МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

А.А. Любомудров

СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ. МЕТОДЫ ПЕРЕВОДА ЧИСЕЛ ИЗ ПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ С ОСНОВАНИЕМ p_1 В ПОЗИЦИОННУЮ СИСТЕМУ СЧИСЛЕНИЯ С ОСНОВАНИЕМ p_2

Рекомендовано к изданию УМО
«Ядерные физика и технологии»

Москва 2014

УДК [511.11+511.12] (07)
ББК 22.130я7
Л 93

Любомудров А.А. **Системы счисления. Методы перевода чисел из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2:** Учебно-методическое пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2014. 28 с.

Составлено в соответствии с программой изучения дисциплины «Дискретная математика» и предназначено для подготовки студентов к практическому занятию по теме «Системы счисления. Методы перевода чисел из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2». В пособии приводятся теоретические основы, примеры, а также предлагаются тесты для проверки знаний студентов по этой теме.

Предназначено для студентов направления «Информатика и вычислительная техника», а также может быть полезно для аспирантов и преподавателей данного направления.

Подготовлено в рамках Программы создания и развития НИЯУ МИФИ.

Рецензент нач. НИУ-4 ОАО «Концерн «Системпром»,
канд. техн. наук *С.В. Коротков.*

ISBN 978-5-7262-2029-1

Содержание

1. Понятия числа и системы счисления……………………….4
2. Развёрнутая и сокращённая записи чисел в позиционных системах счисления……………………………………………5
3. Постановка задачи перевода чисел из позиционной счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2……………………………………8
4. Перевод целых чисел из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2…………………………………………...9
5. Перевод дробей из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2………………………………………...13
6. Перевод чисел из системы счисления с основанием $p_1=2$ в систему счисления с основанием $p_2=2^k$ и обратно…………………………………………………17
7. Перевод чисел из десятичной системы счисления в двоично-десятичную систему счисления и обратно…………………………………………………18
8. Перевод чисел с использованием промежуточных систем счисления……………………………………...19
9. Тесты……………………………………………………20
Список литературы ……………………………………27

1. Понятия числа и системы счисления

Понятие числа введено и, соответственно, применяется человеком с глубокой древности. Понятие числа использовалось древними шумерами, проживавшими на территории Древнего Египта, далее древними египтянами, древними индусами и древними греками. Очевидно, что введение понятия числа являлось необходимостью и применялось человеком при измерениях площадей, расстояний, количества продуктов питания.

Одним из определений числа является следующее определение.

Определение. *Число* – это есть безразмерная величина.

Запись одного и того же числа (величины) может быть выполнена различными способами. При этом вид записи зависит от применяемой системы счисления. Так, например, запись десятичного числа $A_{10} = 25_{10}$ в двоичной системе счисления имеет вид $A_2 = 11001_2$, в троичной системе счисления имеет вид $A_3 = 221_3$, в двоично-десятичной системе счисления 8421 $A_{8421} = 0010\ 0101$, в двоично-десятичной системе счисления 8421+3 $A_{8421+3} = 0101\ 1000$, в римской системе счисления $A_{\text{рим.}} = XXV$, в системе счисления в остаточных классах с основаниями $p_1 = 7$, $p_2 = 8$, $p_3 = 9$ $A_{7,8,9} = \{4, 1, 7\}$.

Определение. *Системой счисления* называется система (математический приём) изображения чисел с помощью ограниченного количества символов.

Наиболее широко применяются на практике позиционные системы счисления и, в частности, десятичная и двоичная системы счисления. В десятичной системе счисления для изображения чисел используется десять символов (цифр). Этими символами для изображения чисел в десятичной системе являются цифры 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. В двоичной системе счисления для изображения чисел используются два символа, а именно, цифры 0 и 1.

Определение. *Позиционная система счисления* — это система счисления, в которой вклад отдельных цифр в величину числа зависит от позиции цифры в записи числа относительно запятой.

Так, например, в числе $A = 25{,}3_{10}$ вклад цифры 2 в величину числа равен 2×10^1, вклад цифры 5 в величину числа равен 5×10^0, а вклад цифры 3 равен 3×10^{-1}.

Определение. Количество символов (цифр), которое используется для записи чисел в позиционной системе счисления, называется *основанием позиционной системы счисления*.

Так, например, в десятичной системе счисления для изображения всех чисел используются, как отмечалось выше, десять цифр и, соответственно, основание десятичной системы счисления равно $p = 10$. В двоичной системе счисления для изображения всех чисел используются, как отмечалось выше, только две цифры и, соответственно, основание двоичной системы счисления равно $p = 2$.

2. Развёрнутая и сокращённая записи чисел в позиционных системах счисления

С учётом изложенного, любое число в позиционной системе счисления с основанием $p = 10$, т.е. в десятичной системе счисления, возможно представить в виде развёрнутой записи:

$$X_{10} = \pm(x_1 \cdot 10^{m-1} + x_2 \cdot 10^{m-2} + \ldots + x_{m-1} \cdot 10^1 + x_m \cdot 10^0 + x_{m+1} \cdot 10^1 + \ldots + x_n \cdot 10^{m-n}), \quad (2.1)$$

или представить в виде сокращённой записи:

$$X_{10} = \pm\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot 10^{m-i} = \pm 10^m \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot 10^{-i}. \quad (2.2)$$

В записях (2.1) и (2.2) x_i – цифра i-го десятичного разряда числа X ($x_i = 0, \ldots, 9$), n – разрядность числа X, m – количество разрядов в целой части числа X.

Возможны позиционные системы счисления с любым целым положительным основанием $p > 1$.

По аналогии с десятичным представлением, развернутая и сокращённая записи числа X в позиционной системе счисления с основанием p имеют, соответственно, следующий вид:

$$X_p = \pm(x_1 \cdot p^{m-1} + x_2 \cdot p^{m-2} + \ldots + x_{m-1} \cdot p^1 + x_m \cdot p^0 + x_{m+1} \cdot p^{-1} + \ldots + x_n \cdot p^{m-n}), \quad (2.3)$$

$$X_p = \pm\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot p^{m-i} = \pm\, p^m \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot p^{-i}\ , \qquad (2.4)$$

где x_i – цифра i -го разряда числа X ($x_i = 0,\ldots, p$-1), n – разрядность числа X, m – количество разрядов в целой части числа X.

В записях (2.3) и (2.4) величина основания системы счисления p имеет величину $p > 10$. В этом случае для обозначения цифр, по величине бо̀льших 9, вводятся некоторые дополнительные обозначения. Так, например, в позиционной шестнадцатеричной системе счисления с основанием $p = 16$, в дополнение к цифрам 0, 1,…, 9, применяются также цифры 10, 11, 12, 13, 14, 15, которые имеют следующие обозначения. Цифра «десять» обозначается буквой A, цифра 11 обозначается буквой B, цифра 12 – буквой C, цифра 13 – буквой D, цифра 14 – буквой E, цифра 15 – буквой F.

Как отмечалось выше, вид записей чисел в различных системах счисления, в том числе и позиционных с различными величинами основания p, различен. Для оценки величин чисел и, соответственно, сравнения чисел по величине, числа необходимо записывать в некоторой единой системе счисления, наиболее широко используемой человеком на практике, и которая наиболее привычна для человека. Такой системой счисления, очевидно, является десятичная система счисления.

Формулами, которые позволяют перейти от записи чисел в позиционных системах счисления с произвольной величиной основания p к записи чисел в десятичной системе счисления, являются формулы (2.3) и (2.4). Так, например, записи десятичного числа $36{,}75_{10}$ в двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления выглядят как 100100.11_2, 44.6_8 и $24.C_{16}$, соответственно. Используя формулу (2.3) для упомянутых записей чисел, получаем одну и ту же величину:

$$100100.11_2 = 1{\cdot}2^5 + 1{\cdot}2^2 + 1{\cdot}2^{-1} + 1{\cdot}2^{-2} = 36.75_{10}\,,$$

$$44.6_8 = 4{\cdot}8^1 + 4{\cdot}8^0 + 6{\cdot}8^{-1} = 36.75_{10},$$

$$24.C16 = 2{\cdot}16^1 + 4{\cdot}16^0 + C{\cdot}16^{-1} = 36.75_{10}\,.$$

Таким образом, если требуется оценить величину числа, записанного в позиционной системе счисления с основанием p, или требуется сравнить два числа, записанных в позиционных системах счисления с различными основаниями, то для этого достаточно воспользоваться формулами (2.3) и (2.4).

Помимо позиционных систем счисления с основанием p, где p – целое положительное число ($p > 1$), на практике также применяются двоично-десятичные системы счисления. По своей сути *двоично-десятичные системы счисления* – это десятичные системы счисления, десятичные цифры в которых представлены двоичными кодами, содержащими по четыре двоичных разряда. Использование двоичного кодирования десятичных цифр создаёт известное удобство для воспроизведения десятичной арифметике на ЭВМ. В этом случае сложение, вычитание и умножение десятичных цифр сводится, соответственно, к сложению, вычитанию и умножению двоичных кодов. На практике широкое применение нашли такие двоично-десятичные системы счисления как 8421 и 8421+3. Соответствия десятичных цифр и четырёхразрядных двоичных кодов в этих системах представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

	Десятичная цифра	Двоичные коды 2^3	2^2	2^1	2^0	Десятичная цифра	
	0	0	0	0	0		
	1	0	0	0	1		
	2	0	0	1	0		
	3	0	0	1	1	0	
Система 8421	4	0	1	0	0	1	
	5	0	1	0	1	2	
	6	0	1	1	0	3	
	7	0	1	1	1	4	Система 8421+3
	8	1	0	0	0	5	
	9	1	0	0	1	6	
		1	0	1	0	7	
		1	0	1	1	8	
		1	1	0	0	9	

В системах 8421 и 8421+3 число 36.75_{10} будет выглядеть следующим образом:

$$36.75_{10} = 0011\ 0110.\ 0111\ 0101_{8421},$$
$$36.75_{10} = 0110\ 1001.\ 1010\ 1000_{8421+3}.$$

3. Постановка задачи перевода чисел из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2

Пусть задано число A, содержащее целую и дробную части, которое представлено в позиционной системе счисления с основанием p_1, т.е. представлено в виде $A = A_{p1} = A_{p1\text{ цел. часть}}, A_{p1\text{ др. часть}}$.

Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием p_2.

Запись числа A в позиционной системе счисления с основанием p_2 означает представление этого числа в виде

$$A = A_{p2} = A_{p2\text{ цел. часть}}, A_{p2\text{ др. часть}} = b_1 b_2 \ldots b_m, b_{m+1} b_{m+2} \ldots b_n,$$

где $b_1 b_2 \ldots b_m$ – целая часть числа A, $b_{m+1} b_{m+2} \ldots b_n$ — дробная часть числа A, b_i (i= 1, 2, …, n) – цифры числа A в системе счисления с основанием p_2.

При этом развёрнутая запись числа A в позиционной системе счисления с основанием p_2 будет иметь вид

$$A = A_{p2} = b_1 \cdot p_2^{m-1} + b_2\, p_2^{m-2} + \ldots + b_{m-2} \cdot p_2^{2} + b_{m-1} \cdot p_2^{1} + b_m \cdot p_2^{0} + \\ + b_{m+1}\, p_2^{-1} + b_{m+2}\, p_2^{-2} + b_{m+3}\, p_2^{-3} \ldots + b_n \cdot p_2^{m-n}\ . \qquad (3.1)$$

В формуле (3.1) целая часть числа A, записанная в позиционной системе счисления с основанием p_2, имеет вид

$$A_{p2\text{ цел. часть}} = b_1 \cdot p_2^{m-1} + b_2\, p_2^{m-2} + \ldots + b_{m-2} \cdot p_2^{2} + b_{m-1} \cdot p_2^{1} + b_m \cdot p_2^{0}. \quad (3.2)$$

В формуле (3.1) дробная часть числа A, записанная в позиционной системе счисления с основанием p_2, имеет вид

$$A_{p2\text{ др. часть}} = b_{m+1}\, p_2^{-1} + b_{m+2}\, p_2^{-2} + b_{m+3}\, p_2^{-3} \ldots + b_n \cdot p_2^{m-n}\ . \qquad (3.3)$$

4. Перевод целых чисел из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2

Предположим, что целое число или целую часть смешанного числа, заданные в позиционной системе счисления с основанием p_1, требуется записать в позиционной системе счисления с основанием p_2.

Из выражения (3.2) следует, что искомые цифры b_i (i= 1, 2, … , m) целого числа в позиционной системе счисления с основанием p_2 возможно получить посредством последовательного деления выражения (3.2) на p_2. При этом искомые цифры будут получаться как остатки при этом делении.

Этот подход положен в основу следующего метода перевода целых чисел (или целых частей смешанных чисел) из системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2.

<u>Метод перевода $A_{p1}\rightarrow A_{p2}$</u>.

1. Число A_{p1} делится на p_2. В результате деления получаем частное 1 и остаток 1. Проверяем выполнение неравенства частное 1 < <p_2. Если неравенство не выполняется, то выполняется п. 2.

2. Частное 1 делится на p_2. В результате деления получаем частное 2 и остаток 2. Проверяем выполнение неравенства частное 2 < <p_2. Если неравенство не выполняется, то выполняется п. 3.

3. Частное 2 делится на p_2. В результате деления получаем частное 3 и остаток 3. Проверяем выполнение неравенства частное 3 < p_2.

4. На некотором этапе, в силу того, что величины частных уменьшаются, получаем частное $m > p_2$. Здесь перевод числа завершается.

Получаемые остатки являются искомыми цифрами числа в позиционной системе счисления с основанием p_2, начиная с цифры младшего разряда. Последнее частное, которое по величине строго меньше p_2, является старшей цифрой в искомой записи числа.

Все действия выполняются в системе счисления с основанием p_1.

Пример 4.1. $A_2 = 100000000_2$.

$A_2 \to A_{10} = ?$

Решение.

_ 100000000_2 ∟ 1010_2
$\underline{1010}$ 11001_2
_ 1100
$\underline{1010}$
_ 10000
$\underline{1010}$
110_2

_ 11001_2 ∟ 1010_2
$\underline{1010}$ 10_2
101_2

Пояснения: $110_2 = 6_{10}$ (остаток 1)
$101_2 = 5_{10}$ (остаток 2)
$10_2 = 2_{10}$ (частное < 1010_2)

Ответ: $A_{10} = 256_{10}$.

Пример 4.2. $A_{10} = 194_{10}$.

$A_{10} \to A_2 = ?$

Решение.

$194_{10} : 2_{10} = 97_{10}$ (ост. 1 = 0)
$97_{10} : 2_{10} = 48_{10}$ (ост. 2 = 1)
$48_{10} : 2_{10} = 24_{10}$ (ост. 3 = 0)
$24_{10} : 2_{10} = 12_{10}$ (ост. 4 = 0)
$12_{10} : 2_{10} = 6_{10}$ (ост. 5 = 0)
$6_{10} : 2_{10} = 3_{10}$ (ост. 6 = 0)
$3_{10} : 2_{10} = 1_{10}$ (ост. 7 = 1)
1 (частное < 2)

Ответ: $A_2 = 11000010_2$.

Пример 4.3. $A_6 = 1442_6$.

$A_6 \to A_7 = ?$

Решение.

_ 1442_6 ∟ 11_6
$\underline{11}$ 131_6
_ 34
$\underline{33}$
_ 12
$\underline{11}$
1_6

_ 131_6 ∟ 11_6
$\underline{11}$ 11_6
_ 21
$\underline{11}$
10_6

_ 11_6 ∟ 11_6
$\underline{11}$ 1_6
0_6

Ответ: $A_7 = 1061_7$.

Пример 4.4. $A_7 = 1061_7.$

$A_7 \rightarrow A_6 = ?$

Решение.

$$\begin{array}{rl}
-1061_7 & \llcorner\, 6_7 \\
\underline{6} & 121_7 \\
-16 & \\
\underline{15} & \\
-11 & \\
\underline{6} & \\
2_7 &
\end{array}
\qquad
\begin{array}{rl}
-121_7 & \llcorner\, 6_7 \\
\underline{6} & 13_7 \\
-31 & \\
\underline{24} & \\
4_7 &
\end{array}
\qquad
\begin{array}{rl}
-13_7 & \llcorner\, 6_7 \\
\underline{6} & 1_7 \\
4_7 &
\end{array}$$

Ответ: $A_6 = 1442_6.$

Вторым подходом к переводу целых чисел (и целых частей смешанных чисел) является следующий подход.

Величина числа не зависит от системы счисления и является инвариантом. Это позволяет, опираясь на известную величину числа, представленного в позиционной системе счисления с основанием p_1, переходить к записи этого числа в позиционной системе счисления с основанием p_2. Этот переход удобно выполнять с использованием формулы (3.2).

Приведём примеры перевода целых чисел (и целых частей смешанных чисел) из позиционной системы с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2.

Пример 4.5. $A_2 = 11001010_2.$

$A_2 \rightarrow A_{10} = ?$

Решение.

Величина числа $A_2 = 11001010_2$, при её записи в десятичной системе счисления, равна

$$A_2 = 1{\cdot}2^7 + 1{\cdot}2^6 + 0{\cdot}2^5 + 0{\cdot}2^4 + 1{\cdot}2^3 + 0{\cdot}2^2 + 1{\cdot}2^1 + 0{\cdot}2^0 = 202_{10} = A_{10}.$$

В силу того, что величина числа A_2, представленная в десятичной системе счисления, совпадает с искомой записью числа, записываем ответ $A_{10} = 202_{10}$.

Ответ: $A_{10} = 202_{10}.$

Пример 4.6. $A_{10} = 176_{10.}$

$A_{10} \rightarrow A_2 = ?$

Решение.

Исходно величина числа A_{10} в силу его записи в десятичной системе счисления известна и равна $A_{10} = 176_{10}$.

Записываем величину числа A_{10} с использованием двоичной системы счисления:

$$176_{10} = b_1 \cdot 2^7 + b_2 \cdot 2^6 + b_3 \cdot 2^5 + b_4 \cdot 2^4 + b_5 \cdot 2^3 + b_6 \cdot 2^2 + b_7 \cdot 2^1 + b_8 \cdot 2^0,$$

и подбираем величины b_i, где $i = 1, 2, \ldots, 8$. При выполнении подбора получаем $b_1 = 1$; $b_2 = 1$; $b_3 = 0$; $b_4 = 0$; $b_5 = 0$; $b_6 = 0$; $b_7 = 1$; $b_8 = 0$.

Действительно, $176_{10} = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + {}$
$+1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$.

Таким образом, $A_2 = 11000010_2$.

Пояснения. В качестве максимальной степени m формируемого полинома выбираем такое минимальное значение m, при котором выполняется неравенство $A_{10} < 2^{m-1}$, т.е. $m = 7$.

Ответ: $A_2 = 11000010_{2.}$

Пример 4.7. $A_5 = 1034_{5.}$

$A_5 \rightarrow A_7 = ?$

Решение.

$A_5 = 1034_{5.}$

Записываем величину числа $A_5 = 1034_5$ в десятичной системе счисления:

$$A_5 = 1034_5 = 1 \cdot 5^3 + 0 \cdot 5^2 + 3 \cdot 5^1 + 4 \cdot 5^0 = 125 + 15 + 4 = 144_{10},$$

и далее с использованием семеричной системы счисления

$$144_{10} = b_1 \cdot 7^2 + b_2 \cdot 7^1 + b_3 \cdot 7^0.$$

Подбирая величины b_i ($i = 1, 2, 3$), получаем $b_1 = 2$; $b_2 = 6$; $b_3 = 4$.

Таким образом, $A_5 = 1034_5 = 144_{10} = \cdot 7^2 + 6 \cdot 7^1 + 4 \cdot 7^0 = 264_7 = A_{7.}$

Ответ: $A_7 = 264_{7.}$

Пример 4.8. $A_8 = 724_8$.
$A_8 \to A_7 = ?$

Решение.
$A_8 = 724_8 = 7 \cdot 8^2 + 2 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 = 468_{10} = A_{10}$;
$A_7 = b_1 \cdot 7^2 + b_2 \cdot 7^1 + b_3 \cdot 7^0 = 468_{10} = A_{10}$;
$b_1 = 5$; $b_2 = 1$; $b_3 = 1$;
$5 \cdot 7^2 + 1 \cdot 7^1 + 1 \cdot 7^0 = 511_7 = 468_{10} = A_{10}$.

Ответ: $A_7 = 511_7$.

5. Перевод дробей из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2

Допустим, задано число $A_{p1} = A_{p1 \text{ цел. часть}}, A_{p1 \text{ др. часть}}$, записанное в позиционной системе счисления с основанием p_1.

Требуется записать дробную часть $A_{p1 \text{ др. часть}}$ в позиционной системе с основанием p_2, т.е., согласно (3.3), записать её в виде

$$A_{p2 \text{ др. часть}} = b_{m+1}\ p_2^{-1} + b_{m+2}\ p_2^{-2} + b_{m+3}\ p_2^{-3} \ldots + b_n \cdot p_2^{m-n}.$$

Из (3.3) следует, что для нахождения искомых цифр b_i ($i = m + 1$, $m + 2, \ldots, n$) достаточно выражение для $A_{p2 \text{ др. часть}}$ (3.3) последовательно умножать на величину p_2. При умножении целые части результатов умножения будут являться искомыми цифрами b_i ($i = m + 1, m + 2, \ldots, n$).

На изложенном принципе основан следующий метод перевода дробей и дробных частей смешанных чисел из системы счисления с основанием p_1 в систему счисления с основанием p_2.

Метод перевода дроби $A_{p1} \to A_{p2}$.

1. Дробь A_{p1} умножается на p_2. Результат умножения содержит целую часть 1 и дробную часть 1.

2. Дробная часть 1 умножается на p_2. Результат умножения содержит целую часть 2 и дробную часть 2.

3. Дробная часть 2 умножается на p_2. Результат умножения содержит целую часть 3 и дробную часть 3. И т.д.

Целые части являются искомыми цифрами дроби A_{p2} в позиционной системе счисления с основанием p_2, начиная с цифры старшего разряда.

Все вышеуказанные действия выполняются в системе счисления с основанием p_1.

Пример 5.1. Дана десятичная дробь $A_{10} = 0{,}31_{10}$. Требуется записать эту дробь в двоичной системе счисления.

Решение.

$$
\begin{array}{lcr}
 & & 0{,}31 \\
 & & \times\ \underline{\quad 2} \\
\text{1-я цифра} & \rightarrow & \underline{0}{,}62 \\
 & & \times\ \underline{\quad 2} \\
\text{2-я цифра} & \rightarrow & \underline{1}{,}24 \\
 & & \times\ \underline{\quad 2} \\
\text{3-я цифра} & \rightarrow & \underline{0}{,}48 \\
 & & \times\ \underline{\quad 2} \\
\text{4-я цифра} & \rightarrow & \underline{0}{,}96 \\
 & & \times\ \underline{\quad 2} \\
\text{5-я цифра} & \rightarrow & \underline{1}{,}92 \\
 & & \times\ \underline{\quad 2} \\
\text{6-я цифра} & \rightarrow & \underline{1}{,}84 \\
 & & \times\ \underline{\quad 2} \\
\text{7-я цифра} & \rightarrow & \underline{1}{,}68
\end{array}
$$

Ответ: $A_2 = 0{,}0100111\ldots$

При переводе дробей из системы счисления с основанием p_1 в систему счисления с основанием p_2 вышеизложенным методом возникает вопрос о необходимом количестве цифр после запятой в записи дроби A_{p2}.

Необходимое количество цифр n_2 после запятой в записи дроби A_{p2} определяется из равенства

$$p_1^{-n1} = p_2^{-n2}\,. \tag{5.1}$$

Из равенства (5.1) следует

$$n_2 = (n_1 \cdot \lg p_1) : (\lg p_2)\,, \tag{5.2}$$

где n_1 – количество цифр после запятой в записи дроби A_{p1}, n_2 – количество цифр после запятой в записи дроби A_{p2}.

Равенства (5.1) и (5.2) обеспечивают равенство точностей при записях чисел в системах счисления с основанием p_1 и p_2 соответственно.

Так как выражение (5.2) содержит целую и дробную части, то на практике для нахождения n_2 применяют следующую формулу:

$$n_2 = [(n_1 \cdot \lg p_1) : (\lg p_2)] + 1,$$

в которой квадратные скобки обозначают, что от выражения $(n_1 \cdot \lg p_1) : (\lg p_2)$ берётся целая часть.

Для рассмотренного примера по переводу дроби $A_{10} = 0{,}31_{10}$ в двоичную систему счисления

$$n_2 = [(2 \cdot \lg 10) : \lg 2] + 1 = 7.$$

Приведём примеры перевода дробей A_{p1} из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2.

Пример 5.2. $A_3 = 0{,}21_3$
$\lg 3 = 0{,}477$
$\underline{\lg 5 = 0{,}699}$
$A_3 \rightarrow A_5 = ?$

Решение.
$n_2 = [(2 \cdot \lg 3) : (\lg 5)]+1 = [(2 \cdot 0{,}477) : 0{,}699] + 1 = [1{,}37] + 1 = 2.$

$$\begin{array}{rr} & 0{,}21_3 \\ \times & \\ & \underline{12_3} \\ & 112 \\ + & \\ & \underline{21} \\ 1\text{ ц.} \rightarrow & \underline{10},22_3 \end{array} \qquad \begin{array}{rr} & 0{,}22_3 \\ \times & \\ & \underline{12_3} \\ & 121 \\ + & \\ & \underline{22} \\ 2\text{ ц.} \rightarrow & \underline{11}.11_3 \end{array}$$

Ответ: $A_5 = 0{,}34_5$.

Пример 5.3. $A_5 = 0{,}34_5$
$\lg 5 = 0{,}699$
$\underline{\lg 3 = 0{,}477}$
$A_5 \;\rightarrow\; A_3 = ?$

<u>Решение.</u>
$n_2 = [(2\cdot\lg 5) : (\lg 3)]+1 = [(2\cdot 0{,}699) : 0.477] + 1 = [2.73] + 1 = 3$

$$\begin{array}{r} 0{,}34_5 \\ \times \\ \underline{3_5} \\ 1\text{ ц.} \rightarrow \underline{2}{,}12_5 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0{,}12_5 \\ \times \\ \underline{3_5} \\ 2\text{ ц.} \rightarrow \underline{0}{,}41_5 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0{,}41_5 \\ \times \\ \underline{3_5} \\ 3\text{ ц.} \rightarrow \underline{2}{,}23 \end{array}$$

Ответ: $A_5 = 0{,}202_5$.

Пример 5.4. $A_5 = 0{,}43_5$
$\lg 5 = 0{,}699$
$\underline{\lg 7 = 0{,}845}$
$A_5 \;\rightarrow A_7 = ?$

<u>Решение.</u>
$n_2 = [(2\cdot\lg 5) : (\lg 7)]+1 = [(2\cdot 0{,}699) : 0{,}845] + 1 = [1{,}65] + 1 = 2$

$$\begin{array}{r} 0{,}43_5 \\ \times \\ \underline{12_5} \\ 141 \\ + \\ \underline{43} \\ 1\text{ ц.} \rightarrow \underline{11}{,}21_5 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0{,}21_5 \\ \times \\ \underline{12_5} \\ 42 \\ + \\ \underline{21} \\ 2\text{ ц.} \rightarrow \underline{3}{,}02_5 \end{array}$$

Ответ: $A_7 = 0{,}63_7$.

Пример 5.5. $A_7 = 0{,}63_7$
$\lg 7 = 0{,}845$
$\underline{\lg 5 = 0{,}699}$
$A_7 \;\rightarrow A_5 = ?$

Решение.

$$n_2 = [(2 \cdot \lg 7) : (\lg 5)]+1 = [(2 \cdot 0{,}845) : 0{,}699] + 1 = [2{,}41] + 1 = 3$$

$$\begin{array}{r} 0{,}63_7 \\ \times \\ \underline{\quad 5_7} \\ 1\ \text{ц.} \rightarrow \underline{4},41_7 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0{,}41_7 \\ \times \\ \underline{\quad 5_7} \\ 2\ \text{ц.} \rightarrow \underline{2},65_7 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0{,}65_7 \\ \times \\ \underline{\quad 5_7} \\ 3\ \text{ц.} \rightarrow \underline{4},54 \end{array}$$

Ответ: $A_5 = 0{,}424_5$.

6. Перевод чисел из системы счисления с основанием p_1=2 в систему счисления с основанием p_2=2^k и обратно

Пусть задано число $A_2 = a_1, a_2, \ldots, a_m, a_{m+1}, a_{m+2}, \ldots, a_{m-n}$, представленное в двоичной системе счисления. Требуется представить это число в системе счисления с основанием $p_2 = 2^k$, где $k = 2, 3, 4, \ldots$.

Перевод числа A_2 из системы счисления с основанием p_1=2 в систему счисления с основанием p_2=2^k осуществляется следующим образом. Двоичные цифры исходного числа A_2 разбиваются на группы по k разрядов влево и вправо от запятой. Каждая из сформированных групп даёт запись искомых цифр в системе счисления с основанием $p_2 = 2^k$.

Пример 6.1. Пусть задано число A_2=110011101,101010001$_2$, представленное в двоичной системе счисления. Требуется записать это число в системе счисления с основанием $p_2 = 2^4$, т.е. при $k = 4$.

$$\begin{array}{rcccccc} A_2 = 1 & 1001 & 1101, & 1010 & 1000 & 1_2; \\ A_{16} = 1 & 9 & D\ , & A & 8 & 8_{16}. \end{array}$$

Пример 6.2. Пусть задано число A_2 = 101011000,00011011$_2$, представленное в двоичной системе счисления. Требуется записать это число в системе счисления с основанием $p_2 = 2^3$, т.е. при $k = 3$.

$$\begin{array}{rcccccc} A_2 = & 101 & 011 & 000, & 000 & 110 & 11_2; \\ A_8 = & 5 & 3 & 0\ , & 0 & 6 & 6_8. \end{array}$$

Обратный перевод. Перевод числа A_{p1} из системы счисления с основанием $p_1 = 2^k$ в систему счисления с основанием p_2=2 осуществляется посредством замены цифр числа A_{p1} их двоичными эквивалентами.

Пример 6.3. Пусть задано число A_{16} = 19D, A81$_{16}$ в системе счисления с основанием p_1 = 16. Требуется записать это число в системе счисления с основанием p_2 = 2.

$$\begin{array}{rcccccccc} A_{16} = & 1 & 9 & D & , & A & 8 & 1_{16}; \\ A_2 = & 0001 & 1001 & 1101 & , & 1010 & 1000 & 0001_2. \end{array}$$

Пример 6.4. Пусть задано число A_8 = 530, 066$_8$ в системе счисления с основанием p_1= 8. Требуется записать это число в системе счисления с основанием p_2 = 2.

$$\begin{array}{rcccccccc} A_8 = & 5 & 3 & 0 & , & 0 & 6 & 6_8; \\ A_2 = & 101 & 011 & 000 & , & 000 & 110 & 110_2. \end{array}$$

7. Перевод чисел из десятичной системы счисления в двоично-десятичную систему счисления и обратно

Этот перевод выполняется таблично без выполнения арифметических операций. Каждая десятичная цифра при этом переводе с помощью табл. 2.1 заменяется четырёхразрядным двоичным эквивалентом (тетрадой).

Пример 7.1. Пусть нам задано десятичное число A_{10} = 246,053$_{10}$. Требуется записать это число в двоично-десятичных системах 8421 и 8421+3.

Заменяя цифры исходного числа A_{10} = 246,053$_{10}$ с помощью табл. 2.1 четырёхразрядными двоичными эквивалентами, получаем:

$$\begin{array}{rcccccc} A_{10} = & 2 & 4 & 6, & 0 & 5 & 3_{10}; \\ A_{8421} = & 0010 & 0100 & 0110, & 0000 & 0101 & 0011_{8421}; \\ A_{8421+3} = & 0101 & 0111 & 1001, & 0011 & 1000 & 0110_{8421+3}. \end{array}$$

Обратный перевод чисел из систем счисления 8421 и 8421+3 в десятичную систему счисления выполняется также таблично посредством замены тетрад соответствующими десятичными цифрами.

Пример 7.2. Пусть задано число A_{8421} = 0011 1000 1001, 0101 0001 0110_{8421}, записанное в двоично-десятичной системе счисления 8421. Требуется записать это число в десятичной системе счисления.

Заменяя с помощью табл. 2.1 тетрады соответствующими десятичными цифрами, получаем:

$$\begin{array}{llllllll} A_{8421} = & 0011 & 1000 & 1001, & 0101 & 0001 & 0110_{8421}; \\ A_{10} = & 3 & 8 & 9\ , & 5 & 1 & 6_{10}. \end{array}$$

Пример 7.3. Пусть задано число A_{8421+3} = 0101 1100 0011, 0101 0111 1011_{8421+3}, записанное в двоично-десятичной системе счисления 8421 + 3. Требуется записать это число в десятичной системе счисления.

Заменяя с помощью табл. 2.1 тетрады соответствующими десятичными цифрами, получаем:

$$\begin{array}{lllllll} A_{8421+3} = & 0101 & 1100 & 0011, & 0101 & 0111 & 1011_{8421+3}; \\ A_{10} = & 2 & 9 & 0\ , & 2 & 4 & 8_{10}. \end{array}$$

8. Перевод чисел с использованием промежуточных систем счисления

В некоторых случаях перевод чисел удобно выполнять с использованием промежуточных систем счисления.

Пример 8.1. Пусть требуется выполнить перевод числа A_8 = 372, 025_8 в шестнадцатеричную систему счисления.

При выполнении этого перевода удобно воспользоваться следующей схемой: $A_8 \rightarrow A_2 \rightarrow A_{16}$. Применяя эту схему, получаем:

$$\begin{array}{lllllll} A_8 = & 3 & 7 & 2, & 0 & 2 & 5_8; \\ A_2 = & 011 & 111 & 010, & 000 & 010 & 101_2; \\ A_2 = & 1111 & 1010, & 0000 & 1010 & 1000_2; & \\ A_{16} = & F & A\ , & 0 & A & 8_{16}. & \end{array}$$

Пример 8.2. Пусть требуется выполнить перевод числа A_{16} = $=FA,0A8_{16}$ в четверичную систему счисления.

При выполнении этого перевода удобно воспользоваться следующей схемой: $A_{16} \rightarrow A_2 \rightarrow A_4$. Применяя эту схему, получаем:

$$
\begin{aligned}
A_{16} &= \; F \quad A, \quad 0 \quad A \quad 8_{16};\\
A_2 &= 1111 \;\; 1010, \;\; 0000 \;\; 1010 \;\; 1000_2;\\
A_2 &= 11 \; 11 \;\; 10 \; 10, \;\; 00 \; 00 \;\; 10 \; 10 \;\; 10 \; 00_2;\\
A_4 &= 3 \;\; 3 \;\; 2 \;\; 2, \;\; 0 \;\; 0 \;\; 2 \;\; 2 \;\; 2 \;\; 0_4.
\end{aligned}
$$

9. Тесты

Тесты представляют собой задания для самостоятельной работы и выполняются студентом на практическом занятии в течение 20 минут.

В тестах предлагается два задания.

Первое задание взаимосвязано с непосредственным переводом чисел, имеющих целую и дробную части, из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2.

Второе задание связано с переводом чисел, имеющих целую и дробную части, из позиционной системы счисления с основанием p_1 в позиционную систему счисления с основанием p_2 с применением промежуточных систем счисления.

Вариант № 1

1. Задано число $A_7 = 651{,}243_7$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 7$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 4$.

2. Задано число $A_{16} = F05{,}4E3_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 2

1. Задано число $A_8 = 721{,}432_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 5$.

2. Задано число $A_8 = 725{,}344_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 3

1. Задано число $A_9 = 825{,}144_9$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 9$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 6$.

2. Задано число $A_{16} = AB3{,}12E_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 4

1. Задано число $A_8 = 623{,}244_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 7$.

2. Задано число $A_8 = 707{,}105_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 5

1. Задано число $A_7 = 625{,}343_7$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 7$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 8$.

2. Задано число $A = 1E0{,}1FD_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 6

1. Задано число $A_6 = 541{,}242_6$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 6$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 9$.

2. Задано число $A_8 = 623{,}176_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 7

1. Задано число $A_5 = 431{,}123_5$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 5$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 8$.

2. Задано число $A_{16} = 1DE{,}F02_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 8

1. Задано число $A_3 = 221{,}122_3$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 3$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 7$.

2. Задано число $A = 176{,}144_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 9

1. Задано число $A_4 = 323{,}133_4$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 4$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 6$.

2. Задано число $A_{16} = 2EA{,}1EA_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 10

1. Задано число $A_5 = 414{,}223_5$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 5$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 4$.

2. Задано число $A_8 = 157{,}105_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 11

1. Задано число $A_6 = 525{,}241_6$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 6$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 3$.

2. Задано число $A_{16} = 3AB{,}C0D_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 12

1. Задано число $A_7 = 616{,}156_7$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 7$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 4$.

2. Задано число $A_8 = 525{,}107_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 13

1. Задано число $A_8 = 725{,}144_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 5$.

2. Задано число $A_{16} = 4BC{,}A0E_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 14

1. Задано число $A_9 = 814{,}147_9$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 9$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 6$.

2. Задано число $A_8 = 441{,}624_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 15

1. Задано число $A_8 = 624{,}725_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 7$.

2. Задано число $A_{16} = 1AF{,}3A3_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 16

1. Задано число $A_7 = 524{,}356_7$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 7$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 8$.

2. Задано число $A_8 = 326{,}621_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 17

1. Задано число $A = 432{,}245_6$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 6$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 9$.

2. Задано число $A_{16} = 4FE{,}1A5_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 18

1. Задано число $A_5 = 312{,}144_5$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 5$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 8$.

2. Задано число $A_8 = 324{,}124_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 19

1. Задано число $A_4 = 133{,}123_3$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 3$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 7$.

2. Задано число $A_{16} = 5EA{,}3E4_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 20

1. Задано число $A_3 = 122{,}211_3$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 3$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 6$.

2. Задано число $A_8 = 663{,}463_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 21

1. Задано число $A_4 = 331{,}123_4$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 4$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 5$.

2. Задано число $A_{16} = 6DE{,}A05_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 22

1. Задано число $A_5 = 441{,}143_5$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 5$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 4$.

2. Задано число $A_8 = 456{,}244_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 23

1. Задано число $A6 = 525{,}153_6$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 6$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 3$.

2. Задано число $A_{16} = 7BC{,}1A3_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 24

1. Задано число $A_7 = 661{,}136_7$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 7$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 4$.

2. Задано число $A_8 = 564{,}424_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 16$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Вариант № 25

1. Задано число $A_8 = 707{,}165_8$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 8$. Требуется записать это число в позиционной системе счисления с основанием $p_2 = 5$.

2. Задано число $A_{16} = 5EF{,}10E_{16}$ в позиционной системе счисления с основанием $p_1 = 16$. Требуется перевести это число в позиционную систему счисления с основанием $p_2 = 8$. Перевод выполнить с применением промежуточной системы счисления.

Список литературы

1. Андреева Е.В., Фалина И.Н. Системы счисления и компьютерная арифметика: Учебное пособие. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004.

2. Бурдинский И.Н. Системы счисления и арифметика ЭВМ: Учебное пособие. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. Гос. ун-та, 2008.

3. Виноградова Е.П. Системы счисления. Отношение делимости: Учебно-методическое пособие. – Оренбург: ГУ "РЦРО", 2008.

4. Григорьев В.В. Системы счисления// Свойства. Конвертация. Алгоритмы: Учебное пособие. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011.

5. Деон А.Ф., Комаров С.С., Терентьев Ю.И. Программные преобразования числовой информации: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.

6. Дударев В.А., Колыбанов К.Ю. Математические основы построения вычислительных систем: Учебное пособие. – М.: МИТХТ им. Ломоносова, 2008.

7. Задорожный В.Н., Канева О.Н. Информатика: Конспект лекций. – Изд-во ОмГТУ, 2005.

8. Иваницкий А.Ю., Алексеев Б.В., Егорова Д.В., Ефимова Г.Е. Представление чисел и особенности машинной арифметики: Учебно-методическое пособие. – Чебоксары: Чувашский ун-т, 2004.

9. Казачек Н.А. Числовые системы: Учебно-методическое пособие. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2008.

10. Лапшин В.П. Математика: системы счисления. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2009.

11. Лактионова Ю.С. Информатика: Учебное пособие. – Магнитогорск: МаГУ, 2010.

12. Локтионова Ю.С. Инфоматика: Учебное пособие. – Магнитогорск: МаГУ, 2010.

13. Лиокумович Л.Б., Сочава А.А. Введение в цифровую схемотехнику. Системы счисления и двоичная арифметика. Алгебра логики и логические схемы: Конспект лекций. – СПб: Изд-во СПбГПУ, 2003.

14. Мейлахс А.Л. Практикум по математическим основам информатики. Ч.1// Системы счисления. Двоичная арифметика. Представле-

ние чисел в памяти ЭВМ: Методические указания. – М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2004.

15. Свиньин С.Ф. Теоретическая информатика: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003.

16. Ситников В.М. Числовые системы: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во Челябинского гос. пед. ун-та, 2009.

17. Тропин М.П. Числовые системы: Курс лекций для студентов 4-го курса математического факультета. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2009.

18. Чепайкина Н.Г. Информатика. Арифметические основы вычислительной техники: Конспект лекций. – Чебоксары: Чуваш. гос. ун-т им. И.Н. Ульянова, 2005.

19. Черникова Э.В., Полупанов А.А. Позиционные системы счисления: Практикум. – Новороссийск: НГМА, 2005.

Редактор Е.Е. Шумакова

Подписано в печать 20.11.2014. Формат 60x84 1/16
Печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,75. Тираж 140 экз. Изд. № 1/29. Заказ № 27.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».
115409, Москва, Каширское ш., 31.
ООО «Клаб Принт».
127018, Москва, Марьиной Рощи 3-й проезд, д. 40, корп. 1.