическое обозначение:



a	b	f
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Функция «НЕ» – отрицание.

Логическое отрицание одного аргумента обозначается чертой над аргументом. Графическое обозначение:



a	f
0	1
1	0

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Как работает АЛУ?
2. Операция конъюнкции. Таблица истинности.
3. Операция дизъюнкции. Таблица истинности.
4. Операция отрицания. Таблица истинности.

3. Выполните следующие задания:

1) Пользуясь формулой, построить схему комбинационного устройства.

$$\mathbf{f} = \bar{\mathbf{a}} \wedge \mathbf{b} \vee \mathbf{a} \wedge \bar{\mathbf{b}}$$

$$\mathbf{f} = \bar{\mathbf{a}} \vee \mathbf{b} \wedge (\bar{\mathbf{b}} \vee \mathbf{a}) \wedge \mathbf{a}$$

$$\mathbf{f} = \bar{\mathbf{a}} \wedge (\mathbf{a} \vee \mathbf{b}) \vee (\overline{\mathbf{b} \wedge \mathbf{a}})$$

* $f = a \vee b \vee (\bar{b} \vee a) \wedge (b \vee \bar{a})$

* $f = a \vee (b \vee (\overline{a \wedge b}) \wedge \bar{a})$

Практическая работа по теме: Сумматор

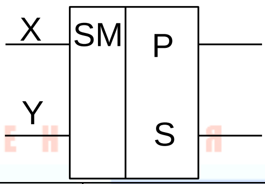
Цель: изучить работу сумматоров различного типа.

1. Теоретическая информация

Это один из главных рабочих узлов МП, особенно в той части МП, которая отвечает за выполнение арифметических действий.

Одноразрядный сумматор на 2 входа (полусумматор)

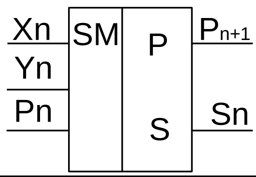
Служит для сложения 2-х двоичных чисел. На выходе S формируется цифра суммы данного разряда, а на выходе P – единица переноса в старший разряд.



X	Y	P	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Одноразрядный сумматор на 3 входа

Служит для сложения 3-х чисел. При сложении 2-х чисел, в каждом разряде необходимо складывать 3 цифры: Xn, Yn и Pn единицу переноса, которая приходит в данный разряд из предыдущего разряда. В результате сложения 3-х чисел в n-разряде образуются 2 цифры: цифра суммы данного разряда Sn и цифра P_{n+1} переноса в последующий разряд, т.е. в общем виде одноразрядный сумматор имеет 3 входа и 2 выхода. Комбинируя регистры и одноразрядные сумматоры на 3 входа строят схемы сумматоров для сложения двоичных чисел.



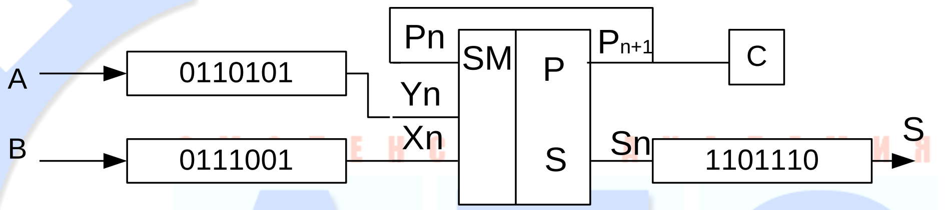
Xn	Yn	Pn	P_{n+1}	Sn
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
1	0	0	0	1

* Задание повышенной сложности

1	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Сумматор последовательного действия

Состоит из 3-х сдвигающих регистров и одного одноразрядного сумматора на 3 входа. Слагаемые находятся в регистрах A и B. При подаче сдвига на регистры A и B в сумматор будут введены младшие разряды слагаемых и цифра суммы данного разряда зафиксируется в старшем самом левом разряде регистра суммы. Затем через интервал времени t сигналы подаются одновременно на 3 регистра. В сумматоре будет выполняться сложение очередных чисел разряда и единицы переноса из предыдущего разряда. После того, как будут поданы последние цифры слагаемых, сумма чисел разместится в регистре S. Единица переноса из самого старшего разряда обычно фиксируется в триггере переноса C.



2. Вопросы для самоконтроля:

1. Одноразрядный сумматор на 2 входа. Таблица истинности.
2. Одноразрядный сумматор на 3 входа. Таблица истинности.
3. Сумматор последовательного действия. Принцип работы.

3. Выполните следующие задания:

1) Синтезировать узел, осуществляющий суммирование двух 1-разрядных двоичных чисел на элементах И, ИЛИ, НЕ.

*2) По формуле построить таблицу истинности и схему:

$$\mathbf{Y} = \left(\overline{\mathbf{x}}_2 \mathbf{V} \mathbf{x}_4\right) \Lambda \left(\overline{\mathbf{x}}_1 \mathbf{V} \overline{\mathbf{x}}_3\right) \Lambda \left(\overline{\mathbf{x}}_1 \mathbf{V} \mathbf{x}_2 \mathbf{V} \overline{\mathbf{x}}_4\right)$$

* Задание повышенной сложности