

# Арифметические и логические основы работы компьютера

---

ГБПОУ КПСР

Г. МОСКВА, 2020

# Введение

---

Основная система счисления в компьютере – двоичная, в которой используются цифры 0 и 1, поэтому для описания функционирования аппаратной части компьютера удобно использовать аппарат алгебры логики, в которой две логические переменные – 0 и 1.

Одни и те же устройства компьютера могут применяться для обработки и хранения как числовой информации, представленной в двоичной системе счисления, так и логических переменных.

# Единица измерения информации

---

Бит – наименьшая единица измерения информации. Термин «бит» произошел от выражения binary digit, что в переводе означает «двоичная цифра», которая принимает значение 0 или 1.

Таким образом, бит (binary digit – двоичная цифра 0 или 1) – количество информации, получаемой в результате однократного выбора из двух равновероятностных событий.

В компьютерной технике бит соответствует физическому состоянию носителя информации: намагничено – не намагничено (магнитные ленты), есть отверстие – нет отверстия (перфокарты), идет ток – не идет ток.

# Арифметические основы работы компьютера

---

Для записи числовой информации используются числа, каждое число является элементом системы счисления.

**Система счисления** – это знаковая система, в которой числа записываются по определенным правилам с помощью символов некоторого алфавита, называемых **цифрами**.

Все системы счисления делятся на две группы: **позиционные** и **непозиционные**. В позиционных системах счисления значение цифры зависит от ее положения в числе, а в непозиционных – не зависит.

# Непозиционная система счисления

---

Самой распространенной непозиционной системой счисления является Римская. Каждое число обозначается заглавной латинской буквой:

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

Другие числа получаются путем сложения или вычитания базисных чисел по следующему правилу: если цифра справа меньше или равна цифре слева, то эти цифры складываются, если цифра слева меньше, чем цифра справа, то левая цифра вычитается из правой.

Например, VI – 6, IV – 4

*Выполнить самостоятельно:  
записать год своего рождения в римской системе счисления.*

# Позиционные системы счисления

---

Достоинства:

1. Небольшое число знаков;
2. Простота записи чисел;
3. Простота выполнения арифметических операций.

Каждая позиционная система имеет свой алфавит – цифры, которые используются для записи числа, а также основание.

Например, десятичная система счисления имеет основание 10 и алфавит: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; двоичная система счисления имеет основание 2 и алфавит: 0, 1.

# Наиболее распространенные ПОЗИЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

---

1. Десятичная. Исторически для расчетов использовались пальцы рук, которых ровно 10.
2. Шестидесятеричная. Эта система используется для измерения времени и углов.
3. Двенадцатеричная. Широко использовалась Европе. На 4 пальцах руки (кроме большого) ровно 12 фаланг. Отсюда пришло название числа 12 – дюжина.

*Какие еще позиционные системы счисления вы можете вспомнить?*

# Системы счисления в ЭВМ

---

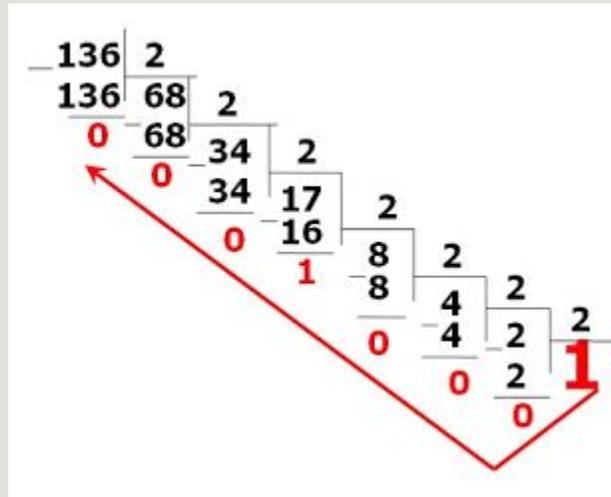
При работе на ЭВМ используются следующие системы счисления:

Система счисления	Основание	Алфавит
Двоичная	2	0, 1
Десятичная	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Восьмеричная	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Шестнадцатеричная	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A (10), B (11), C (12), D (13), E (14), F (15)

# Перевод числа из десятичной системы счисления в двоичную

1. Поделить столбиком исходное число на 2;
2. Частное от деления снова поделить на 2;
3. Продолжать до тех пор, пока в частном не останется 0 или 1;
4. В ответ записать частное и все остатки от деления в обратном порядке.

Пример:  $136_{10} = 10001000_2$



# Перевод числа из двоичной системы счисления в десятичную

---

1. Пронумеровать разряды числа справа налево, начиная с 0;
2. Записать развернутую форму числа;
3. Вычислить значение каждого слагаемого и посчитать результат.

Пример:  $1001_2 = 1^3 0^2 0^1 1^0 = 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 = 8 + 0 + 0 + 1 = 9_{10}$

# Переводы между другими системами счисления

---

Алгоритм перевода из десятичной в восьмеричную или шестнадцатеричную систему счисления выполняется по аналогии с переводом в двоичную систему счисления. Только делить надо будет не на 2, а на 8 или 16 соответственно.

Для обратного перевода (из 8-й или 16-й в 10-ую), надо будет в развернутой форме записи числа, умножать не на 2 в степени разряда, а на 8 или 16 соответственно.

*Самостоятельно сформулируйте и запишите алгоритм для перевода числа из восьмеричной/шестнадцатеричной системы счисления в десятичную.*

# Логические основы работы компьютера

---

Математическая логика изучает любые методы мышления с помощью законов математики.

**Алгебра логики** – это раздел математической логики, значения всех элементов (функций и аргументов) которой определены в двухэлементном множестве: 0 и 1. Алгебра логики оперирует логическими высказываниями.

**Логическое высказывание**, предложение – это утверждение, в отношении которого можно однозначно сказать, истинно оно или ложно.

# Логические высказывания

---

Высказывания делятся на простые и сложные (составные).

Высказывание, содержащее одну простую законченную мысль, называется **простым**. Значение истинности простого высказывания не зависит от значений истинности каких-либо других высказываний.

**Сложные** высказывания образуются из двух и более простых высказываний с помощью логических операций. Значение истинности сложного высказывания зависит от значений истинности других высказываний.

Простые высказывания являются **логическими аргументами**, а сложные – **логическими функциями аргументов**.

Логические аргументы обозначаются латинскими буквами.

# Основные логические операции

---

Словесная связка	Название	Обозначение
НЕ	Инверсия (отрицание)	
И	Конъюнкция (логическое умножение)	& или $\wedge$ или *
ИЛИ	Дизъюнкция (логическое сложение)	$\vee$ Или +
ЕСЛИ, ТО	Импликация	$\rightarrow$

# Таблица истинности

---

**Таблица истинности** – это табличное представление логической операции, в котором перечислены все возможные сочетания значений истинности входных сигналов (операндов) вместе со значением истинности выходного сигнала (результата операции) для каждого из этих сочетаний.

Далее рассмотрим таблицы истинности для основных логических операций.

# Таблицы истинности для основных логических операций

---

<i>A</i>	
0	1
1	0

<i>A</i>	<i>B</i>	$A+B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

<i>A</i>	<i>B</i>	$A*B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

<i>A</i>	<i>B</i>	$A \rightarrow B$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

# Таблица истинности логической функции

---

Составление таблицы истинности сложной функции происходит по следующему алгоритму:

1. Определить порядок действий:
  1. действия в скобках (общий знак отрицания над несколькими переменными);
  2. инверсия;
  3. конъюнкция;
  4. дизъюнкция;
  5. импликация.
2. Записать значение логической функции для каждого действия.
3. Вычислить итоговое значение логической функции (последнее действие).

# Пример составления таблицы истинности

---

Таблица истинности логической функции  $F = (A \vee B) \& (\bar{A} \vee \bar{B})$ .

A	B	$A \vee B$	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{A} \vee \bar{B}$	$(A \vee B) \& (\bar{A} \vee \bar{B})$ .
0	0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0

# Электронно-логические основы работы ЭВМ

---

Любой компьютер – сложнейшее техническое устройство. Но даже такое сложное устройство, как и все в природе и в технике, состоит из простейших элементов.

Любой компьютер, точнее, любой его электронный блок состоит из десятков и сотен тысяч базовых логических схем (элементов), объединяемых по правилам и законам алгебры логики в схемы, модули.

**Логический элемент компьютера** – это часть электронной логической схемы, которая реализует элементарную логическую функцию. Логические элементы компьютера оперируют с сигналами, представляющими собой электрические импульсы. Есть импульс – логический смысл сигнала – 1, нет импульса – 0. На входы логического элемента поступают сигналы-значения аргументов, на выходе появляется сигнал-значение функции.

Базовые логические элементы реализуют три основные логические операции: НЕ, И, ИЛИ.

# Контрольные вопросы:

---

1. В чем измеряется информация?
2. Что такое система счисления?
3. Что такое позиционная система счисления?
4. Что такое непозиционная система счисления?
5. К какому типу систем счисления относится Римская?
6. К какому типу систем счисления относится восьмеричная?
7. Что такое алгебра логики?
8. Какие основные логические функции вы знаете?
9. Что такое таблица истинности?
10. Как перевести число из десятичной системы счисления в двоичную?