DOI: 10.58168/MIST2025_59-66
УДК 004.9

СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

М.А. Осипов[1], Н.А. Тарасова[1], А.В. Григорьев[1]

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

В данной работе будет рассмотрена история появления систем счисления, их типы, преимущества, недостатки, перевод чисел между системами счисления и их применение в различных областях.

Ключевые слова: разряд, число, символ, система счисления.

NUMBER SYSTEMS

M.A. Osipov[1], N.A. Tarasova[1], A.V. Grigoriev[1]

[1]Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

In this paper the history of appearance of number systems, their types, advantages, disadvantages, translation of numbers between number systems and their application in various fields will be considered.

Keywords: digit, number, symbol, number system.

Введение

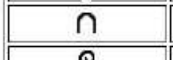
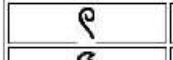
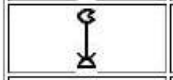
Человечеству почти каждый день приходится сталкиваться с большими объёмами данных. Качественная и эффективная обработка числовых данных является основой современных вычислительных систем. Все данные из этих систем отображаются в цифровом виде с использованием определённых систем счисления. Представление принципов работы этих систем строго необходимо для разработки и совершенствования всех вычислительных устройств, которые способны обрабатывать огромное количество информации в единицу времени.

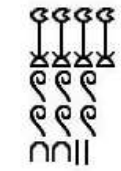
© Осипов М. А., Тарасова Н. А., Григорьев А. В., 2025

Система счисления – это способ представления чисел с использованием различных символов.

История возникновения систем счисления

Даже в каменном веке людям нужно было уметь считать, для товарно-рыночных взаимодействий, строительства и многих других ситуаций. Первые системы счисления появились в Древнем Египте и Месопотамии. Древние греки и римляне развили эти идеи и создали свои собственные системы, например, римские цифры.

число	значение	описание
	1	черта
	10	пятка
	100	петля
	1 000	лотос
	10 000	палец
или	100 000	жаба или личинка
	1 000 000	человек с поднятыми вверх руками



число 4622

Рисунок 1 – Египетская система счисления

С развитием науки и технологий возникла потребность в более эффективной системе счисления. Появление арабских цифр в средние века стало очень важным достижением, поскольку оно принесло понятие нуля и разрядной системы, что значительно упростило вычисления.

Более поздние открытия в области вычислительной техники и автоматизации потребовали создания первой машины для обработки больших данных. Именно на этом фоне возникла потребность в эффективном методе ввода и хранения информации, который стал основой для появления перфокарт.

Перфокарты

Перфокарты – это чаще картонные или пластиковые карты с отверстиями в определённых позициях, используемые для хранения информации. Эти карточки представляют собой один из первых инструментов для автоматизированного ввода данных и программирования.

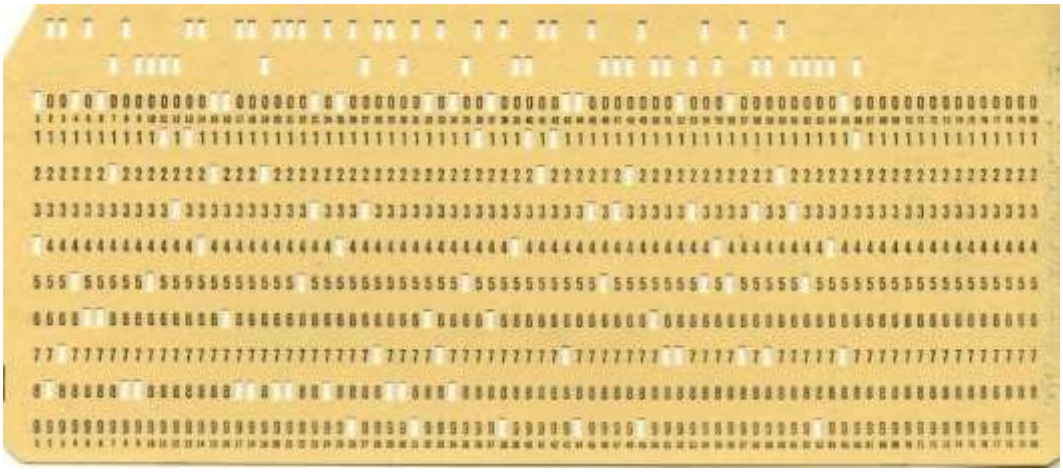


Рисунок 2 – Изображение перфокарты

Влияние перфокарт на системы счисления

Автоматизация вычислений:

Перфокарта помогла автоматизировать процесс обработки и ввода информации, ввиду возможности долгосрочного хранения данных и множественного использования данного массива данных, что значительно ускорило вычисления и снизило вероятность ошибок при ручном вводе данных.

Стандартизация данных:

Использование перфокарт разрешило проблему стандартизации форматов хранения данных, упростив обмен информацией между различными расчётными системами и устройствами.

Разработка программного обеспечения:

Перфокарта стала первым программным носителем, который мог хранить от простых команд и данных, вплоть до сложных алгоритмов. Это помогло формированию дисциплины программирования и совершенствованию логического мышления в умах тех времён.

Переход к машинным вычислениям:

При помощи перфокарт, системы счисления стали использоваться в более сложных и широких вычислительных и аналитических задачах, таких как бухгалтерский учёт, научные расчёты и статический анализ.

Виды систем счисления

На сегодняшний день известно множество различных систем счисления, среди которых особое место занимают десятичная, восьмеричная и шестнадцатеричная системы.

- **Десятичная система** является самой распространённой в повседневной жизни. Она основана на использовании 10 символов (цифр от 0 до 9) и активно применяется в обычных вычислениях.
- **Двоичная система** используется в современных цифровых устройствах, так как вся информация в них кодируется с помощью двух состояний — 0 и 1. Эта система является основой для работы компьютеров.
- **Восьмеричная система** находит применение в программировании и некоторых областях информационных технологий. Она состоит из восьми символов (цифр от 0 до 7), что делает её удобной для представления двоичных чисел в более компактном виде.
- **Шестнадцатеричная система** широко применяется в программировании, особенно при работе с цветами в веб-дизайне и адресацией памяти. В ней используются 16 символов: цифры от 0 до 9 и буквы от A до F, обозначающие значения от 10 до 15.

Классификация систем счисления

Системы счисления можно разделить на три основные категории: унарные, непозиционные и позиционные.

- **Унарная система** представляет собой самый простой способ записи чисел, где каждое число обозначается повторением одного символа. Например, число 5 может быть записано как пять единиц: 11111. Однако эта система крайне неэффективна для больших чисел.
- **Непозиционные системы,** такие как римская система счисления, характеризуются тем, что значение каждого символа не зависит от его положения в числе. Например, в записи «XXX» каждая «X» всегда означает 10, и общее значение составляет 30. Несмотря на историческую значимость, такие системы сложны для выполнения арифметических операций.
- **Позиционные системы** отличаются тем, что значение каждого символа определяется его местоположением в записи числа. Примером служит десятичная система, где, например, в числе 222 первая «2» означает 200, вторая — 20, а третья — 2. Такая система значительно упрощает вычисления и широко используется в современной математике и технике.

Преимущества и недостатки различных систем счисления

Каждая система счисления имеет свои особенности, которые определяют её применимость в разных контекстах.

- **Десятичная система** интуитивно понятна для человека, но может быть неэффективна для машинных вычислений.
- **Двоичная система** идеально подходит для работы компьютеров, но требует большого количества разрядов для записи больших чисел.
- **Восьмеричная система** обеспечивает компактное представление двоичных чисел, хотя и менее распространена, чем другие системы.
- **Шестнадцатеричная система** позволяет экономично представлять большие числа, но выполнение арифметических операций в ней требует дополнительных усилий.

Таким образом, выбор системы счисления зависит от конкретных задач и области применения.

Десятичная система удобна для повседневного использования, но иногда оказывается неэффективной для сложных расчетов. Двоичная же, состоящая только из нулей и единиц, лежит в основе работы современных цифровых устройств. Однако для записи больших чисел в этой системе требуется большое количество разрядов.

Чтобы сделать запись двоичных чисел более компактной, используют восьмеричную систему, хотя она и менее популярна в современной практике. Более распространенной является шестнадцатеричная система, которая позволяет представить большое число с использованием минимального количества символов. С другой стороны, выполнение арифметических операций в шестнадцатеричной системе требует большей концентрации и знаний.

Преобразование между различными системами счисления представляет собой процесс изменения формы записи числа без изменения его значения. Для этого существует несколько методов: универсальный алгоритм, использование весов разрядов, схема Горнера и другие.

При применении универсального алгоритма, чтобы перевести число из десятичной системы в другую, нужно последовательно делить его на основание целевой системы, сохраняя остатки от деления. Записанные в обратном порядке остатки и формируют искомое число в новой системе счисления.

Аналогично происходит перевод в системы счисления с другим основанием.

Преобразованием чисел с помощью весов разрядов удобно переводить числа из двоичной системы в десятичную. Вес разряда – это число, которое отображает во сколько раз единица данного разряда больше или меньше единицы младшего разряда целой части числа. При использовании весов разрядов перевод

выполняется так: нужно записать исходное число и под каждой его цифрой написать вес разряда. Затем необходимо просуммировать ненулевые разряды (где 1). Полученное число и будет результатом перевода.

Пример: переведём число 19 в двоичную систему счисления (Рисунок 3).

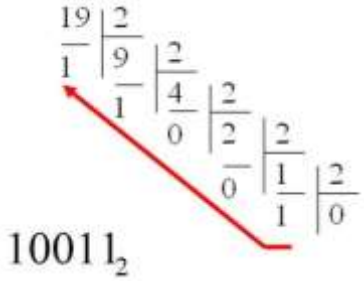


Рисунок 3 – Перевод числа универсальным алгоритмом

Пример: переведём число 1000101 в десятичную систему счисления

1	0	0	0	1	0	1	- число
64	32	16	8	4	2	1	- веса разрядов

Просуммировав ненулевые разряды, получим: 64+4+1 = 69

Рисунок 4 – Перевод числа с помощью весов разрядов

Перевод чисел по схеме Горнера выполняется по преобразованной формуле канонической формы числа:

$$A_N = a_3 N^3 + a_2 N^2 + a_1 N^1 + a_0 N^0 = \left(\left(a_3 N + a_2\right) N + a_1\right) N + a_0$$

Рисунок 5 – Формула канонической формы числа

Для преобразования числа из одной системы счисления в другую нужно:

- перемножить цифру старшего разряда, записанную в новой системе счисления, и основание первичной системы, записанное в новой системе

- к полученному числу прибавить цифру последующего разряда числа, записанного в новой системе счисления

- эту сумму снова умножить на основание первичной системы. Продолжать требуется до самого последнего, младшего разряда. После прибавления младшего разряда умножение на основание системы счисления не требуется.

Например, переведём число 312 из восьмеричной системы счисления в десятичную

$$A_8 = 312. \qquad A_{10} = (3 \cdot 8 + 1) \cdot 8 + 2 = 202$$

Рисунок 6 – Перевод числа с использованием схемы Горнера

По аналогии можно провести преобразование и из других систем счисления.

Применение систем счисления

Системы счисления используются в самых различных областях, например, информатике, математике, научных исследованиях и т.д. Допустим, в программировании они используются для представления, описания данных, написания множества алгоритмов и структурирования информации. Помимо прочего, разработка программного обеспечения и специального оборудования требует глубоких знаний в сфере систем счисления.

Заключение

Системы счисления играют одну из самых важных ролей в цифровом мире, ведь они обеспечивают базу для представления, обработки, хранения чисел. Понимание различных систем счисления может позволить глубже осознавать принципы работы вычислительных машин, их программного обеспечения и их применение в современном мире.

Список литературы

1. Васильев, Н. А. История чисел: от древности до наших дней / Н. А. Васильев. – Москва: Наука, 2005.

2. Лем, С. Сумма и разность: Правила вычисления и использования систем счисления / С. Лем. – Москва: АСТ, 2002.

3. Григорьев, А. В. Основы программирования: работа с системами счисления / А. В. Григорьев. – Минск: Технока, 2018.

4. Имитационное моделирование деформативных показателей ведомственных автомобильных дорог, укрепленных шлакосиликатным вяжущим / И. А. Викулин, В. В. Зиновьева, О. С. Никульчева [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 24-31. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-24-31. – EDN JPHRZY.

5. Ватуев, А. С. Оптимизация методов испытаний и алгоритмов оценки стойкости полевых транзисторов к различным видам радиации с применением перспективного испытательного оборудования / А. С. Ватуев, А. А. Шарапов,

А. И. Озеров // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 16-25. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-14-23. – EDN QFRURQ.

6. Компьютерное моделирование работоспособности электрической схемы в системах автоматизации проектирования / В. К. Зольников, С. В. Стоянов, Е. В. Шмаков, Н. Н. Литвинов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 26-36. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-24-34. – EDN EJJKJP.

7. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А. С. Ягодкин, В. К. Зольников, Т. В. Скворцова, А. В. Ачкасов, С. А. Кузнецов, Ф. В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 136-148.

References

1. Vasiliev, N. A. History of numbers: from antiquity to our days / N. A. Vasiliev. – Moscow: Nauka, 2005.

2. Lem, S. Summa and Difference: Rules of Calculation and Use of Number Systems / S. Lem. – Moscow: AST, 2002.

3. Grigoriev, A. V. Fundamentals of programming: working with number systems / A. V. Grigoriev. – Minsk: Technoka, 2018.

4. Simulation modelling of deformational parameters of departmental highways reinforced with slag-silicate binder / I. A. Vikulin, V. V. Zinovieva, O. S. Nikulcheva [et al.] // Modelling of systems and processes. – 2024. – T. 17, № 2. – C. 24-31. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-24-31. – EDN JPHRZY.

5. Vatuev, A. S. Optimization of test methods and algorithms for assessing the resistance of field-effect transistors to various types of radiation using advanced testing equipment / A. S. Vatuev, A. A. Sharapov, A. I. Ozerov // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 3. – pp. 16-25. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-14-23. – EDN QFRURQ.

6. Computer simulation of the operability of an electrical circuit in design automation systems / V. K. Zolnikov, S. V. Stoyanov, E. V. Shmakov, N. N. Litvinov // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 3. – pp. 26-36. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-24-34. – EDN EJJKJP.

7. Development of algorithms and programs for analyzing electrical characteristics of BIS / A. S. Yagodkin, V. K. Zolnikov, T. V. Skvortsova, A. V. Achkasov, S. A. Kuznetsov, Ph. V. Makarenko // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 136-148.