

1 курс

ПЛАН – КОНСПЕКТ

**проведения вводного занятия по теме 1.4 (к практическим занятиям № 3-4)
по дисциплине «Информатика»**

**Раздел 1. «Информация и информационная деятельность
человека»**

**Тема 1.4:
«Кодирование информации. Системы счисления.»**

Подготовил: преподаватель
В.Н. Борисов

Рязань 2023

Вопросы занятия:

1. Общие сведения о системах счисления. Системы счисления, используемые компьютером. Представление чисел в различных системах счисления. Представление целых чисел в двоичной системе счисления. Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Перевод чисел между системами счисления с кратными основаниями.
2. Представление числовых данных: общие принципы представления данных, форматы представления чисел.
3. Представление текстовых данных: кодовые таблицы символов, объём текстовых данных.
4. Кодирование данных произвольного вида.

Время проведения занятия – 1 час

Первый вопрос: Общие сведения о системах счисления. Системы счисления, используемые компьютером. Представление чисел в различных системах счисления. Представление целых чисел в двоичной системе счисления. Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Перевод чисел между системами счисления с кратными основаниями.

Система счисления — символический метод записи чисел, представление чисел с помощью письменных знаков.

Символы, при помощи которых записывается число, называются **цифрами**.

Система счисления:

- даёт представления множества чисел (целых или вещественных)
- даёт каждому числу уникальное представление (или, по крайней мере, стандартное представление)
- отражает алгебраическую и арифметическую структуру чисел.

Разные народы в разные времена использовали разные системы счисления. Следы древних систем счета встречаются и сегодня в культуре многих народов. К древнему Вавилону восходит деление часа на 60 минут и угла на 360 градусов. К Древнему Риму - традиция записывать в римской записи числа I, II, III и т. д. К англосаксам - счет дюжинами: в году 12 месяцев, в футе 12 дюймов, сутки делятся на 2 периода по 12 часов.

По современным данным, развитые системы нумерации впервые появились в древнем Египте. Для записи чисел египтяне применяли иероглифы один, десять, сто, тысяча и

т.д. Все остальные числа записывались с помощью этих иероглифов и операции сложения. Недостатки этой системы - невозможность записи больших чисел и громоздкость.

В конце концов, самой популярной системой счисления оказалась десятичная система. Десятичная система счисления пришла из Индии, где она появилась не позднее VI в. н. э. В ней всего 10 цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, но информацию несет не только цифра, но также и место позиция, на которой она стоит. В числе 444 три одинаковых цифры обозначают количество и единиц, и десятков, и сотен. А вот в числе 400 первая цифра обозначает число сотен, два 0 сами по себе вклад в число не дают, а нужны лишь для указания позиции цифры 4.

Классификация систем счисления

Системы счисления подразделяются на позиционные и непозиционные.

Позиционные системы счисления

Позиционные системы счисления (СС) - это системы счисления, в которых количественный эквивалент каждой цифры (её вес) зависит от ее положения (позиции) в записи числа.

Путем долгого развития человечество пришло к созданию позиционного принципа записи чисел, который состоит в том, что каждая цифра, содержащаяся в записи числа, занимает определенное место, называемое разрядом. Отсчет разрядов производится справа налево. Единица каждого следующего разряда всегда превосходит единицу предыдущего разряда в определенное число раз. Это отношение носит название основание системы счисления (у непозиционных систем счисления понятия «разряда» и «основания» отсутствуют).

Например:

число **237** состоит из **3** цифр. Понятно, что отдельно взятая цифра **7** больше чем цифра **2**. Однако, в составе числа, двойка стоит на позиции сотен, а семёрка - на позиции единиц, поэтому количественное представление двойки - **две сотни**, или двести, а семёрка - всё та же **семь**.

Многие, кроме десятичной СС, о других позиционных системах не имеют представления, хотя и часто ими пользуются. Например:

1. шестидесятиричная (Древний Вавилон) - первая позиционная система счисления. До сих пор при измерении времени используется основание равное 60 (1 мин = 60 с, 1 ч = 60 мин);

2. двенадцатеричная система счисления (широкое распространение получила в XIX в. Число 12 - «дюжина»: в сутках две дюжины часов. Счет не по пальцам, а по суставам пальцев. На каждом пальце руки, кроме большого, по 3 сустава - всего 12.

В настоящее время наиболее распространенными позиционными системами счисления являются десятичная, двоичная, восьмеричная и шестнадцатеричная.

Общее свойство всех позиционных систем счисления: при каждом переходе влево (вправо) в записи числа на один разряд величина цифры увеличивается (уменьшается) во столько раз, чему равно основание системы счисления.

Достоинства позиционных систем счисления:

- в позиционных системах счисления устранены все недостатки непозиционных;
- в них можно записать любое число (как натуральное, так и действительное);
- запись чисел компактна и удобна;
- благодаря поразрядной организации записи чисел с ними легко проводить математические операции.

Непозиционные системы счисления.

В непозиционных системах счисления величина, которую обозначает цифра, не зависит от положения в числе. Например: Римская система счисления.

Из многочисленных представителей этой группы в настоящее время сохранила свое значение лишь римская система счисления, где для обозначения цифр используются латинские буквы:

I	V	X	L	C	D	M
1	5	10	50	100	500	1000

С их помощью можно записывать натуральные числа. Например, число 1995 будет представлено, как MCMXCV (M-1000, CM-900, XC-90 и V-5).

Правила записи чисел в римской системе счисления:

- если большая цифра стоит перед меньшей, они складываются, например: VI – 6 (5+1);
- если меньшая цифра стоит перед большей, то из большей вычитается меньшая, причем в этом случае меньшая цифра уже повторяться не может, например: XL — 40 (50-10), XXL – нельзя;
- цифры M, C, X, I могут повторяться в записи числа не более трех раз подряд;

- цифры D, L, V могут использоваться в записи числа только по одному разу.

Например, запись XXX обозначает число 30, состоящее из трех цифр X, каждая из которых, независимо от места ее положения в записи числа, равна 10. Запись MCXXIV обозначает 1124, а самое большое число, которое можно записать в этой системе счисления, это число MMMCMXCIX (3999). Для записи еще больших чисел пришлось бы вводить все новые обозначения. По этой причине, а также по причине отсутствия цифры ноль, римская система счисления не годится для записи действительных чисел.

Таким образом, можно констатировать следующие основные недостатки непозиционных систем счисления:

- в них нельзя записать любое число;
- запись чисел обычно громоздка и неудобна;
- математические операции над ними крайне затруднены.

Алфавит и основание системы счисления.

Алфавитом системы счисления называется совокупность различных цифр, используемых в позиционной системе счисления для записи чисел. Например:

Десятичная система: $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$

Двоичная система: $\{0, 1\}$

Восьмеричная система: $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

Шестнадцатеричная система: $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$

Количество цифр в алфавите равно основанию системы счисления. **Основанием** позиционной системы счисления называется количество знаков или символов, используемых для изображения числа в данной системе счисления.

Базисом позиционной системы счисления называется последовательность чисел, каждое из которых задает количественное значение или «вес» каждого разряда.

Например: Базисы некоторых позиционных систем счисления.

Десятичная система: $10^0, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, \dots, 10^n, \dots$

Двоичная система: $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, \dots, 2^n, \dots$

Восьмеричная система: $8^0, 8^1, 8^2, 8^3, 8^4, \dots, 8^n, \dots$

Пример. Десятичное число 4718,63, двоичное число 1001,1, восьмеричное число 7764,1, шестнадцатеричное число 3AF.

Позиция цифры в числе называется **разрядом**: разряд возрастает справа налево, от младших к старшим, начиная с нуля.

Развёрнутая форма представления числа

В позиционной системе счисления любое вещественное **число в развёрнутой форме** может быть представлено в следующем виде:

$$A = \pm (a_{n-1}q^{n-1} + a_{n-2}q^{n-2} + \dots + a_0q^0 + a_{-1}q^{-1} + a_{-2}q^{-2} + \dots + a_{-m}q^{-m})$$

Здесь:

A - само число,

q - основание системы счисления,

a_i - цифры, принадлежащие алфавиту данной системы счисления,

n - число целых разрядов числа,

m - число дробных разрядов числа.

Развернутая форма записи числа - сумма произведений коэффициентов на степени основания системы счисления.

Пример. Десятичное число $A_{10} = 4718,63$ в развернутой форме запишется так:

$$A_{10} = 4 \cdot 10^3 + 7 \cdot 10^2 + 1 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 + 6 \cdot 10^{-1} + 3 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Двоичное число } A_2 = 1001,1 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1}$$

$$\text{Восьмеричное число } A_8 = 7764,1 = 7 \cdot 8^3 + 7 \cdot 8^2 + 6 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^{-1}$$

$$\text{Шестнадцатеричное число } A_{16} = 3AF = 3 \cdot 16^2 + 10 \cdot 16^1 + 15 \cdot 16^0$$

Системы счисления, используемые в вычислительной технике.

Несмотря на то, что исторически человек привык работать в десятичной системе счисления, с технической точки зрения она крайне неудобна, так как в электрических цепях компьютера требовалось бы иметь одновременно десять различных сигналов. Тем не менее, такие схемы существуют в некоторых видах микрокалькуляторов.

Чем меньше различных сигналов в электрических цепях, тем проще микросхемы, являющиеся основой конструкции большинства узлов ЭВМ, и тем надежнее они работают.

Наименьшее основание, которое может быть у позиционных систем счисления это – двойка. Именно поэтому двоичная система счисления используется в вычислительной технике, а двоичные наборы приняты за средство кодирования информации. В компьютере имеются только два устойчивых состояния работы микросхем, связанных с прохождением электрического тока через данное устройство (1) или его отсутствием (0). Говоря точнее, (1) кодирует высокое напряжение в схеме компьютера, а (0) – низкое напряжение.

Если вспомнить, что двоичная система счисления обладает самыми маленькими размерами таблиц сложения и умножения, то можно догадаться, что этот факт должен сильно радовать конструкторов ЭВМ, поскольку обработка сигнала в этом случае будет также самой простой. Таким образом, двоичная система счисления, с точки зрения организации работы ЭВМ, является наилучшей.

Мы уже говорили о преимуществах двоичной системы счисления с технической точки зрения организации работы компьютера. Зачем нужны другие системы счисления, кроме, естественно, еще и десятичной, в которой человек привык работать? Чтобы ответить на него, возьмем любое число в десятичной системе счисления, например 255, и переведем его в другие системы счисления с основаниями, кратными двойке:

$$255_{10} = 11111111_2 = 3333_4 = 377_8 = FF_{16}.$$

Чем меньше основание системы счисления, тем больше разрядов требуется для его записи то есть, тем самым мы проигрываем в компактности записи чисел и их наглядности. Поэтому, наряду с двоичной и десятичной системами счисления, в вычислительной технике применяют так же запись чисел в 8-и 16-ричных системах счисления. Поскольку их основания кратны двойке, они органично связаны с двоичной системой счисления и преобразуются в эту систему наиболее быстро и просто (по сути они являются компактными видами записи двоичных чисел). Все другие системы счисления представляют для вычислительной техники чисто теоретический интерес.

Используя приложение Калькулятор операционной системы Windows запишите значения числа 1010 10 в различных системах счисления.

Для этого:

1. откройте калькулятор: ПУСК-ПРОГРАММЫ-СТАНДАРТНЫЕ-КАЛЬКУЛЯТОР
2. настройте вид калькулятора на инженерный: ВИД-ИНЖЕНЕРНЫЙ
 - Дес – десятичная система счисления
 - Oct – восьмеричная система счисления
 - Bin – двоичная система счисления
 - Hex – шестнадцатеричная система счисления
1. поставьте флажок в Дес и наберите число 1010
2. поставьте флажок в Oct – вы увидите данное число, представленное в 8-ой системе счисления (запишите результат)
3. поставьте флажок в Bin – вы увидите данное число, представленное в 2-ой системе счисления (запишите результат)
4. поставьте флажок в Hex – вы увидите данное число, представленное в 16-ой системе счисления (запишите результат)

Алгоритмы перевода в системы счисления по разным основаниям

Алгоритм перевода чисел из любой системы счисления в десятичную

1. Представить число в развернутой форме. При этом основание системы счисления должно быть представлено в десятичной системе счисления.

2. Найти сумму ряда. Полученное число является значением числа в десятичной системе счисления.

Алгоритм перевода целых чисел из десятичной системы счисления в любую другую

1. Последовательно выполнять деление данного числа и получаемых целых частных на основание новой системы счисления до тех пор, пока не получится частное, меньше делителя.
2. Полученные остатки, являющиеся цифрами числа в новой системе счисления, привести в соответствие с алфавитом новой системы счисления.
3. Составить число в новой системе счисления, записывая его, начиная с последнего остатка.

Алгоритм перевода правильных дробей из десятичной системы счисления в любую другую

1. Последовательно умножаем данное число и получаемые дробные части произведения на основание новой системы счисления до тех пор, пока дробная часть произведения не станет равна нулю или будет достигнута требуемая точность представления числа.
2. Полученные целые части произведений, являющиеся цифрами числа в новой системе счисления, привести в соответствие с алфавитом новой системы счисления.
3. Составить дробную часть числа в новой системе счисления, начиная с целой части первого произведения.

Алгоритм перевода произвольных чисел из десятичной системы счисления в любую другую

Перевод произвольных чисел, т.е. содержащих целую и дробную часть, осуществляется в два этапа:

1. Отдельно переводится целая часть.
2. Отдельно переводится дробная.
3. В итоговой записи полученного числа целая часть отделяется от дробной запятой.

Перевод чисел из двоичной системы счисления в систему счисления с основанием $q=2^n$
Для облегчения решения задач заполним следующую таблицу:

Десятичная	Двоичная	Восьмеричная	Шестнадцатеричная
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2

3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

Если основание q -ричной системы счисления является степенью числа 2, то перевод чисел из q -ричной системы счисления в 2-ичную и обратно можно проводить по более простым правилам.

1. Двоичное число разбить справа налево на группы по n в каждой.
2. Если в левой последней группе окажется меньше n разрядов, то её надо дополнить слева нулями до нужного числа разрядов.
3. Рассмотреть каждую группу как n -разрядное двоичное число и записать её соответствующей цифрой в системе счисления с основанием $q=2^n$

Решение задач

1. Переведём в 10-ую с.с. число: $0,123_5$

Решение: Действуем строго по алгоритму перевода чисел из любой системы счисления в десятичную:

Запишем число в развёрнутой форме: $0,123_5 = 1 \cdot 5^{-1} + 2 \cdot 5^{-2} + 3 \cdot 5^{-3}$

Найдём сумму ряда: $0,2 + 0,08 + 0,024 = 0,304_{10}$

Ответ: $0,123_5 = 0,304_{10}$

2. Переведём число 126_{10} в 8-ую с.с. и число 180_{10} в 16-ую с.с.

Решение: Действуем строго по алгоритму перевода целых чисел из 10-ой с.с. в любую другую:

$$\begin{array}{r|l} 126 & 8 \\ \hline 6 & 15 \quad 8 \\ & \hline & 7 \quad 1 \end{array}$$

Записываем полученные числа в обратном порядке и получаем:

Ответ: $126_{10} = 176_8$

$$\begin{array}{r|l} 180 & 16 \\ \hline 4 & 11 \text{ (B)} \end{array}$$

Ответ: $180_{10} = B4_{16}$

3. Переведите числа из 10-ой с.с. числа: $0,65625_{10} - (?)_{16}$ и $0,9_{10} - (?)_2$

Решение: Действуем строго по алгоритму перевода правильных дробей из десятичной с.с. в любую другую:

$$\begin{array}{r|l} 0, & 65625 \\ & *16 \\ \hline 10 \text{ (A)} & 50000 \\ & *16 \\ \hline 8 & 00000 \end{array} \quad \begin{array}{r|l} 0, & 9 \\ & *2 \\ \hline 1 & 8 \\ & *2 \\ \hline 1 & 6 \\ & *2 \\ \hline 1 & 2 \\ & *2 \\ \hline 0 & 4 \\ & *2 \\ \hline 0 & 8 \\ & *2 \\ \hline 1 & 6 \end{array}$$

Во втором примере процесс можно продолжать бесконечно. В этом случае деление продолжаем до тех пор, пока не получим нужную точность представления. Записываем числа сверху вниз.

Ответ: $0,65625_{10} = 0,А8_{16}$; $0,9_{10} = 1,111001_2$ с точностью до семи значащих цифр после запятой.

4. Переведём число $124,26_{10}$ в шестнадцатеричную с.с.

Решение: Действуем строго по алгоритму перевода произвольных чисел:

Переводим целую и дробную часть:

124	16
12 (С)	7

0,	26
	*16
4	16
	*16
2	56
	*16
8	96
	*16
15 (F)	36

Записываем полученные числа справа налево (в целой части) и сверху вниз (в дробной части).

Ответ: $124,26_{10} = 7С,428А_{16}$

5. Переведём число: 1100101001101010111_2 в шестнадцатеричную систему счисления

Решение: Действуем строго по алгоритму перевода чисел из 2-ой с.с в с.с. с основанием 2^n :

Разбиваем число на группы по четыре цифры – тетрады (т.к. $q=16$, $16 = 2^n$, $n = 4$) слева направо и, пользуясь таблицей, записываем соответствующее шестнадцатеричное число (слева дополняем 0-ми недостающие разряды)

0110	0101	0011	0101	0111
6	5	3	5	7

Ответ: $1100101001101010111_2 = 65357_{16}$

Другими словами:

Из десятичной системы счисления – в двоичную и шестнадцатеричную:

- 1) исходное целое число делится на основание системы счисления, в которую переводится (2 или 16); получается частное и остаток;
- 2) если полученное частное не делится на основание системы счисления так, чтобы образовалась целая часть, отличная от нуля, процесс умножения прекращается, переходят к шагу 3). Иначе над частным выполняют действия, описанные в шаге 1);
- 3) все полученные остатки и последнее частное преобразуются в соответствии с таблицей в цифры той системы счисления, в которую выполняется перевод;
- 4) формируется результирующее число: его старший разряд – полученное последнее частное, каждый последующий младший разряд образуется из полученных остатков от деления, начиная с последнего и кончая первым. Таким образом, младший разряд полученного числа – первый остаток от деления, а старший – последнее частное.

Из двоичной и шестнадцатеричной систем счисления – в десятичную.

В этом случае рассчитывается полное значение числа по формуле.

Пример. Выполнить перевод числа 13_{16} в десятичную систему счисления. Имеем:
 $13_{16} = 1 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 16 + 3 = 19$. Таким образом, $13_{16} = 19$.

Пример. Выполнить перевод числа 10011_2 в десятичную систему счисления. Имеем:
 $10011_2 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 16 + 0 + 0 + 2 + 1 = 19$.
 Таким образом, $10011_2 = 19$.

Из двоичной системы счисления в шестнадцатеричную:

исходное число разбивается на тетрады (т.е. 4 цифры), начиная с младших разрядов. Если количество цифр исходного двоичного числа не кратно 4, оно дополняется слева незначащими нулями до достижения кратности 4;

Каждая тетрада заменяется соответствующей шестнадцатеричной цифрой в соответствии с таблицей.

Пример. Выполнить перевод числа 10011_2 в шестнадцатеричную систему счисления. Поскольку в исходном двоичном числе количество цифр не кратно 4, дополняем его слева незначащими нулями до достижения кратности 4 числа цифр.

В соответствии с таблицей $0011_2 = 11_2 = 3_{16}$ и $0001_2 = 1_2 = 1_{16}$.
 Тогда $10011_2 = 13_{16}$.

Из шестнадцатеричной системы счисления в двоичную:

каждая цифра исходного числа заменяется тетрадой двоичных цифр в соответствии с таблицей. Если в таблице двоичное число имеет менее 4 цифр, оно дополняется слева незначащими нулями до тетрады; незначащие нули в результирующем числе отбрасываются.

Перевод действительного числа в недесятичную систему счисления.

Перевод десятичных чисел в другие системы счисления.

Перевод целых чисел.

- 1) Основание новой системы счисления выразить в десятичной системе счисления и все последующие действия производить в десятичной системе счисления;
- 2) последовательно выполнять деление данного числа и получаемых неполных частных на основание новой системы счисления до тех пор, пока не получим неполное частное, меньшее делителя;
- 3) полученные остатки, являющиеся цифрами числа в новой системе счисления, привести в соответствие с алфавитом новой системы счисления;
- 4) составить число в новой системе счисления, записывая его, начиная с последнего частного.

Перевод дробных чисел

- 1) Основание новой системы счисления выразить в десятичной системе и все последующие действия производить в десятичной системе счисления;
- 2) последовательно умножать данное число и получаемые дробные части произведений на основание новой системы до тех пор, пока дробная часть произведения не станет равной нулю или не будет достигнута требуемая точность представления числа в новой системе счисления;
- 3) полученные целые части произведений, являющиеся цифрами числа в новой системе счисления, привести в соответствие с алфавитом новой системы счисления;
- 4) составить дробную часть числа в новой системе счисления, начиная с целой части первого произведения.

Выполнение арифметических операций в различных системах счисления.

Арифметические операции во всех позиционных системах счисления выполняются по одним и тем же хорошо известным правилам.

Сложение. В его основе лежит таблица сложения одноразрядных двоичных чисел:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$1 + 1 = 10$ Важно обратить внимание на то, что при сложении двух единиц происходит переполнение разряда и производится перенос в старший разряд. Переполнение разряда наступает тогда, когда величина числа в нем становится равной или большей основания

Вычитание. В его основе лежит таблица вычитания одноразрядных двоичных чисел. При вычитании из меньшего числа(0) большего(1) производится заем из старшего разряда. В таблице заем обозначен 1 с чертой: $0 - 0 = 0$

$$0 - 1 = 11$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

Умножение.

В основе умножения лежит таблица умножения одноразрядных двоичных чисел и происходит по схеме, применяемой в десятичной системе счисления с последовательным умножением множимого на цифры множителя.

$$0 * 0 = 0$$

$$0 * 1 = 0$$

$$1 * 0 = 0$$

$$1 * 1 = 1$$

Деление. Операция деления выполняется по алгоритму, подобному алгоритму выполнения операции деления в десятичной системе счисления.

Арифметические операции в восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления.

Операции выполняются аналогично вычислениям в двоичной системе счисления. Необходимо только помнить, что величина переноса в следующий разряд при сложении и заем из старшего разряда при вычитании определяется величиной основания системы счисления. Для проведения арифметических операций над числами, выраженными в различных системах счисления, необходимо предварительно перевести их в одну и ту же систему.

Второй вопрос: Представление числовых данных: общие принципы представления данных, форматы представления чисел.



ФОРМАТЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ

Есть два основных способа представления информации - числовой и символьный.

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

На каждый символ в оперативной памяти ЭВМ отводится 1 байт.

Каждый символ имеет собственную кодовую комбинацию. С помощью одного байта можно получить 256 не совпадающих кодовых комбинаций

Количество байт	Количество кодовых комбинаций
1	$2=2^1$
2	$4=2^2$
...	...
8	$256=2^8$

12

Внутреннее представление числовых данных

Беззнаковые целочисленные форматы

Байтовый (8 разрядов)

7	6	5	4	3	2	1	0
0	1	1	1	1	0	0	1

Номер разряда

Содержимое разряда

Формула
максимального числа
в n разрядах:
 $max = b^n - 1$

диапазон $[0, \dots, 255]$ – 256 значений

Короткий целый (2 байта, 16 разрядов)

Старший байт								Младший байт							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1

диапазон $[0, \dots, 65\ 535]$

Средний (двойное слово, 32 разряда)

диапазон $[0 \dots 4\ 294\ 967\ 295]$

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЧИСЛОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Числа в памяти ЭВМ хранятся в двух форматах:

- **формат с фиксированной точкой** (целые числа);
- **формат с плавающей точкой** (десятичные дроби).

Под точкой понимается знак разделения целой и дробной части числа.

Представление чисел в формате с фиксированной запятой

Целые числа в компьютере хранятся в памяти **в формате с фиксированной запятой**.

В этом случае каждому разряду ячейки памяти соответствует всегда один и тот же разряд числа, а запятая находится справа после младшего разряда, т.е. вне разрядной сетки.

Для хранения **целых неотрицательных чисел** отводится одна ячейка памяти (8 бит).

Например, число $A_2 = 10101010_2$ будет храниться в ячейке памяти следующим образом:

1	0	1	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Максимальное значение целого неотрицательного числа достигается в случае, когда во всех ячейках хранятся единицы.

Для n-разрядного представления оно будет равно:

$$2^n - 1$$

Представление чисел в ЭВМ

Решение проблем математического моделирования в естественных науках, экономике и технике, работа с САПР, электронными таблицами невозможна без использования вещественных (действительных) чисел.

Все числовые данные хранятся в памяти компьютера в двоичном виде, т. е. в виде последовательностей нулей и единиц, однако формы хранения целых и вещественных чисел **различны**.

Необходимость различного представления целых и вещественных чисел вызвана тем, что скорость выполнения операций над целыми числами существенно выше, чем над вещественными числами.

Текстовая, графическая, звуковая информация, количество деталей, акций, сотрудников – эти и многие другие данные выражаются **целыми числами**.

Для решения математических и физических задач, в которых невозможно обойтись только целыми числами, используются **вещественные числа**.

Представление числовой информации в компьютере

В десятичной системе счисления любое число может быть представлено через степени числа 10 (основание системы).

Например,

$$725 = 7 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$$

Любое число в позиционной системе счисления можно записать в следующем виде:

$$X = a_n \cdot p^{n-1} + a_{n-1} \cdot p^{n-2} + \dots + a_2 \cdot p^1 + a_1 \cdot p^0 + a_{-1} \cdot p^{-1} + \dots + a_{-m} \cdot p^{-m},$$

где p – основание системы счисления;

n и m – число целых и дробных разрядов, соответственно.

Представление целых чисел в компьютере

Целые числа в компьютере могут представляться со знаком или без знака.

Целые числа без знака занимают в памяти один или два байта.

Формат числа в байтах	Запись с порядком	Обычная запись
1	$0 \dots 2^8 - 1$	0 ... 255
2	$0 \dots 2^{16} - 1$	0 ... 65535

Пример. Число $72_{10} = 1001000_2$ в однобайтовом формате

0	1	0	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Представление чисел в формате с фиксированной запятой

- Целые числа **без знака** в двухбайтовом формате могут принимать значения

От 0 до $2^{16}-1$ (до 65535)

- Целые числа **со знаком** в двухбайтовом формате могут принимать значения

От -2^{15} до $+2^{15}-1$ (от -32768 до +32767)

- Например, **19** (10011_2) в 16-разрядном представлении в памяти ПК записывается так:



ДИАПАЗОНЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЧИСЕЛ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ

Числа с плавающей запятой **одинарной точности** могут хранить значение в диапазоне

$$[-3,37 \cdot 10^{38}; -1,17 \cdot 10^{-38}] \cup [1,17 \cdot 10^{-38}; 3,37 \cdot 10^{38}],$$

где

минимальное	максимальное	минимальное	максимальное
вещественное	вещественное	вещественное	вещественное
отрицательное число	отрицательное число	положительное число	положительное число

Для чисел с половинной точностью: $[-65504; -5,96 \cdot 10^{-8}] \cup [5,96 \cdot 10^{-8}; 65504]$.

Для чисел с двойной точностью: $[-1,8 \cdot 10^{308}; -2,2 \cdot 10^{-308}] \cup [2,2 \cdot 10^{-308}; 1,8 \cdot 10^{308}]$.

Для чисел с расшир. точностью: $[-1,18 \cdot 10^{4932}; -3,37 \cdot 10^{-4932}] \cup [3,37 \cdot 10^{-4932}; 1,18 \cdot 10^{4932}]$.

...

Кодирование числовой информации

- Целые числа со знаком обычно занимают в памяти компьютера один, два или четыре байта, при этом самый левый (старший) разряд содержит информацию о знаке числа.

Формат числа в байтах	Диапазон	
	Запись с порядком	Обычная запись
1	$-2^7 \dots 2^7 - 1$	-128 ... 127
2	$-2^{15} \dots 2^{15} - 1$	-32768 ... 32767
4	$-2^{31} \dots 2^{31} - 1$	-2147483648 ... 2147483647



Третий вопрос: Представление текстовых данных: кодовые таблицы символов, объём текстовых данных.

Информация, в том числе графическая и звуковая, может быть представлена в аналоговой или дискретной форме. При аналоговом представлении физическая величина принимает бесконечное множество значений, причем ее значения изменяются непрерывно. При дискретном представлении физическая величина принимает конечное множество значений, причем ее величина изменяется скачкообразно.

Дискретизация – это преобразование аналоговой информации (например, непрерывных изображений и звука) в набор дискретных значений, каждому из которых присваивается значение его кода.

Рассмотрим суть процесса дискретизации информации на примере.

На метеорологических станциях имеются самопишущие приборы для непрерывной записи атмосферного давления. Результатом их работы являются барограммы – кривые, показывающие, как изменялось давление в течение длительных промежутков

времени. Одна из таких кривых, вычерченная прибором в течение семи часов проведения наблюдений, показана на рисунке 1.

На основании полученной информации можно построить таблицу, содержащую показания прибора в начале измерений и на конец каждого часа наблюдений.



Полученная таблица даёт не совсем полную картину того, как изменялось давление за время наблюдений: например, не указано самое большое значение давления, имевшее место в течение четвёртого часа наблюдений. Но если занести в таблицу значения давления, наблюдаемые каждые полчаса или 15 минут, то новая таблица будет давать более полное представление о том, как изменялось давление.

Таким образом, информацию, представленную в непрерывной форме (барограмму, кривую), мы с некоторой потерей точности преобразовали в дискретную форму (таблицу).

Дискретное (цифровое) представление текстовой информации.

Текстовая информация дискретна – состоит из отдельных знаков. За каждой буквой алфавита, цифрой, знаком препинания и иным символом закрепляется определенный двоичный код.

При вводе в компьютер текстовой информации происходит ее двоичное кодирование. Пользователь нажимает на клавиатуре клавишу с символом, а в компьютер поступает его двоичный код. С помощью восьми битов (1 байт) можно закодировать 256 (2⁸) различных последовательностей из 8 нулей и единиц. Кодирование заключается в том, что каждому символу ставится в соответствие уникальный десятичный код от 0 до 255

или соответствующий ему двоичный код от 00000000 до 11111111. При выводе символа на экран происходит обратный процесс — декодирование, т.е. преобразование кода символа в его изображение.

В качестве международного стандарта принята кодовая таблица ASCII (англ. — American Standard Code for Information Interchange — американский стандартный код для обмена информацией). Поддерживает кодирование 128 буквенно-цифровых символов.

Первые 32 кода базовой таблицы, начиная с нулевого, отданы разработчикам аппаратных средств (в первую очередь производителям компьютеров и печатающих устройств). В этой области размещаются так называемые управляющие коды, которым не соответствуют никакие символы языков, и, соответственно, эти коды не выводятся ни на экран, ни на устройства печати, но используются для функций управления (например, возврата каретки или возврата на один символ).

Национальные стандарты кодировочных таблиц включают международную часть кодовой таблицы без изменений, а во второй половине содержат коды национальных алфавитов, символы псевдографики и некоторые математические знаки.

Начиная с кода 32 по код 127 размещены коды символов английского алфавита, знаков препинания, цифр, арифметических действий и некоторых вспомогательных символов. Базовая таблица кодировки ASCII приведена в табл. 1 (рис.2,3).

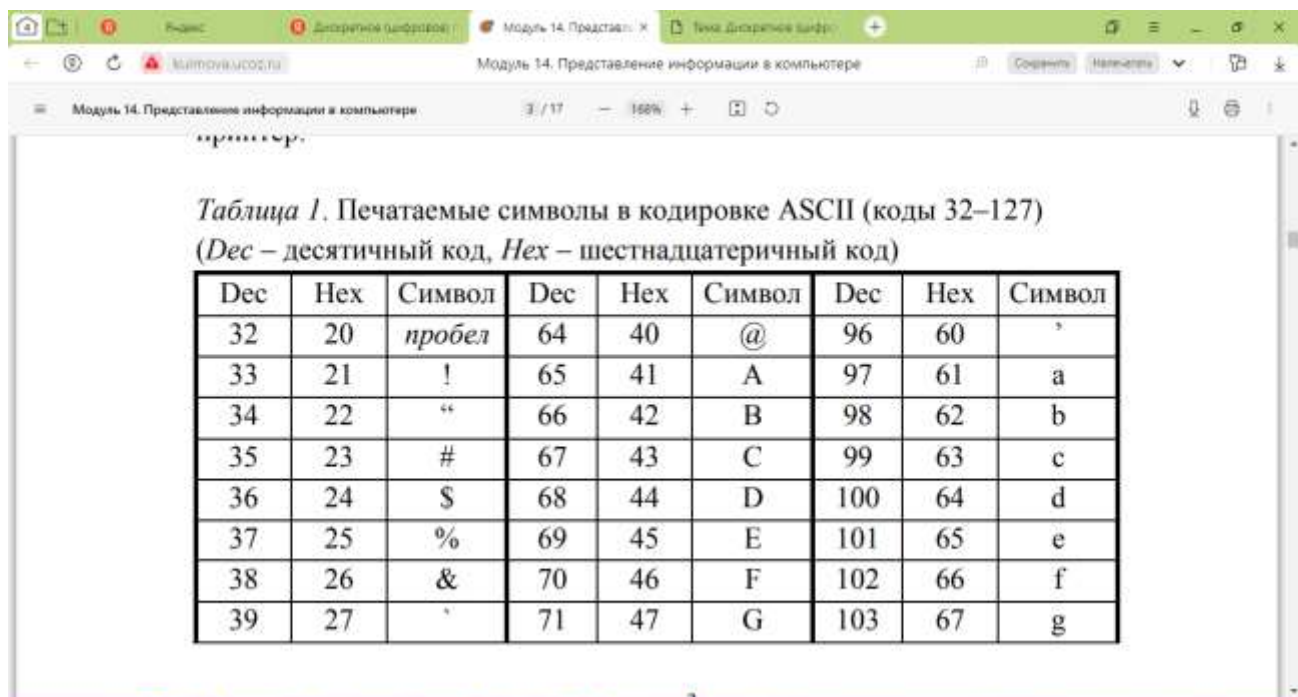


Таблица 1. Печатаемые символы в кодировке ASCII (коды 32–127)
(Dec – десятичный код, Hex – шестнадцатеричный код)

Dec	Hex	Символ	Dec	Hex	Символ	Dec	Hex	Символ
32	20	пробел	64	40	@	96	60	`
33	21	!	65	41	A	97	61	a
34	22	“	66	42	B	98	62	b
35	23	#	67	43	C	99	63	c
36	24	\$	68	44	D	100	64	d
37	25	%	69	45	E	101	65	e
38	26	&	70	46	F	102	66	f
39	27	’	71	47	G	103	67	g

The image shows a presentation slide titled "Модуль 14. Представление информации в компьютере" (Module 14. Information representation in a computer). The slide displays the ASCII table, which maps decimal and hexadecimal values to characters. The table is organized into two columns of 26 rows each, with the first column representing decimal values and the second column representing hexadecimal values. The characters are listed in the third and fourth columns.

40	28	(	72	48	H	104	68	h
41	29	)	73	49	I	105	69	i
42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
48	30	0	80	50	P	112	70	p
49	31	1	81	51	Q	113	71	q
50	32	2	82	52	R	114	72	r
51	33	3	83	53	S	115	73	s
52	34	4	84	54	T	116	74	t
53	35	5	85	55	U	117	75	u
54	36	6	86	56	V	118	76	v
55	37	7	87	57	W	119	77	w
56	38	8	88	58	X	120	78	x
57	39	9	89	59	Y	121	79	y
58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
63	3F	?	95	5F	_	127	7F	

Наиболее распространенной в настоящее время является кодировка Windows 1251, с учетом широкого использования операционных систем и других продуктов этой компании в России.

В 1991 г. появился новый международный стандарт Unicode — 16-разрядная система кодирования, совместимая с системой ASCII. В Unicode под один символ отводится не один байт, а два, поэтому с его помощью можно закодировать не 256, а 65 536 различных символов. Полная спецификация стандарта Unicode охватывает символы различных письменностей: латинской, кириллической, греческой, а также языков, использующих иероглифы, например китайского и японского.

Объём текстовых данных.

- Лист формата А4 с текстом (набран на компьютере шрифтом 12-го кегля с одинарным интервалом) - около 3500 символов
- Страница учебника - 2000 символов
- Гибкий магнитный диск – 1,44 Мб
- Оптический диск CD-R(W) – 700 Мб
- Оптический диск DVD – 4,2 Гб
- Флэш-накопитель - несколько Гб
- Жесткий магнитный диск – сотни Гб, Тб.

Таким образом, на дискете может храниться 2-3 книги, а на жестком магнитном диске или DVD - целая библиотека, включающая десятки тысяч книг.

Информационный объём текста

При равномерном кодировании:

$$I = L \cdot i$$

Количество информации ← I → Место для 1 символа

Количество символов ← L →

← i →

Задача. Определите информационный объём сообщения

ПРИВЕТ, МИР!

при использовании 16-битной кодировки.

- 1) $L = 12$ символов
- 2) $i = 16$ бит = **2 байта**
- 3) $I = 12 \cdot 16 = 192$ бита
 $I = 12 \cdot 2 =$ **24 байта**



Считаем пробелы и знаки препинания!

Информационный объем сообщения

Информационный объём сообщения - количество бит (байт, килобайт, мегабайт и т. д.), необходимых для записи этого сообщения.

i – информационный вес символа

N – мощность алфавита (количество символов в алфавите)

K – количество символов в сообщении

I – информационный объём сообщения

$$N = 2^i \quad I = K \times i$$

Задачи: Расчет информационного объема текстовой информации

Сколько места в памяти надо выделить для хранения предложения

Привет, Вася!

- считаем все символы, включая знаки препинания и пробелы (здесь 13 символов) $\Rightarrow k=13$
- если нет дополнительной информации, то считаем, что 1 символ занимает 1 байт
- в кодировке UNICODE 1 символ занимает 2 байта

Ответ: 13 байт или 104 бита

(в UNICODE: 26 байт или 208 бит)

Четвёртый вопрос: Кодирование данных произвольного вида.

Кодирование информации - процесс преобразования сигнала из формы, удобной для непосредственного использования информации, в форму, удобную для передачи, хранения или автоматической переработки (Цифровое кодирование, аналоговое кодирование, таблично-символьное кодирование, числовое кодирование).

Процесс преобразования сообщения в комбинацию символов в соответствии с кодом называется кодированием, процесс восстановления сообщения из комбинации символов называется декодированием.

Код – совокупность знаков (символов) и система определённых правил, при помощи которой информация может быть представлена (закодирована) в виде набора из таких символов для передачи, обработки и хранения. Конечная последовательность кодовых знаков называется словом. Наиболее часто для кодирования информации используют буквы, цифры, числа, знаки и их комбинации.

Кодирование информации – процесс формирования определенного представления информации. В более узком смысле под термином «кодирование» понимают переход удобной для хранения, передачи или обработки. Кодирование информации – процесс преобразования сигналов или знаков знаковой системы, для использования, хранения, передачи или обработки.

Операции кодирования и декодирования называются обратимыми, если их последовательное применение обеспечивает возврат к исходной информации без каких-либо её потерь. Примером обратимого кодирования является представление знаков в телеграфном коде и их восстановление после передачи. Примером кодирования необратимого может служить перевод с одного естественного языка на другой – обратный перевод, вообще говоря, не восстанавливает исходного текста. Безусловно, для практических задач, связанных со знаковым представлением информации, возможность восстановления информации по ее коду является необходимым условием применения кода, поэтому в дальнейшем изложении ограничим себя рассмотрением только обратимого кодирования.

Кодирование текстовой информации

Кодирование – преобразование входной информации в машинную форму (в двоичный код).

Декодирование – преобразование двоичного кода в форму, понятную человеку.

<p>Число символов алфавита (мощность алфавита): $N = 2^i$</p>	<p>Информационный объем текста: $I = i * K$</p>
<p>где i - информационный вес одного символа;</p>	<p>i – информационный вес одного символа (количество бит на кодирование одного символа); K - число символов в тексте.</p>

Объём данных при передаче: $I = V * t$,

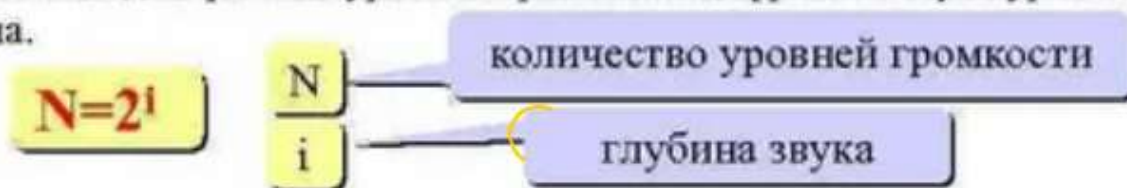
где **t** — время передачи данных,

V — скорость передачи данных.

Кодирование звуковой информации

Количество уровней громкости – набор возможных вариантов, для кодирования которых необходимо определенное количество информации.

Глубина кодирования звука- это количество бит, используемое для кодирования дискретных уровней громкости цифрового звука уровней сигнала.



Формула для расчета информационного объема закодированного моно звукового сигнала:

$$V = i * D * t$$

Формула для расчета информационного объема закодированного стерео звукового сигнала:

$$V = 2 * i * D * t$$

D - частота дискретизации (Гц) **T** - время звучания (сек)