

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ИНФОРМАТИКА

Методические указания для лабораторных занятий
и самостоятельной работы студентов по теме «Системы счисления»

Новосибирск 2016

УДК 004 (07)
ББК 32.81, я 7

Кафедра Бухгалтерского учёта и автоматизированной обработки информации

Составители: *Н.В. Черношейкина, доцент кафедры БУ и АОИ*

Рецензенты: *Л.В. Петрова, доцент кафедры БУ и АОИ*
Н.А. Воробьёва, сетевой администратор ЦИТ НГАУ

Информатика: методические указания для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов по теме «Системы счисления» / Новосиб. гос. аграр. ун-т; сост.: Н.В. Черношейкина – Новосибирск, 2016. – 44 с.

Методические указания по проведению лабораторных занятий и самостоятельной работы предназначены для изучения темы «Системы счисления» студентами всех направлений подготовки и форм обучения.

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры бухгалтерского учета и автоматизированной обработки информации (протокол № 10 от «28» июня 2016 г.).

Методические указания утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией экономического факультета (протокол № 7 от «30» июня 2016 г.).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ. ПЕРЕВОДЫ ЧИСЕЛ ИЗ ОДНОЙ СИСТЕМЫ В ДРУГУЮ	5
1.1. Понятие системы счисления. Позиционные и непозиционные системы	5
1.2. Используемые системы счисления	6
1.3. Перевод целого числа из десятичной системы счисления в другую систему	9
1.4. Перевод дробного числа из десятичной системы счисления в другую систему	12
1.5. Перевод смешанной дроби.....	15
1.6. Перевод чисел в десятичную систему счисления. Двоично-десятичная система счисления	17
2. АРИФМЕТИЧЕСКИЕДЕЙСТВИЯ.....	25
2.1. Арифметические действия в двоичной системе счисления	25
2.2. Арифметические действия в шестнадцатеричной системе счисления	28
2.2.1. Правила сложения в шестнадцатеричной системе счисления	29
2.2.2. Правила умножения в шестнадцатеричной системе счисления	30
2.3. Выполнение арифметических действий с кодами.....	33
2.3.1.Понятие кода	33
2.3.2. Действия с кодами в шестнадцатеричной системе счисления.....	35
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	44

ВВЕДЕНИЕ

Развитие сельского хозяйства на современном этапе требует совершенствования управления на основе широкого использования технологических средств и компьютерной техники.

Рациональное применение технических средств управления и вычислительной техники позволит значительно повысить эффективность и оперативность управленческого труда, улучшить качество применяемых управленческих решений, эта цель может быть достигнута при изучении курса «Информатика».

Настоящие методические указания содержат основные положения арифметических основ построения компьютера и предназначены для использования студентами при изучении курса «Информатика». В результате студенты приобретут соответствующие компетенции, сформированные требованиями ФГОС ВО соответствующих направлений подготовки.

1. СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ.

ПЕРЕВОДЫ ЧИСЕЛ ИЗ ОДНОЙ СИСТЕМЫ В ДРУГУЮ

1.1. Понятие системы счисления. Позиционные и непозиционные системы

Система счисления – это совокупность правил и знаков (цифр), используемых для изображения чисел.

Различают позиционные и непозиционные системы счисления. В позиционной системе счисления число строится так, что значение каждой цифры зависит от её положения в ряду цифр, изображающих число. Примером могут служить числа, представленные в десятичной системе счисления, основанием которой является число десять, т.е. для изображения чисел в этой системе используются цифры 0 – 9. Основание в позиционной системе показывает, во сколько раз единица данного разряда больше единицы предыдущего разряда.

Например,

5	цифра занимает разряд единиц.
50	цифра 5 занимает разряд десятков и превосходит разряд единиц в 10 раз.
500	цифра 5 занимает разряд сотен и превосходит разряд десятков в 10 раз, т.д.

В непозиционной системе положение цифры не влияет на значение этой цифры. Например, показаны цифры в римской системе счисления: IV, V, VI, VII, VIII.

Цифра V занимает различные позиции, но каждое изображаемое число является числом разряда единиц, так как согласно правил:

- две одинаковые подряд стоящие цифры образуют число, равное их

сумме;

- двузначное число, в котором младшая цифра стоит слева, равно их разности;
- двузначное число, в котором младшая цифра стоит справа, равно их сумме.

Таким образом, цифры в римской системе счисления, даже входящие в первый десяток, занимает несколько позиций.

1.2. Используемые системы счисления

Минимальная единица информации, которую может обработать компьютер, называется байтом. Байт состоит из восьми двоичных разрядов или бит. Значением бита может быть 0 или 1. Биты нумеруются с 0-го по 7-й. Для удобства представления различных типов данных байт разбивается на два полубайта. Биты 0 – 3 образуют зонную часть байта. Биты 4 – 7 образует цифровую часть байта:

НОМЕР БИТ							
0	1	2	3	4	5	6	7
ЗОНА				ЦИФРА			

С помощью восьми бит можно получить 256 различных кодовых комбинаций – от 00000000 до 11111111. Этот диапазон кодов достаточен для представления в компьютере алфавитно-цифровых и специальных символов. Используемый в компьютере двоичный код обмена информацией (ДКОИ) приведен в таблице 1, что представлено в ГОСТ 19768-93. «Информационная технология. Наборы 8-битных кодированных символов. Двоичный код обработки информации». Настоящий стандарт устанавливает две версии кода ДКОИ: ДКОИ К1 и ДКОИ К2 с наборами символов латинским шрифтом и кириллицей в соответствии с таблицами 1 и 2.

Таблица ДКОИ построена в виде матрицы, элементами которой являются

Таблица 1 – Кодовая таблица ДКОИ К1

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
4	5	6	7		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
0	0	0	0	0	ПУС	АР1	ВЦФ		ПР	&	—		ц	й	я	ь	{ }
0	0	0	1	1	НЗ	СУ1	НЗН		НПР	/			а	ј	~	ы	A J
0	0	1	0	2	НТ	СУ2	РП	СИН					б	к	я	э	B K S
0	0	1	1	3	КТ	СУ3				е	ГД		с	l	t	ш	C L T
0	1	0	0	4	ВЫП	ВСТ	БК	ВКП	ѐ				d	m	u	э	D M U
0	1	0	1	5	ГТ	НС	ПС	ОСУ					e	n	v	ш	E N V
0	1	1	0	6	НП	ВШ	КБ	ВП					ю	f	o	w	ч F O W
0	1	1	1	7	ЗБ	СВБ	АР2	КП		ь			а	g	p	x	ь G P X
1	0	0	0	8		АН				№			б	h	q	y	Ю Н Q Y
1	0	0	1	9		КН							'	i	r	z	A I Я Z
1	0	1	0	A	НРВ	УК	УР		[]	!	:		д	к	р	Б	X H T
1	0	1	1	B	ВТ	СП1	СП2	СП3	.	α	,	#	е	л	с	Ц	И O Y
1	1	0	0	C	ПФ	РИ4		СУ4	<	*	%	@	ф	м	т	Д	Й П Ж
1	1	0	1	D	ВК	ВИ3	КТМ	НЕТ	()	—	'		г	н	у	Е	К Я В
1	1	1	0	E	ВЫХ	РИ2	ДА		+	;	>	=	х	о	ж	Ф	Л P Ъ
1	1	1	1	F	ВХ	РИ1	ЗВ	ЗМ	!	^	?	"	и	п	в	Г	M C Ы

Таблица 2 – Кодовая таблица ДКОИ К2

					0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
					1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
					2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
					3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
4	5	6	7		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F				
0	0	0	0	0	ПУС	АР1	ВЦФ		ПР	&	—		ц	й	я	ь	{	}	\					0
0	0	0	1	1	НЗ	СУ1	ИЗН				/		а	ј	—	ы	А	Ј						1
0	0	1	0	2	НТ	СУ2	РП	СИН					h	k	з	з	В	К	Ѕ					2
0	0	1	1	3	КТ	СУ3								l	t	ш	С	L	T					3
0	1	0	0	4	ВЫП	ВСТ	БК	ВКП					d	m	u	э	D	M	U					4
0	1	0	1	5	ГТ	НС	ПС	ОСУ					e	n	v	щ	E	N	V					5
0	1	1	0	6	НП	ВШ	КБ	ВП				ю	f	o	w	ч	F	O	W					6
0	1	1	1	7	ЗБ	СВБ	АР2	КП		Ь			g	p	x	ь	G	P	X					7
1	0	0	0	8		АН						б	h	q	y	Ю	Н	Q	Y					8
1	0	0	1	9		КН						'	i	r	z		I	R	Z					9
1	0	1	0	A	НРВ	УК	УР		[]	!	:	д	к		Б								З
1	0	1	1	B	ВТ	СП1	СП2	СП3	.	к	.	#		л		Ц	И		У	Ш				
1	1	0	0	C	ПФ	РИ4		СУ4	<	*	%	@	ф	м	т	Д	Й	П	Ж	Э				
1	1	0	1	D	ВК	ВИЗ	КТМ	НЕТ	()	—	'	г	н			Я		Щ					
1	1	1	0	E	ВЫХ	РИ2	ДА		+	;	>	=			ж	Ф	Л		Ь	Ч				
1	1	1	1	F	ВХ	РИ1	ЗВ	ЗМ	!	~	?	"	и	п	в	Г			Ы					

Компьютер может обрабатывать алфавитно-цифровую информацию разной длины от 1 до n байта. В компьютере для представления чисел используются двоичная, десятичная и шестнадцатеричная система счисления. Рассмотрим знаки, входящие в эти системы.

Основанием двоичной системы счисления является число 2 ($q = 2$), и для изображения чисел используются цифры 0 и 1.

Шестнадцатеричная система счисления имеет основание 16 ($q = 16$) и включает цифры 0 – 9 и латинские буквы A – для обозначения цифры, равной 10_{10} ($A = 10_{10}$); B – для обозначения цифры, равной 11_{10} ($B = 11_{10}$). C, D, E, F – для обозначения цифр равных соответственно 12_{10} , 13_{10} , 14_{10} , 15_{10} .

Любая цифра может быть основанием системе счисления.

Для представления двоичной цифры требуется 1 бит. Цифры десятичной и шестнадцатеричной систем счисления представляются в машине в виде четырехразрядных двоичных кодов:

0 – 0000	4 – 0100	8 – 1000	C – 1100
1 – 0001	5 – 0101	9 – 1001	D – 1101
2 – 0010	6 – 0110	A – 1010	E – 1110
3 – 0011	7 – 0111	B – 1011	F – 1111

Рассмотрим правила перевода чисел из одной системы счисления в другую.

1.3. Перевод целого числа из десятичной системы счисления в другую систему


Для перевода целого числа из десятичной системы счисления в другую необходимо последовательно делить данное число на основание новой системы счисления, в которую оно переводится, пока частное не станет меньше делителя. Затем необходимо переписать, начиная от последнего частного, все остатки. Полученное число и будет представлять исходное число в новой системе счисления. Например, необходимо перевести число 39 из десятичной системы счисления в двоичную:

$$\begin{array}{l}
 39 / 2 = 19, \text{ (остаток } \mathbf{1}), 19 > 2, \\
 19 / 2 = 9, \text{ (остаток } \mathbf{1}), 9 > 2, \\
 9 / 2 = 4, \text{ (остаток } \mathbf{1}), 4 > 2, \\
 4 / 2 = 2, \text{ (остаток } \mathbf{0}), 2 = 2, \\
 2 / 2 = \mathbf{1}, \text{ (остаток } \mathbf{0}), 1 < 2 \\
 \hline
 39_{10} = 100111_2
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \uparrow \\
 \uparrow \\
 \uparrow \\
 \uparrow \\
 \uparrow
 \end{array}$$

или в шестнадцатеричную систему:

$$\begin{array}{l}
 39 / 16 = \mathbf{2}, \text{ (остаток } \mathbf{7}), 7 < 16 \\
 \hline
 39_{10} = 27_{16}
 \end{array}$$

Перевести число 197 из десятичной системы счисления в двоичную:

$$\begin{array}{l} 197 / 2 = 98, \text{ (остаток } 1), 98 > 2, \\ 98 / 2 = 49, \text{ (остаток } 0), 49 > 2, \\ 49 / 2 = 24, \text{ (остаток } 1), 24 > 2, \\ 24 / 2 = 12, \text{ (остаток } 0), 12 > 2, \\ 12 / 2 = 6, \text{ (остаток } 0), 6 > 2, \\ 6 / 2 = 3, \text{ (остаток } 0), 3 > 2, \\ 3 / 2 = 1, \text{ (остаток } 1), 1 < 2 \\ \hline 197_{10} = 11000101_2 \end{array}$$


или в шестнадцатеричную систему счисления:

$$\begin{array}{l} 197 / 16 = \underline{12}, \text{ (остаток } 5), 5 < 16 \\ 12_{10} = C_{16} \\ 197_{10} = C5_{16} \end{array}$$

Задание 1. Выберите правильный ответ из приведенных вариантов перевода целых десятичных чисел в двоичную систему счисления.

1. 78_{10}
- а) 1001110_2 ,
 - б) 100110_2 ,
 - в) 0111001_2 ,
 - г) 1011100_2 ,
 - д) 10001111_2 .

2. 97_{10}
- а) 1010001_2 ,
 - б) 1100001_2 ,
 - в) 1000011_2 ,
 - г) 1011101_2 ,
 - д) 11011110_2 .

3. 713_{10}
- а) 101001111_2 ,
 - б) 101010001_2 ,

- в) 101110100_2 ,
- г) 1011001001_2 ,
- д) 1001001001_2 .

4. 130_{10}

- а) 11000000_2 ,
- б) 11000010_2 ,
- в) 10000010_2 ,
- г) 10010010_2 ,
- д) 11000001_2 .

5. 167_{10}

- а) 10010111_2 ,
- б) 10100001_2 ,
- в) 10010001_2 ,
- г) 10101010_2 ,
- д) 10100111_2 .

Задание 2. Выберите правильный ответ перевода целых десятичных чисел в шестнадцатеричную в систему счисления.

1. 219_{10}

- а) $D11_{16}$,
- б) $13D_{16}$,
- в) 1311_{16} ,
- г) DC_{16} ,
- д) DB_{16} .

2. 418_{10}

- а) $1A2_{16}$,
- б) 1102_{16} ,
- в) $1A2_{16}$,
- г) 1112_{16} ,
- д) $1A02_{16}$.

3. 64_{10}
- а) 40_{16} ,
 - б) 41_{16} ,
 - в) 04_{16} ,
 - г) 14_{16} ,
 - д) 4_{16} .
4. 717_{10}
- а) $2C13_{16}$,
 - б) $212D_{16}$,
 - в) $2CD_{16}$,
 - г) $2D_{16}$,
 - д) 2123_{16} .
5. 499_{10}
- а) $2F4_{16}$,
 - б) $1E3_{16}$,
 - в) $1F3_{16}$,
 - г) $1F4_{16}$,
 - д) 1153_{16} .

1.4. Перевод дробного числа из десятичной системы счисления в другую систему

Для перевода правильной дроби из десятичной системы счисления в другую необходимо последовательно умножать исходную дробь и дробные части получающихся произведений на основание новой системы счисления, в которую она переводится. Затем целые части, полученные в результате умножения, следует записать в направлении от первой полученной целой части. Перевод осуществляется до тех пор, пока после очередного умножения дробная часть не окажется равной нулю или не будет достигнута заданная степень точности перевода.

Например, необходимо перевести дробь $0,42_{10}$ из десятичной системы счисления в двоичную и шестнадцатеричную:

$$\begin{array}{l}
 0,42 * 2 = \mathbf{0},84 \\
 0,84 * 2 = \mathbf{1},68 \\
 0,68 * 2 = \mathbf{1},36 \\
 0,36 * 2 = \mathbf{0},72 \\
 0,72 * 2 = \mathbf{1},44 \text{ и т.д.} \\
 0,42 = 0,01101_2
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 0,42 * 16 = \mathbf{6},72 \\
 0,72 * 16 = \mathbf{11},52 \\
 0,52 * 16 = \mathbf{8},32 \\
 0,32 * 16 = \mathbf{5},12 \\
 0,12 * 16 = \mathbf{1},92 \text{ и т.д.} \\
 0,42_{10} = 0,6B851_{16}
 \end{array}$$

Перевести дробь $0,165_{10}$ из десятичной системы счисления в двоичную и шестнадцатеричную:

$$\begin{array}{l}
 0,165 * 2 = \mathbf{0},330 \\
 0,330 * 2 = \mathbf{0},660 \\
 0,660 * 2 = \mathbf{1},320 \\
 0,320 * 2 = \mathbf{0},640 \\
 0,640 * 2 = \mathbf{1},280 \text{ и т.д.} \\
 0,165_{10} = 0,00101_2
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 0,165 * 16 = \mathbf{2},64 \\
 0,64 * 16 = \mathbf{10},24 \\
 0,24 * 16 = \mathbf{3},84 \\
 0,84 * 16 = \mathbf{13},44 \\
 0,44 * 16 = \mathbf{7},04 \text{ и т.д.} \\
 0,165_{10} = 0,2A3D7_{16}
 \end{array}$$

Стрелками указано направление чтения и записи цифр в новой системе счисления.

Задание 3. Выберите правильный ответ из приведенных пяти вариантов перевода правильных десятичных дробей в двоичную систему счисления.

1. $0,123_{10}$
 - а) $0,00011111_2$,
 - б) $0,0011111_2$,
 - в) $0,00011101_2$,
 - г) $0,000111_2$.
 - д) $0,001_2$.
2. $0,813_{10}$
 - а) $0,1011_2$,
 - б) $0,11001_2$,
 - в) $0,0111_2$,

- г) $0,0111111_2$,
д) $0,011101_2$.
3. $0,246_{10}$
а) $0,00011111_2$,
б) $0,00111111_2$,
в) $0,01011_2$,
г) $0,001111_2$,
д) $0,00111_2$.
4. $0,275_{10}$
а) $0,0100110_2$,
б) $0,0100011_2$,
в) $0,01000011_2$,
г) $0,0110010_2$,
д) $0,0111001_2$.
5. $0,42_{10}$
а) $0,1110101_2$,
б) $0,011101_2$,
в) $0,00111_2$,
г) $0,010001_2$,
д) $0,01101_2$.

Задание 4. Выберите правильный ответ перевода правильных десятичных дробей в шестнадцатеричную систему счисления.

1. $0,31_{10}$
а) $0,4155C_{16}$,
б) $0,415512_{16}$,
в) $0,4F5C2_{16}$,
г) $0,4F512_{16}$,
д) $0,4F5B_{16}$.
2. $0,43_{10}$
а) $0,6E147_{16}$,

б) $0,6141_{16}$,

в) $0,06E1_{16}$,

г) $0,06141_{16}$,

д) $0,6141_{16}$.

3. $0,27_{10}$

а) $0,551_{16}$,

б) $0,4510_{16}$,

в) $0,451EB_{16}$,

г) $0,0451_{16}$,

д) $0,45_{16}$.

4. $0,0048_{10}$

а) $0,13_{16}$,

б) $0,013A9_{16}$,

в) $0,13109_{16}$,

г) $0,13A9_{16}$,

д) $0,013109_{16}$.

5. $0,000018_{10}$

а) $0,0012DF5_{16}$,

б) $0,00012DF_{16}$,

в) $0,0012D_{16}$,

г) $0,012DF5C_{16}$,

д) $0,0121315_{16}$.

1.5. Перевод смешанной дроби

Для перевода смешанной дроби из одной системы счисления в другую систему счисления необходимо перевести отдельно целую и дробную части по указанным выше правилам.

Например, перевести число $36,51_{10}$ из десятичной системы счисления в двоичную систему:

$$\begin{array}{l}
 36 / 2 = 18, \text{ (остаток } \mathbf{0}\text{)}, 18 > 2, \\
 18 / 2 = 9, \text{ (остаток } \mathbf{0}\text{)}, 9 > 2, \\
 9 / 2 = 4, \text{ (остаток } \mathbf{1}\text{)}, 4 > 2, \\
 4 / 2 = 2, \text{ (остаток } \mathbf{0}\text{)}, 2 = 2, \\
 2 / 2 = \mathbf{1}, \text{ (остаток } \mathbf{0}\text{)}, < 2
 \end{array}$$

$$36_{10} = 100100_2$$

$$0,51 * 2 = \mathbf{1},02$$

$$0,02 * 2 = \mathbf{0},04$$

$$0,04 * 2 = \mathbf{0},08$$

$$0,08 * 2 = \mathbf{0},16$$

$$0,16 * 2 = \mathbf{0},32$$

$$0,5110 = 0,10000_2$$

$$36,51_{10} = 11100,10000_2$$

и шестнадцатеричную систему счисления:

$$36 / 16 = \mathbf{2}, \text{ (остаток } \mathbf{4}\text{)}, 4 < 16$$

$$36_{10} = 24_{16}$$

$$0,51 * 16 = \mathbf{8},16$$

$$0,16 * 16 = \mathbf{2},56$$

$$0,56 * 16 = \mathbf{4},96$$

$$0,96 * 16 = \mathbf{15},36$$

$$0,51_{10} = 0,824F_{16}$$

$$36,51_{10} = 24,824F_{16}$$

Перевести число $75,23_{10}$ из десятичной системы счисления в двоичную систему счисления:

$$\begin{array}{l}
 75 / 2 = 37, \text{ (остаток } \mathbf{1}\text{)}, 37 > 2, \\
 37 / 2 = 18, \text{ (остаток } \mathbf{1}\text{)}, 18 > 2, \\
 18 / 2 = 9, \text{ (остаток } \mathbf{0}\text{)}, 9 > 2, \\
 9 / 2 = 4, \text{ (остаток } \mathbf{1}\text{)}, 4 > 2, \\
 4 / 2 = 2, \text{ (остаток } \mathbf{0}\text{)}, 2 = 2, \\
 2 / 2 = \mathbf{1}, \text{ (остаток } \mathbf{0}\text{)}, 2 = 2
 \end{array}$$

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

$$0,23 * 2 = \mathbf{0},46$$

$$0,46 * 2 = \mathbf{0},92$$

$$0,92 * 2 = \mathbf{1},84$$

$$0,84 * 2 = \mathbf{1},68$$

$$0,23_{10} = 0,0011_2$$

$$75,23_{10} = 1001011,0011_2$$

и в шестнадцатеричную систему счисления:

$$75 / 16 = \mathbf{4}, \text{ (остаток } \mathbf{11}\text{)}, 11 < 16$$

$$0,23 * 16 = \mathbf{3},68$$

$$0,68 * 16 = \mathbf{10},88$$

$$0,88 * 16 = \mathbf{14},08$$

$$0,08 * 16 = \mathbf{5},28$$

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

$$0,23_{10} = 0,3AE5_{16}$$

$$75,23_{10} = 4B,3AE5_{16}$$

1.6. Перевод чисел в десятичную систему счисления. Двоично-десятичная система счисления

Для перевода числа из двоичной или шестнадцатеричной систем счисления в десятичную, необходимо данное число представить в развернутом виде, т.е. в виде суммы степеней основания (2;16), умноженных на коэффициенты, соответствующие цифрам переводимого числа, а затем рассчитать сумму.

Например,

6 5 4 3 2 1 0

$$1001101_2 = 1 * 2^6 + 0 * 2^5 + 0 * 2^4 + 1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 = 64 + 0 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 = 76_{10}$$

4 3 2 1 0 -1 -2 -3

$$11011,011_2 = 1 * 2^4 + 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0 + 0 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3} =$$

$$= 16 + 8 + 0 + 2 + 1 + 0 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = 27\frac{3}{8} = 27,375_{10}$$

2 1 0

$$14B_{16} = 1 * 16^2 + 4 * 16^1 + 11 * 16^0 = 256 + 64 + 11 = 331_{10}$$

3 2 1 0 -1 -2

$$2A0C,48_{16} = 2 * 16^3 + 10 * 16^2 + 0 * 16^1 + 12 * 16^0 + 4 * 16^{-1} + 8 * 16^{-2} = 8192$$

$$+ 2560 + 0 + 12 + \frac{4}{16} + \frac{8}{256} = 10764\frac{72}{256} = 10764,28125_{10}$$

При переводе числа из шестнадцатеричной системы счисления в двоичную, каждая цифра заменяется тетрадой. Например,

$$6B71,0C_{16} = 0110 1011 0111 001, 0000 1100_2$$

$$D4B, 5A_{16} = 1101 0100 1011, 0101 1010_2$$

Для перевода смешанных чисел из двоичной системы счисления в шестнадцатеричное двоичное число разбивают на тетрады влево и вправо от запятой, крайние тетрады дополняют нулями, а затем заменяют каждую из них соответствующей шестнадцатеричной цифрой системы счисления:

$$\underline{101100001,001}_2 = 161,2_{16}$$

$$\underline{11000101001,1011}_2 = 629,5_{16}$$

При переводе десятичных чисел в двоичные используется двоично-десятичная запись чисел, сущность которой заключается в том, что каждая десятичная цифра представляется четырехразрядным двоичным числом (тетрадой).

Например,

$$197,36_{10} = 0001\ 1001\ 0111,00110110_{2-10}$$

$$705,425_{10} = 0111\ 0000\ 0101,0100\ 0010\ 0101_{2-10}$$

Перевод чисел из десятичной системы счисления в двоичную можно выполнить проще и быстрее, используя шестнадцатеричную систему счисления в качестве промежуточной.

Например,

$$396, 29_{10} = 18C,4A3_{16} = 0001\ 1000\ 1100,0100\ 1010\ 0011_2$$

$$396 / 16 = 24, (\text{остаток } \mathbf{12}), 12 > 16 \quad \uparrow$$

$$24 / 16 = \mathbf{1}, (\text{остаток } \mathbf{8}), 8 < 16$$

$$0,29 * 16 = \mathbf{4,64} \quad \uparrow$$

$$0,64 * 16 = \mathbf{10,24}$$

$$0,24 * 16 = \mathbf{3,88}$$

$$396_{10} = 18C_{16}$$

$$0,29_{10} = 0,4A3_{16}$$

$$396, 29_{10} = 18C,4A3_{16}$$

Задание 5. Выберите правильный ответ из приведенных пяти вариантов перевода чисел из двоичной системы счисления в десятичную систему счисления.

1. $10000010, 0100011_2$

а) $840,170_{10}$

б) $130,273_{10}$

в) $140,270_{10}$

г) $480,540_{10}$

д) $370,812_{10}$

2. $10100111,01101_2$

а) $197,51_{10}$

- б) $180,43_{10}$
в) $190,85_{10}$
г) $167,406_{10}$
д) $201,37_{10}$
3. $1001110,00011111_2$
а) $73,312_{10}$
б) $80,151_{10}$
в) $78,121_{10}$
г) $175,48_{10}$
д) $413,541_{10}$
4. $1011001001,001111_2$
а) $816,131_{10}$
б) $483,43_{10}$
в) $813,72_{10}$
г) $719,48_{10}$
д) $713,234_{10}$
5. $1100000,1101_2$
а) $96,813_{10}$
б) $104,801_{10}$
в) $406,315_{10}$
г) $100,301_{10}$
д) $97,811_{10}$

Задание 6. Выберите правильный ответ из приведенных пяти вариантов перевода чисел из шестнадцатеричной системы счисления десятичную систему счисления.

1. $2CD,451_{16}$
а) $707,45_{10}$
б) $700,41_{10}$
в) $419,64_{10}$
г) $817,37_{10}$

- д) $717,27_{10}$
2. $2DA,00012_{16}$
- а) $800,0013_{10}$
- б) $700,000019_{10}$
- в) $850,0002_{10}$
- г) $730,000018_{10}$
- д) $740,000016_{10}$
3. $1F3,013A_{16}$
- а) $500,0050_{10}$
- б) $490,0050_{10}$
- в) $499,0048_{10}$
- г) $489,004_{10}$
- д) $409,0084_{10}$
4. $DB,4F5C_{16}$
- а) $220,42_{10}$
- б) $219,31_{10}$
- в) $300,85_{10}$
- г) $241,45_{10}$
- д) $221,83_{10}$
5. $1A2,6E1_{16}$
- а) $418,43_{16}$
- б) $420,65_{16}$
- в) $620,61_{16}$
- г) $420,09_{16}$
- д) $840,43_{16}$

Задания для самостоятельного выполнения

Задание 7.

7.1. Перевести целые десятичные числа в двоичную систему счисления.

24_{10}	3850_{10}
18_{10}	40008_{10}
134_{10}	245_{10}
177_{10}	33_{10}
7781_{10}	298_{10}

7.2. Перевести целые десятичные числа в шестнадцатеричную систему счисления.

43_{10}	593_{10}
58_{10}	6944_{10}
99_{10}	3875_{10}
184_{10}	1648_{10}
347_{10}	4231_{10}

Задание 8.

8.1. Перевести правильные дробные числа из десятичной системы счисления в двоичную систему счисления с точностью до пяти знаков после запятой.

$0,48_{10}$	$0,77_{10}$
$0,56_{10}$	$0,81_{10}$
$0,19_{10}$	$0,44_{10}$
$0,87_{10}$	$0,52_{10}$
$0,85_{10}$	$0,91_{10}$

8.2. Перевести правильные дробные числа из десятичной системы счисления в шестнадцатеричную систему счисления с точностью до пяти знаков после запятой.

$0,2_{10}$	$0,6_{10}$
$0,1_{10}$	$0,13_{10}$

$0,7_{10}$ $0,9_{10}$ $0,3_{10}$ $0,23_{10}$ $0,4_{10}$ $0,45_{10}$

Задание 9.

9.1. Перевести смешанные числа из десятичной системы счисления в двоичную систему с точностью до пяти знаков после запятой.

 $248,75_{10}$ $1,802_{10}$ $14,38_{10}$ $77,777_{10}$ $33,04_{10}$ $10,36_{10}$ $0,744_{10}$ $309,146_{10}$ $48,55_{10}$ $4513,11_{10}$

9.2. Перевести смешанные числа из десятичной системы счисления в шестнадцатеричную систему счисления с точностью до пяти знаков после запятой.

 $45,57_{10}$ $128,065_{10}$ $357,94_{10}$ $273,66_{10}$ $41,62_{10}$ $12,96_{10}$ $107,99_{10}$ $1584,105_{10}$ $7,46_{10}$ $93,16_{10}$

Задание 10.

10.1. Перевести числа из двоичной системы счисления в десятичную систему счисления.

 101000_2 $1100101,001_2$ 11100_2 $10110,1011_2$ 11111_2 $101,10011_2$ $100,110_2$ $111,00101_2$ $10,001_2$ $10101,001_2$ $1,0101_2$ $1000101,01_2$

10.2. Перевести числа из шестнадцатеричной системы счисления в десятичную систему счисления.

7034_{16}	$1E,C5_{16}$
3866_{16}	$15,A_{16}$
$48E_{16}$	$B4,64_{16}$
$2A3_{16}$	$547C,16_{16}$
$A7F6_{16}$	$7A14,28_{16}$

Задание 11.

11.1. Перевести числа из шестнадцатеричной системы счисления в двоичную, заменив каждую цифру тетрадой.

$88E_{16}$	$127,A_{16}$
$D16_{16}$	$306,1B_{16}$
$36A1_{16}$	$1239,97_{16}$
$750F9_{16}$	$E6A,A3_{16}$
$93CD_{16}$	$9B037B,D4_{16}$

11.2. Перевести числа из двоичной системы счисления в шестнадцатеричную, заменив каждую цифру тетрадой.

$10110001\ 0001,0001\ 1001_2$
 $00011011\ 1011,1100\ 1101\ 1110_2$
 $01\ 0010\ 1010\ 0100,0010\ 0011\ 1111_2$
 $1\ 0001\ 0110\ 1101\ 1001,1001\ 0101\ 0111_2$
 $11110110011\ 10000110,1101\ 1101\ 1000_2$

11.3. Перевести десятичные числа в двоично-десятичный код.

75_{10}	$10,297_{10}$
106_{10}	$310,82_{10}$
37_{10}	$647,5_{10}$
$0,96_{10}$	$758,37_{10}$
$6,75_{10}$	$98,76_{10}$

11.4. Записать двоично-десятичные числа в десятичной системе счисления.

$1010\ 0001\ 1001,1000\ 1010_{2-10}$
 $1101\ 1101\ 1110,0110\ 1011_{2-10}$

101 1001 0011 0110,1011 1001₂₋₁₀

11 1011 1011 1101 1111,1010 1011₂₋₁₀

1010 0100 1001110110110001,10010010 0001₂₋₁₀

11.5. Перевести числа из десятичной системы счисления в двоичную систему счисления, используя шестнадцатеричную систему в качестве промежуточной системы счисления.

48,03₁₀

475,82₁₀

85,27₁₀

260,16₁₀

523,34₁₀

320,42₁₀

741,93₁₀

1779,0763₁₀

103,75₁₀

2028,6702₁₀

2. АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ДЕЙСТВИЯ

2.1. Арифметические действия в двоичной системе счисления

1. Правила сложения в двоичной системе счисления

$$0_2 + 0_2 = 0_2$$

$$0_2 + 1_2 = 1_2$$

$$1_2 + 0_2 = 1_2$$

$$1_2 + 1_2 = 10_2$$

Например,

$$\begin{array}{r} 1101110_2 \\ + 110010_2 \\ \hline 10100000_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10011101_2 \\ + 10101101_2 \\ \hline 101001010_2 \end{array}$$

2. Правила вычитания в двоичной системе счисления

$$0_2 - 0_2 = 0_2$$

$$1_2 - 0_2 = 1_2$$

$$1_2 - 1_2 = 0_2$$

$$10_2 - 1_2 = 1_2$$

Например,

$$\begin{array}{r} -1001001_2 \\ - 100111_2 \\ \hline 100010_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -101110001_2 \\ 11011110_2 \\ \hline 10010011_2 \end{array}$$

3. Правила умножения в двоичной системе счисления

$$0_2 * 0_2 = 0_2$$

$$0_2 * 1_2 = 0_2$$

$$1_2 * 0_2 = 0_2$$

$$1_2 * 1_2 = 1_2$$

Например,

$$\begin{array}{r} *101101_2 \\ 1011_2 \\ \hline 101101 \\ + 101101 \\ \hline 101101 \\ \hline 111101111_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} *100111_2 \\ 11001_2 \\ \hline 100111 \\ +100111 \\ \hline 100111 \\ \hline 1111001111_2 \end{array}$$

4. Правила деления в двоичной системе счисления

При выполнении операции деления используются прав умножения и вычитания в двоичной системе счисления.

Например,

$$\begin{array}{r} 1101001111_2 \quad | 1011_2 \\ - 1011 \quad \hline 10001 \\ - 1011 \quad \hline 1101 \\ - 1001 \quad \hline 1011 \\ - 1011 \quad \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110111_2 \quad | 101_2 \\ - 101 \quad \hline 111 \\ - 101 \quad \hline 101 \\ - 101 \quad \hline 0 \end{array}$$

Задание 12. Вычислите операцию сложения двоичных чисел и найдите правильный ответ.

1. $10011101_2 + 111111_2$
 - а) 01100100_2
 - б) 01011100_2
 - в) 11001101_2
 - г) 11011100_2
 - д) 10101100_2
2. $110001101_2 + 1111111_2$
 - а) 1110011000_2
 - б) 1111011000_2
 - в) 1100011000_2

- г) 1110011100_2
 д) 1100011001_2
3. $111010011_2 + 111111_2$
 а) 0100010010_2
 б) 1101010010_2
 в) 1000001100_2
 г) 1100010011_2
 д) 1010010010_2
4. $100010101_2 + 111111_2$
 а) 100010100_2
 б) 110010100_2
 в) 110011100_2
 г) 110010000_2
 д) 101010100_2
5. $10111001101_2 + 1011111_2$
 а) 10111101111_2
 б) 10110101101_2
 в) 10110001001_2
 г) 10011001101
 д) 11010001100_2

Задание 13. Выполните операцию вычитания двоичных чисел и определите правильный ответ.

1. $110010100_2 - 111111_2$
 а) 100010001_2
 б) 101010101_2
 в) 100010101_2
 г) 110010101_2
 д) 100010111_2
2. $11010001100_2 - 1011111_2$
 а) 11110001101_2

- б) 10110001101_2
в) 10110001001_2
г) 10111001101_2
д) 10011001101_2
3. $1110011000_2 - 111111_2$
а) 1100011001_2
б) 100001101_2
в) 1101011001_2
г) 1001001001_2
д) 1000111001
4. $1000010010_2 - 11111_2$
а) 111001011_2
б) 110101101_2
в) 101010011_2
г) 011010011_2
д) 111010011_2
5. $11011100_2 - 11111_2$
а) 01011110_2
б) 10011101_2
в) 10111011_2
г) 10001101_2
д) 10110110_2

2.2. Арифметические действия в шестнадцатеричной системе счисления

При выполнении арифметических операций над числами в шестнадцатеричной системе используются следующие таблицы сложения и умножения.

2.2.1. Правила сложения в шестнадцатеричной системе счисления

Таблица 3 – Правила сложения умножения в шестнадцатеричной системе счисления

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

Рассмотрим каким образом составлялась данная таблица.

Например,

$$1. \ 8_{16} + F_{16} = 17_{16}$$

$$8_{16} = 8_{10}$$

$$F_{16} = 15_{10}$$

$$8_{10} + 15_{10} = 23_{10}$$

Полученный результат переводим в шестнадцатеричную систему счисления.

$$23 / 16 = 1 \text{ (остаток } 7 \text{)}$$

$$23_{10} = 17_{16}$$

$$2. \ C_{16} + E_{16} = 1A_{16}$$

$$C_{16} = 12_{10}$$

$$E_{16} = 14_{10}$$

$$12_{10} + 14_{10} = 26_{10}$$

Полученный результат переводим в шестнадцатеричную систему

счисления.

$$26 / 16 = 1 \text{ (остаток } 10\text{)}$$

$$26_{10} = 1A_{16}$$

Нижняя часть таблицы сложения чисел в шестнадцатеричной системе счисления является зеркальным отражением ее верхней части.

Примеры выполнения операции сложения:

$$\begin{array}{r} 635B_{16} \\ + 72C_{16} \\ \hline 6A67_{16} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 916A_{16} \\ + A71D_{16} \\ \hline 13887_{16} \end{array}$$

2.2.2. Правила умножения в шестнадцатеричной системе счисления

Таблица 4 – Правила умножения в шестнадцатеричной системе счисления

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
2		4	6	8	A	C	E	10	12	4	16	18	1A	1C	1E
3			9	C	F	12	15	18	1B	1E	21	24	27	2A	2D
4				10	14	18	1C	20	24	28	2C	30	34	38	3C
5					19	1E	23	28	2D	32	37	3C	41	46	4B
6						24	2A	30	36	3C	42	48	4E	54	5A
7							31	38	3F	46	4D	54	58	62	69
8								40	48	50	58	60	68	70	78
9									51	5A	63	6C	75	7E	87
A										64	6E	78	82	8C	96
B											79	84	8F	9A	A5
C												90	9C	A8	B4
D													A9	B6	C3
E														C4	D2
F															E1

Нижняя часть таблицы умножения шестнадцатеричных чисел также отражает верхнюю её часть.

Данная таблица получилась следующим образом.

Например,

$$1. \ 9_{16} * 5_{16} = 2D_{16}$$

$$9_{16} = 9_{10}$$

$$5_{16} = 5_{10}$$

$$9_{10} * 510 = 45_{10}$$

Полученный результат переводим в шестнадцатеричную систему счисления.

$$45 / 16 = \mathbf{2} \text{ (остаток } \mathbf{13})$$

$$45_{10} = 2D_{16}$$

$$2. D_{16} * 9_{16} = 75_{16}$$

$$D_{16} = 13_{10}$$

$$9_{16} = 9_{10}$$

$$13_{10} * 9_{10} = 117_{10}$$

Полученный результат переводим в шестнадцатеричную систему счисления.

$$117 / 16 = \mathbf{7} \text{ (остаток } \mathbf{5})$$

$$117_{10} = 75_{16}$$

Примеры выполнения операции умножения:

$$\begin{array}{r} 52C1_{16} \\ * \quad 23_{16} \\ \hline F843 \\ + A582 \\ \hline B5063_{16} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 713B_{16} \\ * \quad 3A_{16} \\ \hline 46C4E \\ + 153B1 \\ \hline 19A75E_{16} \end{array}$$

Задание 14. Определите правильный ответ, выполнив сложение шестнадцатеричных чисел.

$$1. \quad 15A_{16} + B1_{16}$$

$$a) 10B_{16},$$

$$б) 10C_{16},$$

$$в) 20B_{16},$$

$$г) 20C_{16},$$

$$д) 271_{16}.$$

$$2. \quad 391_{16} + 5F_{16}$$

$$a) 3E0_{16},$$

$$б) 3F0_{16},$$

$$в) 4E0_{16},$$

г) $4F0_{16}$,

д) 456_{16} .

3. $60D_{16} + 1BC_{16}$

а) $8C9_{16}$,

б) $7C9_{16}$,

в) 835_{16} ,

г) $7B9_{16}$,

д) $8B9_{16}$.

4. $E26_{16} + 71A_{16}$

а) 640_{16} ,

б) 630_{16} ,

в) 2146_{16} ,

г) 1630_{16} ,

д) 1640_{16} .

5. $127C_{16} + 293_{16}$

а) 1575_{16} ,

б) $140E_{16}$,

в) $140F_{16}$,

г) $150E_{16}$,

д) $150F_{16}$.

Задание 15. Определите правильный ответ, выполнив умножение шестнадцатеричных чисел.

1. $1B_{16} * A_{16}$

а) $A9_{16}$,

б) $C9_{16}$,

в) AE_{16} ,

г) 119_{16} ,

д) $10E_{16}$.

2. $E3_{16} * 9_{16}$

а) 687_{16} ,

- б) $7EB_{16}$,
в) $7FB_{16}$,
г) $7E11_{16}$,
д) $715B_{16}$.
3. $5A1_{16} * 8_{16}$
а) 2808_{16} ,
б) 4808 ,
в) 3208_{16} ,
г) $2D08_{16}$,
д) $3D08_{16}$.
4. $D82_{16} * 31_{16}$
а) 28642_{16} ,
б) $285E2_{16}$,
в) $291E2_{16}$,
г) 29642_{16} ,
д) $295E2_{16}$.
5. $31F_{16} * 25_{16}$
а) $627B_{16}$,
б) $637B_{16}$,
в) $727B_{16}$,
г) $736B_{16}$,
д) $737B_{16}$.

2.3. Выполнение арифметических действий с кодами

2.3.1. Понятие кода

Все арифметические действия в машине сводятся к сложению двоичных кодов чисел. Для сокращения записи при выдаче информации из машины широко используются эквивалентные им шестнадцатеричные коды. Законы, по

которым выполняются арифметические операции, не зависят от системы счисления, используемой для представления чисел, и являются общими для всех систем счисления.

Для представления положительных чисел используется прямой код. **Прямой код числа** совпадает с его модулем в цифровых разрядах, а знаковом разряде для положительных чисел – 0 и для отрицательных чисел – 1. Прямой код числа используется при умножении делении, хранении чисел в запоминающем устройстве и выполнении логических операций.

Для представления отрицательных чисел используется дополнительный код. Данный код используется при сложении положительных и отрицательных чисел. **Дополнительные числа** – это величина, которая будучи прибавлена к данному числу даст в сумме нули и образует перенос единицы из старших складываемых разрядов.

Дополнение образуется путем вычитания каждой цифры числа из наибольшего цифрового значения, применяемого в данной системе счисления (обратный ход числа), с последующим прибавлением единицы к младшему разряду числа. Наибольшая цифра в двоичной системе счисления равна 1, в десятичной системе – 9, в шестнадцатеричной системе – F.

Например,

1. Сформируйте дополнительный код для 7-разрядного двоичного числа 0000101. Код знака числа запишите слева.

$$\begin{array}{rcl}
 -1.1111111 & & \\
 \underline{0.0000101} & \text{прямой код числа} & \\
 +1.1111010 & \text{обратный код числа} & \\
 \hline
 1 & & \\
 \hline
 1.1111011 & \text{дополнительный код числа} & \\
 \uparrow & &
 \end{array}$$

Знак «-» значащая цифра

В разрядной сетке код знака «-» распространяется до первой значащей ненулевой цифры числа.

2. Сформируйте дополнительный код числа $78AE_{16}$.

-FFFF	
78AE	исходное число
+8751	обратный код числа
1	
8752	дополнительный код числа
Проверка:	
+78AE	
8752	
10000	

2.3.2. Действия с кодами в шестнадцатеричной системе счисления

При сложении дополнении результат может быть получен в прямом или дополнительном коде. Признаком результата в прямом коде является наличие единицы переноса из старших складываемых разрядов. Если перенос из этих разрядов отсутствует, то результат получен в форме дополнения. И для получения истинного ответа нужно взять дополнение от полученного дополнительного кода и присвоить числу знак «-».

Например, произвести операцию:

$$(-A84_{16}) + (A38_{16})$$

Согласно таблице сложения шестнадцатеричных чисел результат операции равен $-04C_{16}$.

Выполним данную операцию вычитания, заменив ее операцией сложения прямого и дополнительного кодов исходных чисел.

Дополнительный код числа $-A84_{16}$:

- FFFF	
A84	исходное число
+ F57B	обратный код числа
1	
F57C	дополнительный код числа

Прямой код второго числа $0A38_{16}$.

В результате суммирования кода перенос из старших складываемых

разрядов не образуется:

$$F57C_{16} + 0A38_{16} = FFB4_{16}$$

Результат получен в дополнительном коде.

Истинный ответ:

$$\begin{array}{r} FFFF \\ - FFB4 \\ \hline 004B \\ + 004C \longrightarrow -04C_{16} \end{array}$$

Произведем операцию

$$(-A38_{16}) * (A84_{16})$$

Согласно таблице сложения результат равен $+04C_{16}$.

Выполним данную операцию, используя коды. Дополнительный код числа $(-A38_{16})$;

$$\begin{array}{rll} - FFFF & & \\ \underline{A38} & \text{исходное число} & \\ + F5C7 & \text{обратный код числа} & \\ \hline 1 & & \\ \hline F578 & \text{дополнительный код числа} & \end{array}$$

Прямой код второго числа $0A84_{16}$

Сумма кодов равна

$$\begin{array}{r} + F5C8 \\ \underline{0A64} \\ 1004C \end{array}$$

Перенос из старших складываемых разрядов образуется, поэтому истинный ответ равен $+04C_{16}$.

Задание 16. Найдите правильный ответ, определив дополнительный код шестнадцатеричного числа.

1. $-A9_{16}$

а) 54_{16} ,

б) 56_{16} ,

в) 57_{16} ,

г) 60_{16} ,

д) 66_{16} .

2. $-3BCE_{16}$

а) 12431_{16} ,

б) $D431_{16}$,

в) 12432_{16} ,

г) $C432_{16}$,

д) $C431_{16}$,

3. $-365B_{16}$

а) $C905_{16}$,

б) $C9A3_{16}$,

в) $C9A4_{16}$,

г) $C9A5_{16}$,

д) $D9A4_{16}$.

4. $-6A87_{16}$

а) 9577_{16} ,

б) 9578_{16} ,

в) 9579_{16} ,

г) $9679_{16}, <$

д) 9678_{16} .

2.3.3. Действия с кодами в двоичной системе счисления

При выполнении арифметических операций могут сформироваться результаты, которые переполняют разрядную сетку. При сложении двоичных кодов чисел переполнение возникает, если переносы из первого разряда в нулевой и из нулевого разряда за пределы разрядной сетки не согласуются. Если возникает перенос только из первого разряда в нулевой, то фиксируется переполнение при сложении положительных чисел. Если возникает перенос из нулевого разряда за пределы разрядной сетки, то фиксируется отрицательное переполнение. Если переносы из указанных разрядов одновременно присутствуют или отсутствуют, то операция завершается нормально.

Например,

$$\begin{array}{r} 1. \quad + 0.0000001 \\ \quad 0.1111111 \\ \hline \quad 1.0000000 \\ \quad \leftarrow \end{array}$$

положительное переполнение

$$\begin{array}{r} 2. \quad + 1.0000000 \\ \quad 1.1111111 \\ \hline \quad 1.0111111 \\ \quad \leftarrow \end{array}$$

отрицательное переполнение

$$\begin{array}{r} 3. \quad + 0.1110001 \\ \quad 1.1111111 \\ \hline \quad .0.1110000 \\ \quad \leftarrow \leftarrow \end{array}$$

операция завершилась нормально

Примеры:

1. Сложить числа в двоичной системе счисления:

$$(-1000101_2) + (1000011_2)$$

По правилу вычитания двоичных чисел результат операции равен 0000010_2 .

Выполним эту же операцию, используя дополнительный код для отрицательных чисел:

$$\begin{array}{r} -1.1111111 \\ 1.1000101 \\ \hline 0.0111011 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{прямой код числа } 1000101_2 \\ \text{дополнительный код числа} \end{array}$$

и прямой код для второго, положительного числа $0 \ 1000011_2$.

Заменяем операцию сложения отрицательных чисел операцией сложения кодов:

$$\begin{array}{r} + 0.0111011 \\ 0.1000011 \\ \hline 0.1111110 \end{array}$$

Результат получен в дополнительном коде, так как не произошло переноса единицы из старших разрядов. Истинный ответ примера:

$$\begin{array}{r}
 - 11111111 \\
 01111110 \\
 \hline
 10000001 \\
 + \quad 1 \\
 \hline
 10000010 \longrightarrow - 0000010_2
 \end{array}$$

2. Произвести операцию $(000101_2) + (-1000011_2)$.

По правилу вычитания двоичных чисел результат равен 0000010_2 . Выполним данную операцию, используя прямой и дополнительный коды для исходных чисел и заменив операцию вычитания операцией сложения кодов.

$$\begin{array}{r}
 - 1.1111111 \\
 1.1000011 \quad \text{прямой код числа } - 0000010_2 \\
 + 0.0111100 \\
 \hline
 1 \\
 \hline
 0.0111101 \quad \text{дополнительный код числа} \\
 + 0.1000101 \quad \text{прямой код числа } 10000101_2 \\
 \hline
 0.0111101 \\
 \hline
 1.0000010
 \end{array}$$

Результат получен в прямом коде, так как произошел перенос единицы из старших разрядов. Ответ операции: 0000010_2

При сложении двоичных кодов чисел используется другой способ нахождения обратного и дополнительного кодов.

Обратный код числа образуется путем замены единиц числа на нули, а нулей – на единицы. Используется при замене вычитания операцией сложения. Дополнительный код числа определяется следующим образом: к обратному коду числа прибавляется единица к младшему разряду.

Рассмотрим тот же пример формирования дополнительного кода для числа 0000101_2 :

$$\begin{array}{ll}
 \text{прямой код числа} & 0.0000101 \\
 \text{обратный код числа} & 0.1111010 \\
 \text{дополнительный код числа} & 0.1111011
 \end{array}$$

Таким образом, используя разные способы формирования дополнительного кода числа, получается одинаковый результат.

Наибольший прямой код числа в 16-разрядной сетке равен $0\ 11111111111111_2 = 7\ \text{FFF}_{16}$. Наибольший по абсолютному значению дополнительный код равен $1\ 0000000\ 0000\ 0000_2 = 8000_{16}$.

Это соответствует диапазону изменения десятичных чисел $-32\ 768 \leq x \leq 370767$.

Задание 17. Найдите правильный ответ, определив дополнительный код двоичного числа.

1. -011010111_2
 - а) 0.100101000_2 ,
 - б) 0.011010110_2 ,
 - в) 1.100101001_2 ,
 - г) 1.011010111_2 ,
 - д) 1.100101000_2 .
1. -0101010_2
 - а) 1.1010101_2 ,
 - б) 0.1010110_2 ,
 - в) 1.0101011_2 ,
 - г) 0.1010101_2 ,
 - д) 1.1010110_2 .
2. -0001111001_2
 - а) 1.1110000111_2 ,
 - б) 1.0001111000_2 ,
 - в) 1.0001111110_2 ,
 - г) 0.1110000111_2 ,
 - д) 1.111000110_2 .
4. -1101101100_2
 - а) 1.0010010100_2 ,
 - б) 0.0010010011_2 ,
 - в) 0.0010010100_2 ,
 - г) 1.1101101101_2 ,

- д) 1.0010010011_2 .
5. - $0,11100111001_2$
- а) $1,00011000110_2$,
- б) $1,00011000111_2$,
- в) $0,00011000111_2$,
- г) $0,11100111010_2$,
- д) $1,11100111111_2$.

Задания для самостоятельного выполнения

Задание 18. Выполните сложение двоичных чисел.

$010111_2 + 100100_2$	$10101,11_2 + 10011,01_2$
$111001_2 + 111000_2$	$101111,101_2 + 1100001,111_2$
$100010_2 + 111011_2$	$10111001,111_2 + 11101001,0010_2$
$11001111_2 + 11000011_2$	$100001111,1101_2 + 11110011,1001_2$
$10110111_2 + 1011110_2$	$11110111,1011_2 + 100111011,0101_2$

Задание 19. Выполните вычитание двоичных чисел.

$1011010_2 - 11000_2$	$1001001,01_2 - 111100,11_2$
$1000001_2 - 10111_2$	$111000001,10_2 - 10011101,11_2$
$101101010_2 - 11101_2$	$100100100,001_2 - 11001101,101_2$
$11001000_2 - 1101111_2$	$1010101000,100_2 - 11111111,101_2$
$10001000_2 - 1011110_2$	$11000011101,001_2 - 1111011,100_2$

Задание 20. Выполните умножение и деление двоичных чисел.

$101011_2 * 1100_2$	$101100_2 / 1011_2$
$110001_2 * 1001_2$	$1001010011_2 / 111_2$
$100110_2 * 10011_2$	$1010011111_2 / 111101_2$
$1011101_2 * 10101_2$	$100111011_2 / 1001_2$
$10110111_2 * 11001_2$	$101011111101_2 / 11101_2$

Задание 21. Выполнить сложение шестнадцатеричных чисел.

$$796_{16} + A31_{16} \qquad 84A, 31_{16} + 3A5, C8_{16}$$

$$4069_{16} + 982_{16}$$

$$510E,1_{16} + B41,A_{16}$$

$$12AC_{16} + BD6_{16}$$

$$6E2,29_{16} + A5F7,1A_{16}$$

$$3F71_{16} + 12B9_{16}$$

$$43BC,D_{16} + A14,7_{16}$$

$$57ED1_{16} + 23C6_{16}$$

$$8E3D,6_{16} + 1DC5,9_{16}$$

Задание 22. Выполнить умножение шестнадцатеричных чисел.

$$48_{16} * 17_{16}$$

$$103,9_{16} * 1B_{16}$$

$$34_{16} * 45_{16}$$

$$382A,5_{16} * F3_{16}$$

$$85A_{16} * 12_{16}$$

$$2C54,09_{16} * 16,7_{16}$$

$$307C_{16} * A3_{16}$$

$$27E,32_{16} * FC1,75_{16}$$

$$2681_{16} * CD_{16}$$

$$D485,69_{16} * 9A,2_{16}$$

Задание 23. Переведите десятичные числа в двоичную систему счисления, выполните операцию вычитания, заменив ее сложением кодов чисел.

$$58_{10} - 25_{10}$$

$$25_{10} - 58_{10}$$

$$34_{10} - 22_{10}$$

$$22_{10} - 34_{10}$$

$$75_{10} - 48_{10}$$

$$48_{10} - 75_{10}$$

Задание 24. Переведите десятичные числа в шестнадцатеричную систему счисления, выполните операцию вычитания, заменив её сложением кодов чисел.

$$330_{10} - 275_{10}$$

$$275_{10} - 330_{10}$$

$$116_{10} - 107_{10}$$

$$107_{10} - 116_{10}$$

$$555_{10} - 122_{10}$$

$$122_{10} - 555_{10}$$

Задание 25. Выполните операцию вычитания двоичных чисел, заменив её операцией сложения кодов чисел.

$$100100_2 - 100001_2$$

$$100001_2 - 100100_2$$

$$11110010_2 - 101101_2$$

$$101101_2 - 11110010_2$$

$$10011101_2 - 1001110_2$$

$$1001110_2 - 10011101_2$$

Задание 26. Выполните операцию вычитания шестнадцатеричных чисел, заменив ее операцией сложения кодов чисел.

$$249_{16} - 94_{16}$$

$$94_{16} - 249_{16}$$

$$30A_{16} - 17C_{16}$$

$$17C_{16} - 30A_{16}$$

$$371D_{16} - 24BA_{16}$$

$$24BA_{16} - 371D_{16}$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Информатика: Учебник / С.Р. Гуриков. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 464 с. (ЭБС)
2. Информатика: учебник для бакалавров / под редакцией В.В. Трофимова. – 2-е изд., исправ. и доп. – Москва: Юрайт, 2013. – 917 с.
3. Компьютерный практикум по информатике. Офисные технологии: Учебное пособие / Г.В. Калабухова, В.М. Титов. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. – 336 с. (ЭБС)
4. Баранова, Е.К. Основы информатики и защиты информации [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Е. К. Баранова. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2013. – 183 с. (ЭБС)

Составитель
Черношейкина Наталья Валерьевна

ИНФОРМАТИКА

Методические указания для лабораторных занятий
и самостоятельной работы студентов по теме «Системы счисления»

Авторская редакция
Компьютерная верстка *Н.В. Черношейкина*

Подписано к печати _____ 2016 г. Формат 60х84 1/16.
Объем 2,8 уч.-изд. л. Тираж ____ экз.
Изд. № ____ Заказ № ____

Отпечатано в мини-типографии Экономического факультета НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160