

УДК 004.42

ПРОВЕДЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ С ЧИСЛАМИ С ПЛАВАЮЩЕЙ
ЗАПЯТОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ю. Д. СТОЛЯРОВ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

В работе представлена программа, позволяющая виртуально продемонстрировать работу ЭВМ при проведении вычислений с числами с плавающей запятой. Использование чисел с плавающей запятой позволяет расширить диапазон используемых чисел, а также увеличить точность представления дробной части числа. В отличие от чисел с фиксированной запятой эти числа содержат порядок и мантиссу. Хотя для хранения порядков чисел требуется дополнительная память, это компенсируется увеличением абсолютной точности дробной части числа. Так как при вводе чисел используется обычное десятичное исчисление, исходная информация преобразуется в двоичный код. Специфика вычислений требует определенной структуры представления информации в ЭВМ. После перевода в двоичный код перед проведением вычислений производится выравнивание порядков чисел, их нормализация, а затем расчеты производятся поразрядно для порядков и мантисс. Результат, полученный в двоичном коде, затем преобразуется в обычный десятичный код. Точность представления результатов вычислений определяется разрядностью используемой ЭВМ и типом представления данных. В нашем случае тип представления данных – float. Программа работает в двух режимах – пошаговом и автоматическом. Программа написана с использованием языка C++.

Работа программы демонстрируется в динамическом режиме с использованием анимации. Для наглядности работы приведены только промежуточные результаты расчетов. Перед выполнением каждого этапа расчетов формулируется последовательность выполнения необходимых операций. Затем идет пошаговая демонстрация выполнения указанных действий с использованием цветовой гаммы. Исходные данные – красного цвета, результат – зеленого. Этап завершается соответствующими комментариями полученных данных, вплоть до получения окончательного результата. В ЭВМ все арифметические операции сводятся к операции сложения. Для примера рассмотрим сложение двух чисел 5,36 и 3,52 с плавающей запятой. Преобразуем эти числа в двоичный код, отдельно целые и дробные части (табл. 1).

Порядок первого числа равен 3, а второго – 2.

Для дальнейшей работы представим числа в нормализованном виде, т. к. они хранятся в компьютере (табл. 2).

Табл. 1. Перевод данных в двоичный код

Слагаемые	Исходные данные	Двоичный код
Первое число	5,36	101,101010111
Второе число	3,52	11,100001010

Табл. 2. Представление информации в нормализованном виде

Слагаемые	Исходные данные	Двоичный код
Первое число	5,36	0,1010101110
Второе число	3,52	0,1110000101

Для сложения чисел необходимо уравнивать их порядки путем увеличения меньшего порядка до порядка большего числа (табл. 3), в нашем случае на единицу (3-2).

Табл. 3. Уравнивание порядков чисел

Слагаемые	Исходные данные	Двоичный код
Первое число	5,36	0,10101011100
Второе число	3,52	0,01110000101

После сложения полученных чисел по указанным выше правилам полученную сумму 1,000111000010 представим в нормализованном виде, т. е. сдвинем на один разряд вправо – 0,1000111000010. Порядок при этом равен 4. Затем преобразуем результат в десятичный вид. В нашем примере при использовании чисел с плавающей запятой сумма равна 8,87892625, для чисел с фиксированной запятой сумма равна 8,87125732. Точная сумма равна 8,88. Это говорит о том, что при использовании чисел с фиксированной запятой при ограничении количества знаков в дробной части погрешность при преобразовании исходной информации в двоичный код приводит к значительной погрешности в окончательном результате.

Изложенное выше позволяет четко понять выполнение компьютером действий над числами с плавающей запятой. При пошаговом выполнении программы на каждом этапе можно визуально увидеть все промежуточные результаты. В автоматическом режиме для получения результата необходимо только ввести исходные данные.