

## Обзор главы

В разделе	Вы найдете	на стр.
12.1	Обзор	12–2
12.2	Сложение чисел с плавающей точкой	12–3
12.3	Вычитание чисел с плавающей точкой	12–4
12.4	Умножение чисел с плавающей точкой	12–5
12.5	Деление чисел с плавающей точкой	12–6
12.6	Анализ битов слова состояния в операциях с плавающей точкой	12–7
12.7	Образование абсолютного значения числа с плавающей точкой	12–8
12.8	Образование квадрата или квадратного корня числа с плавающей точкой	12–9
12.9	Образование натурального логарифма числа с плавающей точкой	12–11
12.10	Образование экспоненциального значения числа с плавающей точкой	12–12
12.11	Образование тригонометрических функций углов в виде чисел с плавающей точкой	12–13

## 12.1. Обзор

С использованием арифметики с плавающей точкой Вы можете выполнять приведенные ниже арифметические операции над **двумя** числами с плавающей точкой (32 бита, IEEE-FP):

- сложение
- вычитание
- умножение
- деление

Числа с плавающей точкой (32 бита, IEEE-FP) принадлежат к типу данных REAL. Информацию о формате чисел с плавающей точкой возьмите из Приложения С.

С использованием арифметики с плавающей точкой Вы можете выполнять следующие функции над **одним** числом с плавающей точкой (32 бита, IEEE-FP):

- Образование абсолютного значения (ABS) числа с плавающей точкой
- Образование квадрата (SQR) или квадратного корня (SQRT) числа с плавающей точкой
- Образование натурального логарифма (LN) числа с плавающей точкой
- Образование экспоненциального значения (EXP) с основанием  $e$  (= 2,71828...)
- Образование следующих тригонометрических функций угла, представленного в виде числа с плавающей точкой (32 бита, IEEE-FP):
  - образование синуса (SIN) числа с плавающей точкой и образование арксинуса (ASIN) числа с плавающей точкой
  - образование косинуса (COS) числа с плавающей точкой и образование арккосинуса (ACOS) числа с плавающей точкой
  - образование тангенса (TAN) числа с плавающей точкой и образование арктангенса (ATAN) числа с плавающей точкой

## 12.2. Сложение чисел с плавающей точкой

## Описание

Состояние сигнала "1" на разрешающем входе (EN) активизирует операцию *Сложение чисел с плавающей точкой*. Эта операция складывает входы IN1 и IN2. Результат может опрашиваться на выходе O. Если результат лежит вне допустимой области для чисел с плавающей точкой (выход за верхнюю или нижнюю границу диапазона значений), то OV-бит и OS-бит имеют значение "1", а ENO - значение "0". Информацию по оценке индикаторов в слове состояния Вы найдете в главе 12.6.

При размещении блока *Сложение чисел с плавающей точкой* Вы должны соблюдать определенные ограничения (см. главу 6.1).

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN1	REAL	E, A, M, D, L	Первое слагаемое
	IN2	REAL	E, A, M, D, L	Второе слагаемое
	O	REAL	E, A, M, D, L	Результат сложения

Рис. 12-1. Блок “Сложение чисел с плавающей точкой” и параметры



Рис. 12-2. Сложение чисел с плавающей точкой

12.3. Вычитание чисел с плавающей точкой

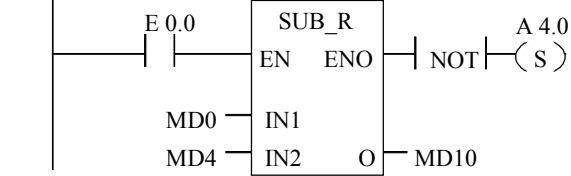
**Описание**

Состояние сигнала "1" на разрешающем входе (EN) активизирует операцию *Вычитание чисел с плавающей точкой*. Эта операция вычитает вход IN2 из IN1. Результат может опрашиваться на выходе O. Если результат лежит вне допустимой области для чисел с плавающей точкой (выход за верхнюю или нижнюю границу диапазона значений), то OV-бит и OS-бит имеют значение "1", а ENO - значение "0". Информацию по оценке индикаторов в слове состояния Вы найдете в главе 12.6.

При размещении блока *Вычитание чисел с плавающей точкой* Вы должны соблюдать определенные ограничения (см. главу 6.1).

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN1	REAL	E, A, M, D, L	Уменьшаемое
	IN2	REAL	E, A, M, D, L	Вычитаемое
	O	REAL	E, A, M, D, L	Результат вычитания

Рис. 12-3. Блок “Вычитание чисел с плавающей точкой” и параметры



Блок SUB\_R активизируется, если E 0.0 = 1. Результат вычитания MD0 - MD4 сохраняется в двойном меркерном слове MD10. Если результат выходит за пределы допустимого диапазона для чисел с плавающей точкой или состояние сигнала E 0.0 = 0, то выход A 4.0 устанавливается.

Запись битов в слове состояния										
Операция выполняется (EN = 1):										
	BIE	A1	A0	OV	OS	OR	STA	VKE	/ER	
записывает	x	x	x	x	0	x	x	1		

Рис. 12-4. Вычитание чисел с плавающей точкой

## 12.4. Умножение чисел с плавающей точкой

## Описание

Состояние сигнала "1" на разрешающем входе (EN) активизирует операцию *Умножение чисел с плавающей точкой*. Эта операция умножает вход IN1 на IN2. Результат может опрашиваться на выходе O. Если результат лежит вне допустимой области для чисел с плавающей точкой (выход за верхнюю или нижнюю границу диапазона значений), то OV-бит и OS-бит имеют значение "1", а ENO - значение "0". Информацию по оценке индикаторов в слове состояния Вы найдете в главе 12.6.

При размещении блока *Умножение чисел с плавающей точкой* Вы должны соблюдать определенные ограничения (см. главу 6.1).

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN1	REAL	E, A, M, D, L	Первый сомножитель
	IN2	REAL	E, A, M, D, L	Второй сомножитель
	O	REAL	E, A, M, D, L	Результат умножения

Рис. 12-5. Блок “Умножение чисел с плавающей точкой” и параметры

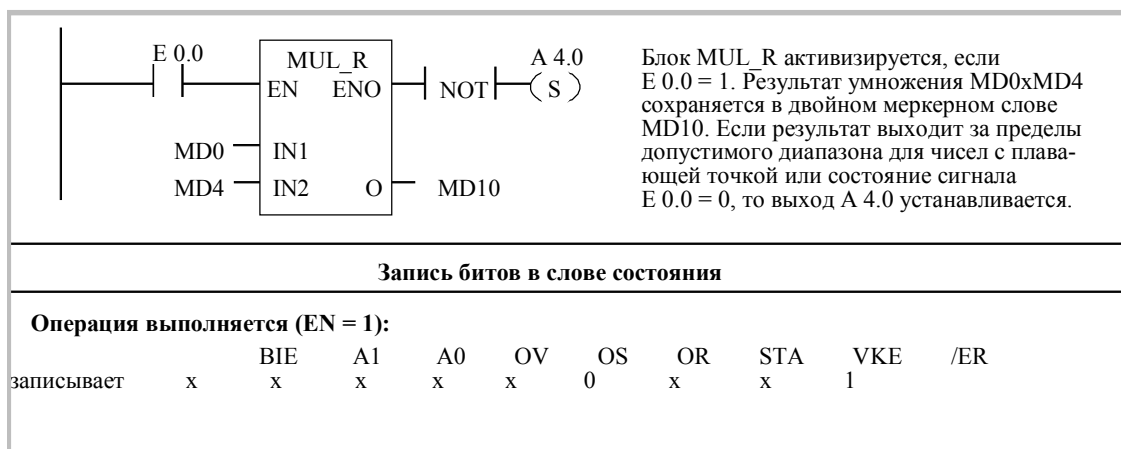


Рис. 12-6. Умножение чисел с плавающей точкой



## 12.6. Анализ битов слова состояния в операциях с плавающей точкой

Основные вычислительные операции влияют на следующие биты слова состояния:

- A1 и A0
- OV
- OS

Тире (–) в таблице означает, что соответствующий бит не испытывает воздействия со стороны результата операции.

Таблица 12–1. Состояние сигнала битов слова состояния для результатов операций с плавающей точкой; результат лежит внутри действительной области

Действительная область для результата операции над числами с плавающей точкой (32 бита)	Биты слова состояния			
	A1	A0	OV	OS
+0, –0 (нуль)	0	0	0	–
$-3,402823E+38 < \text{результат} < -1,175494E-38$ (отрицательное число)	0	1	0	–
$+1,175494E-38 < \text{результат} < 3,402823E+38$ (положительное число)	1	0	0	–

Таблица 12–2. Состояние сигнала битов слова состояния для результатов операций с плавающей точкой; результат лежит вне действительной области

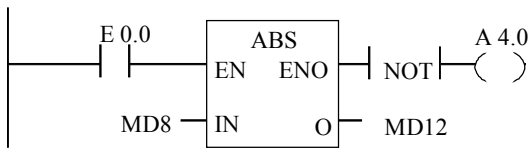
Недействительная область для результата операции над числами с плавающей точкой (32 бита)	Биты слова состояния			
	A1	A0	OV	OS
$-1,175494E-38 < \text{результат} < -1,401298E-45$ (отрицательное число) выход за нижнюю границу	0	0	1	1
$+1,401298E-45 < \text{результат} < +1,175494E-38$ (положительное число) выход за нижнюю границу	0	0	1	1
результат $< -3,402823E+38$ (отрицательное число) переполнение	0	1	1	1
результат $> 3,402823E+38$ (положительное число) переполнение	1	0	1	1
результат $< -3,402823E+38$ или результат $> +3,402823E+38$ не является числом с плавающей точкой	1	1	1	1

12.7. Образование абсолютного значения числа с плавающей точкой

**Описание** С помощью операции *Образование абсолютного значения числа с плавающей точкой* Вы можете получить абсолютное значение числа с плавающей точкой.

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Вход. значение: число с плав. точк.
	O	REAL	E, A, M, D, L	Выход. значение: Абсолютная величина числа с плавающей точкой

Рис. 12-9. Блок ABS и параметры



Если E 0.0 = 1, то абсолютное значение MD8 выводится в MD12.

MD8 = -6,234 x 10-3 дает MD12 = 6,234 x 10-3.

Выход A 4.0 =1, если преобразование не выполняется (ENO = EN = 0).

**Запись битов в слове состояния**

**Операция выполняется (EN = 1):**

	BIE	A1	A0	OV	OS	OR	STA	VKE	/ER
записывает	X	-	-	-	0	X	X	1	

Рис. 12-10. Образование абсолютного значения числа с плавающей точкой



## 12.8. Образование квадрата или квадратного корня числа с плавающей точкой

**Описание**

С помощью операции *Образование квадрата числа с плавающей точкой* Вы можете возвести в квадрат число с плавающей точкой.

С помощью операции *Образование квадратного корня числа с плавающей точкой* Вы можете извлечь квадратный корень из числа с плавающей точкой. Эта операция выводит положительный результат, если операнд больше, чем “0”. Единственное исключение: квадратный корень из - 0 равен - 0.

Информацию о воздействии, оказываемом операциями SQR или SQRT на состояние сигнала битов состояния A1, A0, OV и OS, Вы найдете в главе 12.6.

**Параметры**

Рисунок 12–12 показывает блок SQR и описывает параметры. Рисунок 12–13 показывает блок SQRT и описывает параметры.

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Квадрат числа

Рис. 12-12. Блок SQR и параметры

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	z
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Квадратный корень из числа

Рис. 12-13. Блок SQRT и параметры

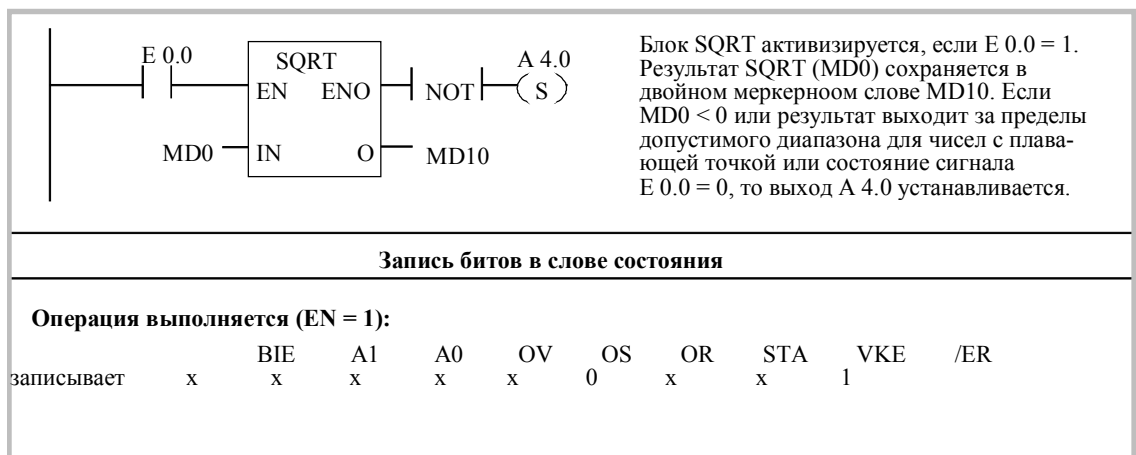


Рис. 12-14. Образование квадратного корня из числа с плавающей точкой

12.9   Образование натурального логарифма числа с плавающей точкой

**Описание**                               С помощью операции *Образование натурального логарифма числа с плавающей точкой* Вы можете образовать натуральный логарифм числа с плавающей точкой. Информацию о воздействии, оказываемом операцией LN на состояние сигнала битов состояния A1, A0, OV и OS, Вы найдете в главе 12.6.

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Натуральный логарифм числа

Рис. 12-15. Блок LN и параметры

Блок LN активизируется, если E 0.0 = 1. Результат LN (MD0) сохраняется в двойном меркерном слове MD10. Если MD0 < 0, или результат выходит за пределы допустимого диапазона для чисел с плавающей точкой, или состояние сигнала E 0.0 = 0, то выход A 4.0 устанавливается.

Запись битов в слове состояния											
Операция выполняется (EN = 1):											
записывает	x	BIE	A1	A0	OV	OS	OR	STA	VKE	/ER	
		x	x	x	x	0	x	x	1		

Рис. 12-16. Образование натурального логарифма числа с плавающей точкой

12.10. Образование экспоненциального значения числа с плавающей точкой

**Описание** С помощью операции *Образование экспоненциального значения числа с плавающей точкой* Вы можете образовать экспоненциальное значение числа с плавающей точкой с основанием  $e$  ( $= 2,71828\dots$ ).

Информацию о воздействии, оказываемом операцией EXP на состояние сигнала битов A1, A0, OV и OS слова состояния, Вы найдете в главе 12.6.

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Экспонента числа

Рис. 12-17. Блок EXP и параметры

Результат EXP ? MD0) сохраняется в двойном меркерном слове MD10. Если результат выходит за пределы допустимого диапазона для чисел с плавающей точкой или состояние сигнала E 0.0 = 0, то выход A 4.0 устанавливается.

**Запись битов в слове состояния**

**Операция выполняется (EN = 1):**

BIE    A1    A0    OV    OS    OR    STA    VKE    /ER

Рис. 12-18. Образование экспоненциального значения числа с плавающей точкой

## 12.11. Образование тригонометрических функций углов в виде чисел с плавающей точкой

### Описание

С помощью следующих операций Вы можете образовать тригонометрические функции углов, представленных в виде чисел с плавающей точкой (32 бита, IEEE–FP):

Операция	Значение
SIN	Образовать синус числа с плавающей точкой, представляющего угол, который задан в радианах.
ASIN	Образовать арксинус числа с плавающей точкой. Результатом является угол, который задан в радианах. Это значение находится в следующем диапазоне: $-\pi / 2 \leq \text{арксинус} \leq +\pi / 2$ , причем $\pi = 3.14\dots$
COS	Образовать косинус числа с плавающей точкой, представляющего угол, который задан в радианах.
ACOS	Образовать арккосинус числа с плавающей точкой. Результатом является угол, который задан в радианах. Это значение находится в следующем диапазоне: $0 \leq \text{арккосинус} \leq +\pi$ , причем $\pi = 3.14\dots$
TAN	Образовать тангенс числа с плавающей точкой, представляющего угол, который задан в радианах.
ATAN	Образовать арктангенс числа с плавающей точкой. Результатом является угол, который задан в радианах. Это значение находится в следующем диапазоне: $-\pi / 2 \leq \text{арктангенс} \leq +\pi / 2$ , причем $\pi = 3.14\dots$

Информацию о воздействии, оказываемом операциями SIN, ASIN, COS, ACOS, TAN и ATAN на состояние сигнала битов A1, A0, OV и OS слова состояния, Вы найдете в главе 12.6.

### Параметры

Рисунки с 12–19 по 12–24 показывают блоки SIN, ASIN, COS, ACOS, TAN и ATAN и описывают параметры.

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Синус числа

Рис. 12-19. Блок SIN и параметры

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Арксинус числа

Рис. 12-20. Блок ASIN и параметры

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Косинус числа

Рис. 12-21. Блок COS и параметры

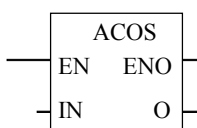
Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Арккосинус числа

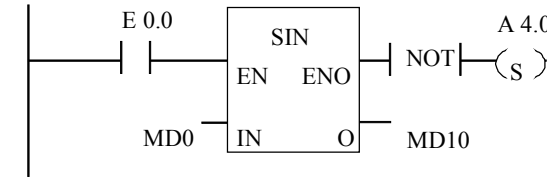
Рис. 12-22. Блок ACOS и параметры

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Тангенс числа

Рис. 12-23. Блок TAN и параметры

Блок КОР	Параметры	Тип данных	Область памяти	Описание
	EN	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий вход
	ENO	BOOL	E, A, M, D, L	Разрешающий выход
	IN	REAL	E, A, M, D, L	Число
	O	REAL	E, A, M, D, L	Арктангенс числа

Рис. 12-24. Блок ATAN и параметры



Блок SIN активизируется, если E 0.0 = 1. Результат SIN (MD0) сохраняется в двойном меркерном слове MD10. Если результат выходит за пределы допустимого диапазона для чисел с плавающей точкой или состояние сигнала E 0.0 = 0, то выход A 4.0 устанавливается.

**Запись битов в слове состояния**

**Операция выполняется (EN = 1):**

		BIE	A1	A0	OV	OS	OR	STA	VKE	/ER
записывает	x	x	x	x	x	0	x	x	1	

Рис. 12-25. Образование синуса числа с плавающей точкой