

# Научный калькулятор **HP** 35s

---

## Руководство пользователя



Редакция 1

Артикул HP: F2215-90020

---

## Внимание

**ЗАРЕГИСТРИРУЙТЕ СВОЙ ПРОДУКТ ПО АДРЕСУ:  
[www.register.hp.com](http://www.register.hp.com)**

**НАСТОЯЩЕЕ РУКОВОДСТВО И ЛЮБЫЕ СОДЕРЖАЩИЕСЯ В НЕМ ПРИМЕРЫ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ “КАК ЕСТЬ” И МОГУТ ИЗМЕНЯТЬСЯ БЕЗ УВЕДОМЛЕНИЯ. КОМПАНИЯ HEWLETT-PACKARD НЕ ДАЕТ В ОТНОШЕНИИ ДАННОГО РУКОВОДСТВА НИКАКИХ ГАРАНТИЙ, ВКЛЮЧАЯ, БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЯ, ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДАЖИ, ОТСУТСТВИЯ НАРУШЕНИЙ ПРАВ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КАКОЙ-ЛИБО ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ.**

**КОМПАНИЯ HEWLETT-PACKARD НЕ БУДЕТ НЕСТИ ОТВЕТСТВЕННОСТИ НИ ЗА КАКИЕ ОШИБКИ ИЛИ ПОБОЧНЫЙ ИЛИ КОСВЕННЫЙ УЩЕРБ, СВЯЗАННЫЙ С ПРЕДОСТАВЛЕНИЕМ, КАЧЕСТВОМ ИЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННОГО РУКОВОДСТВА ИЛИ СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЕМ ПРИМЕРОВ.**

© 1988, 1990-1991, 2003, 2007 Hewlett-Packard Development Company, L.P.  
Запрещается воспроизведение, адаптация или перевод данного руководства без предварительного письменного согласия компании Hewlett-Packard, за исключением случаев, когда это разрешено законодательством об авторских правах.

Hewlett-Packard Company  
16399 West Bernardo Drive  
MS 8-600  
San Diego, CA 92127-1899  
USA

---

## История публикаций

Редакция 1

Февраль 2007

# Содержание

---

## Часть 1. Основные операции

<b>1. Начинаем работать .....</b>	<b>1-1</b>
Важные предварительные замечания.....	1-1
Включение и выключение калькулятора.....	1-1
Регулировка контрастности экрана.....	1-1
Основные элементы клавиатуры и экрана .....	1-2
Клавиши регистра.....	1-2
Клавиши букв .....	1-3
Клавиши курсора .....	1-3
Возврат и очистка .....	1-4
Использование меню .....	1-6
Выход из меню.....	1-8
Режимы RPN и ALG .....	1-9
Клавиша откатки.....	1-10
Экран и индикаторы .....	1-11
Ввод чисел.....	1-15
Отрицательные числа.....	1-15
Степени десяти .....	1-15
Пояснение о курсоре ввода.....	1-17
Допустимый диапазон чисел и переполнение (OVERFLOW)....	1-17
Выполнение арифметических вычислений .....	1-18
Унарные операции (один аргумент) .....	1-18
Бинарные операции (два аргумента) .....	1-19
Выбор формата отображения .....	1-21
Точки и запятые в числах (•) (•) .....	1-23

Вывод числа с полной точностью 12 знаков.....	1–25
Дроби .....	1–26
Ввод дробей .....	1–26
Сообщения .....	1–27
Память калькулятора .....	1–28
Проверка доступной памяти .....	1–28
Очистка всей памяти .....	1–28

## **2. RPN: автоматический стек памяти.....2–1**

Что такое стек .....	2–1
Регистры X и Y на экране.....	2–3
Очистка регистра X.....	2–3
Просмотр стека .....	2–3
Обмен регистров X и Y в стеке .....	2–4
Арифметика: как работает стек .....	2–5
Как работает ENTER .....	2–5
Очистка стека .....	2–7
Регистр LAST X.....	2–8
Исправление ошибок с помощью LAST X.....	2–8
Повторное использование чисел с помощью LAST X.....	2–10
Цепочечные вычисления в режиме RPN .....	2–11
Операции со скобками .....	2–11
Упражнения.....	2–13
Порядок вычислений .....	2–14
Дополнительные упражнения .....	2–15

## **3. Сохранение данных с помощью переменных .....3–1**

Сохранение и извлечение чисел.....	3–2
Просмотр переменных .....	3–4

Использование каталога MEM .....	3–4
Каталог VAR .....	3–5
Арифметика с сохраненными переменными .....	3–6
Арифметика сохранения .....	3–6
Арифметика извлечения .....	3–7
Обмен X с любой переменной .....	3–8
Переменные "I" и "J" .....	3–9

#### **4. Функции действительных чисел..... 4–1**

Экспоненциальные и логарифмические функции .....	4–1
Частное и остаток от деления .....	4–2
Степенные функции .....	4–2
Тригонометрия.....	4–3
Ввод числа $\pi$ .....	4–3
Установка углового режима .....	4–4
Тригонометрические функции.....	4–4
Гиперболические функции.....	4–6
Функции процентов .....	4–6
Физические константы.....	4–8
Функции преобразования .....	4–10
Преобразования декартовых и полярных координат .....	4–10
Преобразования времени .....	4–13
Преобразования углов .....	4–14
Преобразования единиц измерения .....	4–15
Функции вероятности.....	4–15
Факториал .....	4–15
Гамма .....	4–15
Вероятности.....	4–16

Части чисел .....	4–18
<b>5. Дроби .....</b>	<b>5–1</b>
Ввод дробей.....	5–1
Отображение дробей .....	5–2
Правила отображения.....	5–2
Индикаторы точности .....	5–3
Изменение представления дробей.....	5–4
Установка максимального знаменателя .....	5–4
Выбор формата дробей.....	5–6
Примеры отображения дробей .....	5–8
Округление дробей .....	5–9
Дроби в уравнениях.....	5–10
Дроби в программах.....	5–10
<b>6. Ввод и вычисление уравнений .....</b>	<b>6–1</b>
Как можно использовать уравнения.....	6–1
Обзор операций с уравнениями .....	6–3
Ввод уравнений в список уравнений.....	6–5
Переменные в уравнениях .....	6–5
Числа в уравнениях.....	6–6
Функции в уравнениях .....	6–6
Скобки в уравнениях.....	6–7
Просмотр и выбор уравнений.....	6–7
Изменение и очистка уравнений.....	6–9
Типы уравнений.....	6–11
Вычисление уравнений .....	6–11
Вычисление с помощью ENTER .....	6–13
Вычисление с помощью XEQ.....	6–14

Ответ на запросы для уравнений .....	6–15
Синтаксис уравнений.....	6–15
Приоритет операций .....	6–16
Допустимые функции для уравнений .....	6–17
Синтаксические ошибки .....	6–20
Проверка уравнений .....	6–20
<b>7. Решение уравнений .....</b>	<b>7–1</b>
Решение уравнения .....	7–1
Решение встроенных уравнений .....	7–6
Понимание и управление работой SOLVE .....	7–7
Проверка результата.....	7–7
Прерывание расчета SOLVE .....	7–8
Выбор начальных приближений для SOLVE .....	7–8
Дополнительная информация .....	7–12
<b>8. Интегрирование уравнений .....</b>	<b>8–1</b>
Интегрирование уравнений ( $\int FN$ ) .....	8–2
Точность интегрирования .....	8–6
Задание точности.....	8–6
Интерпретация точности .....	8–6
Дополнительная информация .....	8–9
<b>9. Операции с комплексными числами .....</b>	<b>9–1</b>
Комплексный стек.....	9–2
Комплексные операции.....	9–2
Использование комплексных чисел в полярной записи .....	9–5
Комплексные числа в уравнениях .....	9–7
Комплексные числа в программах .....	9–8

<b>10. Векторная арифметика.....</b>	<b>10–1</b>
Векторные операции.....	10–1
Абсолютная величина вектора .....	10–3
Скалярное произведение .....	10–4
Угол между векторами.....	10–5
Векторы в уравнениях .....	10–6
Векторы в программах .....	10–7
Создание векторов из переменных или регистров.....	10–7
<b>11. Системы счисления, арифметика и логика .....</b>	<b>11–1</b>
Арифметика по основанию 2, 8 и 16.....	11–4
Представление чисел.....	11–6
Отрицательные числа.....	11–6
Диапазон чисел .....	11–7
Окна для длинных двоичных чисел .....	11–8
<b>12. Статистические операции.....</b>	<b>12–1</b>
Ввод статистических данных .....	12–1
Ввод одномерных данных .....	12–2
Ввод двумерных данных.....	12–2
Исправление ошибок при вводе данных .....	12–3
Статистические вычисления .....	12–4
Средние значения .....	12–5
Стандартное отклонение выборки .....	12–7
Стандартное отклонение генеральной совокупности .....	12–8
Линейная регрессия .....	12–8
Ограничения по точности данных.....	12–11
Значения сумм и статистические регистры.....	12–12
Статистики суммирования .....	12–12

Доступ к статистическим регистрам..... 12–14

## **Часть 2. Программирование**

### **13. Простые программы ..... 13–1**

Проектирование программы.....	13–3
Выбор режима .....	13–4
Границы программы (LBL и RTN) .....	13–4
Использование RPN, ALG и уравнений в программах .....	13–5
Ввод и вывод данных .....	13–5
Ввод программы .....	13–6
Функции очистки и клавиша возврата .....	13–7
Имена функций в программах.....	13–8
Запуск программы.....	13–11
Выполнение программы (XEQ).....	13–11
Тестирование программы.....	13–12
Ввод и отображение данных .....	13–13
Ввод данных с помощью INPUT .....	13–14
Отображение данных с помощью VIEW .....	13–16
Вывод сообщений с помощью уравнений.....	13–17
Вывод информации без остановки .....	13–19
Остановка и прерывание программ .....	13–20
Включение остановки и паузы в программу (STOP, PSE).....	13–20
Прерывание работающей программы .....	13–20
Остановки при ошибках.....	13–20
Изменение программы.....	13–21
Программная память .....	13–22
Просмотр программной памяти .....	13–22
Использование памяти.....	13–23

Каталог программ (MEM).....	13–23
Очистка одной или нескольких программ .....	13–24
Контрольная сумма .....	13–25
Недопустимые функции в программах .....	13–26
Системы счисления в программах .....	13–26
Выбор режима системы счисления в программе.....	13–26
Ввод чисел в строки программы .....	13–26
Полиномиальные выражения и метод Хорнера.....	13–27

## **14. Приемы программирования..... 14–1**

Процедуры в программах.....	14–1
Вызов подпрограмм (XEQ, RTN).....	14–2
Вложенные подпрограммы.....	14–3
Переходы (GTO).....	14–4
Инструкция GTO в программе .....	14–4
Использование GTO с клавиатуры .....	14–5
Условные инструкции .....	14–6
Проверки сравнения (x?y, x?0) .....	14–7
Флаги.....	14–8
Циклы.....	14–17
Циклы по условию (GTO).....	14–18
Циклы со счетчиками (DSE, ISG).....	14–19
Косвенная адресация переменных и меток.....	14–21
Переменные "I" и "J".....	14–22
Косвенные адреса, (I) и (J) .....	14–22
Управление программой с помощью (I)/(J) .....	14–24
Уравнения с использованием (I)/(J) .....	14–24

<b>15. Решение и интегрирование программ .....</b>	<b>15–1</b>
Решение программы .....	15–1
Использование SOLVE в программе .....	15–6
Интегрирование программы .....	15–7
Использование интегрирования в программах .....	15–10
Ограничения при решении и интегрировании .....	15–11
<b>16. Статистические программы .....</b>	<b>16–1</b>
Подгонка кривых .....	16–1
Нормальное и обратное нормальное распределения .....	16–12
Стандартное отклонение для группированных данных .....	16–20
<b>17. Различные программы и уравнения .....</b>	<b>17–1</b>
Временная стоимость денег .....	17–1
Генератор простых чисел .....	17–7
Векторное произведение векторов .....	17–10

### **Часть 3. Приложения и справочная информация**

<b>A. Поддержка, батареи и обслуживание .....</b>	<b>A–1</b>
Поддержка пользователей калькулятора .....	A–1
Ответы на типичные вопросы .....	A–1
Требования к окружающей среде .....	A–2
Замена батарей .....	A–3
Проверка работы калькулятора .....	A–4
Самодиагностика .....	A–6
Гарантия .....	A–7
Поддержка пользователей .....	A–9
Соответствие нормативным требованиям .....	A–13
Уведомление Федеральной комиссии США по связи (FCC) .....	A–13

## **В. Пользовательская память и стек .....В-1**

Управление памятью калькулятора .....	В-1
Сброс калькулятора .....	В-2
Очистка памяти .....	В-3
Состояние подъема стека .....	В-5
Операции, отключающие подъем стека .....	В-5
Операции, нейтральные к подъему стека .....	В-5
Состояние регистра LAST X.....	В-6
Доступ к содержимому регистров стека .....	В-7

## **С. Обзор режима ALG .....С-1**

О режиме ALG .....	С-1
Выполнение арифметических операций с двумя аргументами в режиме ALG .....	С-2
Простые арифметические операции .....	С-2
Степенные функции .....	С-3
Вычисления процентов .....	С-3
Перестановки и сочетания .....	С-4
Частное и остаток от деления .....	С-4
Вычисления со скобками .....	С-4
Экспоненциальные и логарифмические функции .....	С-5
Тригонометрические функции .....	С-5
Части чисел .....	С-7
Просмотр стека .....	С-7
Интегрирование уравнения .....	С-8
Операции с комплексными числами.....	С-8
Арифметика по основанию 2, 8 и 16.....	С-10
Ввод двумерных статистических данных .....	С-11

<b>D. Дополнительная информация о решении уравнений . D-1</b>	
Как SOLVE находит корень.....	D-1
Интерпретация результатов .....	D-3
Когда SOLVE не может найти корень.....	D-8
Ошибки округления.....	D-13
<b>E. Дополнительная информация об интегрировании..... E-1</b>	
Как вычисляется значение интеграла .....	E-1
Условия, которые могут привести к неверным результатам .....	E-2
Условия, удлиняющие время расчета.....	E-7
<b>F. Сообщения..... F-1</b>	
<b>G. Указатель операций..... G-1</b>	
<b>H. Указатель .....</b>	<b>H-1</b>



# Часть 1

## Основные операции



## Начинаем работать

---



Обратите внимание на этот символ на полях. Он означает, что приведенные примеры или нажатия клавиш даны для режима RPN, а в режиме ALG эти операции надо выполнять иначе.

Использование калькулятора в режиме ALG описано в Приложении С.

---

### Важные предварительные замечания

#### Включение и выключение калькулятора

Чтобы включить калькулятор, нажмите  (на нижней стороне клавиши  есть надпись ON).

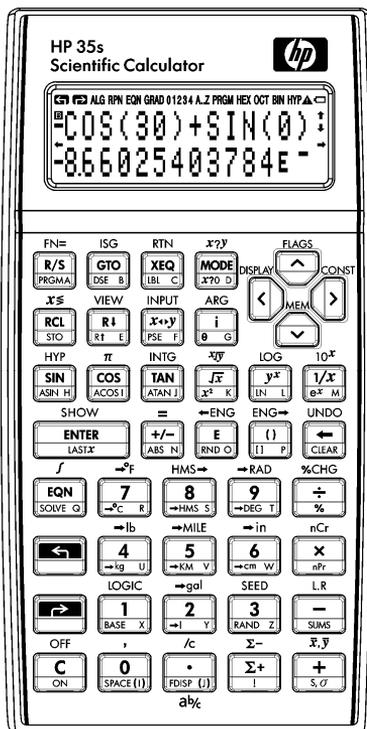
Чтобы выключить калькулятор, нажмите  . Другими словами, нужно нажать и отпустить клавишу регистра , а затем нажать  (над этой клавишей есть желтая надпись OFF). Калькулятор имеет *постоянную память*, поэтому его выключение не влияет на сохраненную информацию.

Для экономии энергии калькулятор автоматически выключается, если не пользоваться им в течение 10 минут. Если на экране имеется индикатор разряда батарей (  ), необходимо как можно скорее заменить их. Эта операция описана в Приложении А.

#### Регулировка контрастности экрана

Контрастность изображения на экране зависит от освещения, угла зрения и установок контрастности. Чтобы увеличить или уменьшить контрастность, нажмите и удерживайте клавишу , а затем нажмите  или .

## Основные элементы клавиатуры и экрана

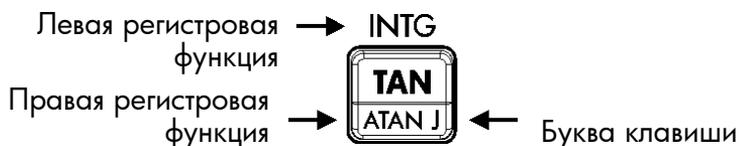


### Клавиши регистра

С каждой клавишей связаны три функции: указанная на лицевой поверхности основная, функция левого регистра (желтая) и функция правого регистра (голубая). Обозначения *регистра* функций нанесены желтым цветом над каждой клавишей и голубым цветом на ее нижней стороне. Чтобы вызвать такую функцию, нажмите соответствующую клавишу регистра ( или ) , а затем клавишу нужной функции. Например, чтобы выключить калькулятор, нажмите и отпустите клавишу регистра  , а затем нажмите .

При нажатии клавиш  или  включается соответствующий символ индикатора  или  в верхней части экрана. Индикатор остается включенным, пока вы не нажмете следующую клавишу. Чтобы отменить клавишу регистра (и выключить ее индикатор), нажмите ту же клавишу регистра еще раз.

## Клавиши букв



На большинстве клавиш в нижнем правом углу имеется обозначение буквы (как показано выше). Когда вам необходимо ввести букву (например, при вводе имен переменных или меток программ), на экране появляется индикатор **A..Z**, показывая, что клавиши букв “активны”.

Переменные рассматриваются в главе 3, а метки в главе 13.

## Клавиши курсора

Каждая из четырех клавиш перемещения курсора обозначается соответствующей стрелкой. В данном руководстве эти клавиши представлены значками , ,  и .

## Возврат и очистка

В самом начале вам необходимо изучить, как очистить вводимое значение, исправить число или полностью очистить экран и начать работу с начала.

### Клавиши очистки

Клавиша	Описание
	<p><i>Возврат (забой).</i></p> <p>Если калькулятор находится в процессе ввода выражения, клавиша  стирает символ слева от курсора ввода ( _ ). В противном случае, когда на строке 2 находится законченное выражение или результат вычисления,  заменяет этот результат на нуль.  также служит для очистки сообщений об ошибках и выхода из меню. Клавиша  ведет себя аналогичным образом, когда калькулятор находится в режимах ввода программ и ввода уравнений:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Режим ввода уравнений: Если калькулятор находится в процессе ввода или правки уравнения, клавиша  стирает ближайший символ слева от курсора вставки; в противном случае, если уравнение уже введено (курсора вставки нет),  удаляет все уравнение целиком.</li><li>■ Режим ввода программ: Если калькулятор находится в процессе ввода или правки строки программы, клавиша  стирает символ слева от курсора вставки; в противном случае, если строка программы уже введена,  удаляет всю строку целиком.</li></ul>
	<p><i>Очистка или Отмена.</i></p> <p>Очищает (сбрасывает на нуль) отображаемое число или отменяет текущее состояние (например, меню, сообщение, приглашение, каталог или режим ввода уравнений или программ).</p>

### Клавиши очистки (продолжение)

Клавиша	Описание
 CLEAR	<p>Меню CLEAR ( × VARS ALL Σ STK CLVAR× ) содержит команды для очистки x (числа в X-регистре), всех прямых переменных, всей памяти, всех статистических данных, всего стека и всех косвенных переменных.</p> <p>Если нажать <b>3</b> (ZALL), на экране появляется новое меню CLR ALL? Y N , так что вы должны еще раз подтвердить свое решение, прежде чем стереть все содержимое памяти.</p> <p>При вводе программ ZALL заменяется на ZPGM. Если нажать <b>3</b> (ZPGM), на экране появляется меню CLR PGMS? Y N , так что вы должны еще раз подтвердить свое решение, прежде чем стереть все программы.</p> <p>При вводе уравнений ZALL заменяется на ZEQN. Если нажать <b>3</b> (ZEQN), на экране появляется меню CLR EQN? Y N , так что вы должны еще раз подтвердить свое решение, прежде чем стереть все уравнения.</p> <p>Если выбрать <b>6</b> (CLVAR×), в командную строку вставляется команда с тремя указателями позиции. В эти пустые позиции необходимо ввести трехзначное число. После этого будут стерты все косвенные переменные, адрес которых больше введенного числа. Например: команда CLVAR056 стирает все косвенные переменные, адрес которых больше 56.</p>

## Использование меню

Калькулятор HP 35s предлагает гораздо больше возможностей, чем вы видите на клавиатуре. Дело в том, что 16 клавиш представляют собой клавиши меню. В общей сложности имеется 16 меню, обеспечивающих множество дополнительных функций и их режимов.

### Меню калькулятора HP 35s

Название меню	Описание меню	Глава
	<b>Численные функции</b>	
L.R.	$\hat{x}$ $\hat{y}$ r m b Линейная регрессия: подгонка кривых и линейная оценка.	12
$\bar{x}$ , $\bar{y}$	$\bar{x}$ $\bar{y}$ $\bar{x}w$ Арифметическое среднее статистических значений x и y; взвешенное среднее статистических значений x.	12
s, $\sigma$	sx sy $\sigma_x$ $\sigma_y$ Стандартное отклонение выборки, стандартное отклонение генеральной совокупности.	12
CONST	Меню для доступа к значениям 41 физической константы – см. раздел "Физические константы" на стр. 4–8.	4
SUMS	n $\Sigma x$ $\Sigma y$ $\Sigma x^2$ $\Sigma y^2$ $\Sigma xy$ Суммирование статистических данных.	12
BASE	DEC HEX OCT BIN d h o b Преобразования систем счисления (десятичная, шестнадцатеричная, восьмеричная, двоичная).	12
INTG	SGN INT $\div$ Rm d r INTG FP IP Значение знака, целочисленное деление, остаток от деления, наибольшее целое, дробная часть, целая часть.	4, C
LOGIC	AND XOR OR NOT NAND NOR Логические операции.	11

<b>Инструкции программирования</b>		
FLAGS	SF CF FS? Функции для установки, очистки и проверки флагов.	14
x?y	$\neq \leq < > \geq =$ Операции сравнения регистров X и Y.	14
x?0	$\neq \leq < > \geq =$ Операции сравнения регистра X с нулем.	14
<b>Другие функции</b>		
MEM	VAR PGM Состояние памяти (число доступных байт памяти); каталог переменных; каталог программ (меток программ).	1, 3, 12
MODE	DEG RAD GRAD ALG RPN Режимы измерения углов и режимы работы.	4, 1
DISPLAY	FIX SCI ENG ALL. $\cdot 1,000 1000 \times i y$ $x+y i r \theta a$ Форматы вывода чисел (фиксированная точка, научный, инженерный, полная плавающая точка); выбор символа десятичной точки (. или ,); форматы вывода комплексных чисел (в режиме RPN доступны только форматы $xiy$ и $r\theta a$ ).	1
R↓ R↑	X Y Z T Функции проверки стека в режиме ALG – регистры X, Y, Z, T.	C
CLEAR	Функции очистки различных частей памяти – см.  CLEAR в таблице на стр. 1–5.	1, 3, 6, 12

### Использование функций меню:

1. Нажмите клавишу меню, чтобы вывести набор пунктов меню.
2. Нажимая клавиши    , установите подчеркивание на нужный пункт.
3. Когда пункт выделен, нажмите .

Если пункты меню пронумерованы, вы можете либо установить на нужный пункт подчеркивание и нажать **ENTER**, либо просто ввести его номер.

Некоторые меню (например, CONST и SUMS) содержат несколько страниц. При входе в них включаются индикаторы **↑** или **↓**. В таких меню нужно использовать клавиши **→** и **←** для перехода к нужному пункту на текущей странице меню, а клавиши **↓** и **↑** для доступа к следующей или предыдущей странице меню.

### Пример:

В данном примере мы воспользуемся меню DISPLAY, чтобы установить фиксированное отображение чисел с 4 десятичными знаками, а затем вычислим  $6 \div 7$ . В конце примера с помощью меню DISPLAY восстанавливается отображение чисел с полной плавающей точкой.

Клавиши:	Экран:	Описание:
	0	Начальное состояние.
	0	
<b>←</b> <b>DISPLAY</b>	<u>1FIX</u> 2SCI 3ENG 4ALL	Вход в меню DISPLAY.
<b>1</b> или <b>ENTER</b>	FIX _	В строку 2 вставляется команда Fix.
<b>4</b>	0.0000 0.0000	Фиксированное отображение с 4 десятичными знаками.
<b>6</b> <b>ENTER</b> <b>7</b> <b>÷</b>	0.0000 0.8571	Выполняем деление.
<b>←</b> <b>DISPLAY</b> <b>4</b>	0 8.57142857143E-	Возврат к формату с полной точностью.

Меню облегчают использование десятков различных функций, помогая найти к ним путь. Вам не нужно запоминать имена всех встроенных функций калькулятора или искать название нужной функции на клавиатуре.

### Выход из меню

Меню автоматически исчезает при выполнении функции меню, как показано в вышеприведенном примере. Если вы хотите выйти из меню без выполнения функции, у вас есть три возможности:

- Нажатие  позволяет вернуться назад из 2-уровневого меню CLEAR или MEM по одному уровню за раз. См.  в таблице на стр. 1–5.
- Нажатие  или  отменяет все остальные меню.

Клавиши:	Экран:						
      	123.5678_						
							
	<table border="0"> <tr> <td><u>1FIX</u></td> <td>2SCI</td> <td>↓</td> </tr> <tr> <td>3ENG</td> <td>4ALL</td> <td></td> </tr> </table>	<u>1FIX</u>	2SCI	↓	3ENG	4ALL	
<u>1FIX</u>	2SCI	↓					
3ENG	4ALL						
 или 	123.5678_						

- При нажатии клавиши другого меню старое меню заменяется на новое.

Клавиши:	Экран:						
      	123.5678_						
							
	<table border="0"> <tr> <td><u>1FIX</u></td> <td>2SCI</td> <td>↓</td> </tr> <tr> <td>3ENG</td> <td>4ALL</td> <td></td> </tr> </table>	<u>1FIX</u>	2SCI	↓	3ENG	4ALL	
<u>1FIX</u>	2SCI	↓					
3ENG	4ALL						
	<table border="0"> <tr> <td><u>1X</u></td> <td>2VARS</td> <td>↓</td> </tr> <tr> <td>3ALL</td> <td>4Σ</td> <td></td> </tr> </table>	<u>1X</u>	2VARS	↓	3ALL	4Σ	
<u>1X</u>	2VARS	↓					
3ALL	4Σ						
	123.5678						

## Режимы RPN и ALG

Калькулятор может выполнять арифметические операции в двух режимах – RPN (обратная польская нотация) или ALG (алгебраический).

В режиме обратной польской нотации (RPN) промежуточные результаты вычислений сохраняются автоматически, так что в использовании скобок нет необходимости.

В алгебраическом режиме (ALG) арифметические операции выполняются с использованием обычного порядка.

### Выбор режима RPN:

Нажмите   (5RPN), чтобы перевести калькулятор в режим RPN. Когда калькулятор находится в режиме RPN, включен индикатор **RPN**.

## Выбор режима ALG:

Нажмите **MODE** **4** (4ALG), чтобы перевести калькулятор в режим ALG. Когда калькулятор находится в режиме ALG, включен индикатор **ALG**.

### Пример:

Предположим, вам необходимо вычислить  $1 + 2 = 3$ .

В режиме RPN вы вводите первое число, нажимаете клавишу **ENTER**, вводите второе число и, наконец, нажимаете клавишу арифметической операции **+**.

В режиме ALG вы вводите первое число, нажимаете клавишу **+**, вводите второе число и, наконец, нажимаете клавишу **ENTER**.

Режим RPN	Режим ALG
1 <b>ENTER</b> 2 <b>+</b>	1 <b>+</b> 2 <b>ENTER</b>

В режиме ALG отображаются и результаты, и процесс расчета. В режиме RPN отображаются только результаты, но не расчет.

**Примечание** Вы можете выбрать для расчета режим ALG (алгебраический) либо режим RPN (обратная польская нотация). По всему данному руководству значок “✓” на полях указывает, что примеры или нажатия клавиш даны для режима RPN, а в режиме ALG их надо выполнять иначе. Использование калькулятора в режиме ALG описано в Приложении С.



## Клавиша откатки

Клавиша откатки

Действие клавиши откатки зависит от состояния калькулятора, однако в основном она применяется для восстановления удаленной записи, а не для откатки любой произвольной операции. В разделе “Регистр LAST X” в Главе 2 описан повторный вызов записи на второй строке экрана после выполнения численной функции. Нажмите **UNDO** сразу после использования **←** или **C**, чтобы восстановить:

- удаленную запись
- удаленное уравнение в режиме уравнений
- удаленную строку программы в режиме программ

## 1–10 Начинаем работать

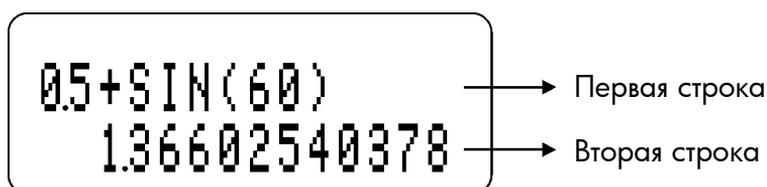
Кроме того, с помощью клавиши откатки можно восстановить значение регистра, только что очищенного с помощью меню CLEAR. Операцию откатки нужно выполнять сразу после операции удаления; любая промежуточная операция не позволит восстановить удаленный объект. Помимо восстановления целой записи после удаления, откатку можно использовать при правке записи.

Нажмите  UNDO в процессе правки, чтобы восстановить:

- цифру в выражении, только что удаленную с помощью 
- выражение, которое вы редактировали, но очистили с помощью 
- символ в уравнении или программе, только что удаленный с помощью  (в режиме уравнений или программ)

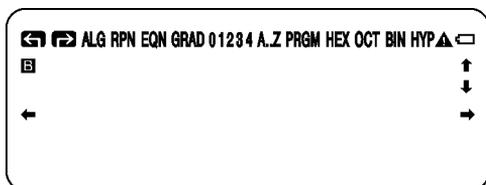
Следует также иметь в виду, что операция откатки ограничена объемом доступной памяти.

## Экран и индикаторы



На экране имеются две строки символов, а также *индикаторы*.

Записи, содержащие более 14 символов, будут сдвигаться влево. В процессе ввода запись отображается на первой строке в режиме ALG и на второй строке в режиме RPN. Для всех результатов расчета отображается до 14 цифр, включая знак E (экспонента) и до трех знаков показателя степени.



## Индикаторы

Показанные на рисунке символы на экране называются *индикаторами*. Включение каждого из них имеет определенный смысл.

## Индикаторы HP 35s

Индикатор	Значение	Глава
<b>B</b>	Индикатор <b>B</b> (Busy) включается во время выполнения операции, уравнения или программы.	
<b>▲</b> <b>▼</b>	В режиме отображения дробей (вызывается нажатием  <b>FDISP</b> ) может включаться лишь одна из половинок " <b>▲</b> " или " <b>▼</b> " индикатора " <b>▲▼</b> ", показывая, что отображаемый числитель немного меньше или немного больше его истинного значения. Если ни одна из частей индикатора " <b>▲▼</b> " не включена, то отображается <i>точное</i> значение дроби.	5
	Активен левый регистр.	1
	Активен правый регистр.	1
<b>RPN</b>	Активен режим обратной польской нотации.	1, 2
<b>ALG</b>	Активен алгебраический режим.	1, С
<b>PRGM</b>	Активен режим ввода программ.	13
<b>EQN</b>	Активен режим ввода уравнений либо калькулятор вычисляет значение выражения или выполняет уравнение.	6
<b>0 1 2 3 4</b>	Показывает, какие флаги установлены (флаги с 5 по 11 не имеют индикаторов).	14
<b>RAD</b> или <b>GRAD</b>	Установлен угловой режим радианов или градусов. Режим градусов DEG (по умолчанию) не имеет индикатора.	4
<b>HEX OCT BIN</b>	Показывает текущую систему счисления. Десятичный режим DEC (основание 10, по умолчанию) не имеет индикатора.	11
<b>HYP</b>	Активна гиперболическая функция.	4, С

### Индикаторы HP 35s (продолжение)

Индикатор	Значение	Глава
←, →	Слева или справа от записи, отображаемой на строке 1 или 2, имеются дополнительные символы. Оба индикатора могут включаться одновременно, показывая, что символы есть как слева, так и справа от записи на экране. В записях на строке 1 недостающие символы показываются многоточием (...). В режиме RPN можно прокрутить запись с помощью клавиш  и  , чтобы увидеть начальные и конечные символы. В режиме ALG для просмотра остальных символов используйте   и   .	1, 6
↑, ↓	Клавиши  и  можно использовать для перемещения по списку уравнений, каталогу переменных, между строками программы, страницами меню или программами в каталоге программ.	1, 6, 13
A..Z	Активны клавиши букв.	3
▲	«Внимание!» – указывает на особую ситуацию или ошибку.	1
	Батареи разряжены.	A

## Ввод чисел

Поддерживаемые калькулятором минимальное и максимальное значения составляют  $\pm 9,999999999999999^{499}$ . Если результат расчета выходит за пределы этого интервала, то на экране на короткое время появляется сообщение об ошибке переполнения "OVERFLOW" и индикатор ▲. Затем это сообщение заменяется ближайшим к границе переполнения значением, которое калькулятор в состоянии отобразить. Самые маленькие числа, которые калькулятор может отличить от нуля, равны  $\pm 10^{-499}$ . Если вы попытаетесь ввести число, лежащее между этими значениями, то калькулятор отобразит 0. Точно так же в случае, если в этот интервал попадает результат расчета, он отображается как ноль. Если попытаться ввести число, выходящее за границы указанного выше максимального интервала, то появится сообщение об ошибке "INVALID DATA"; при очистке этого сообщения вы вернетесь к предыдущему введенному значению и сможете исправить ошибку.

## Отрицательные числа

- ✓ Кнопка  $\pm/\square$  позволяет изменить знак числа.
- Чтобы ввести отрицательное число, введите его величину, а затем нажмите  $\pm/\square$ .
  - В режиме ALG кнопку  $\pm/\square$  можно нажимать как до, так и после ввода числа.
  - Чтобы изменить знак ранее введенного числа, просто нажмите  $\pm/\square$ . (Если у этого числа имеется экспонента, кнопка  $\pm/\square$  влияет только на мантиссу – нестепенную часть числа).

## Степени десяти

### Отображение чисел с экспонентой

Числа с явно заданными степенями десяти (например,  $4,2 \times 10^{-5}$ ) отображаются с символом E перед показателем степени 10. Таким образом,  $4,2 \times 10^{-5}$  вводится и отображается как  $4.2E-5$ .

*Если число слишком велико или слишком мало для выбранного формата отображения, оно автоматически отображается в экспоненциальной форме.*

Например, обратите внимание на результат следующих нажатий клавиш при выбранном формате FIX 4 с четырьмя десятичными знаками:

Клавиши:	Экран:	Описание:
0 . 0 0	0.000062_	Отображается вводимое число.
0 0 6 2		
ENTER	0.0001	Число округляется в соответствии с форматом.
0 . 0 0	4.2000E-5	Автоматически используется научная запись, поскольку иначе не будет отображено ни одной значащей цифры.
0 0 4 2		
ENTER		

### Ввод степеней десяти

Клавиша **E** позволяет быстро вводить степени десяти. Например, вы можете не вводить один миллион как 1000000, а просто нажать **1 E 6**. Следующий пример иллюстрирует процесс ввода и отображение результата на экране калькулятора.

#### Пример:

Пусть вам необходимо ввести значение постоянной Планка:  $6,6261 \times 10^{-34}$

Клавиши:	Экран:	Описание:
6 . 6 2 6	0	Ввод мантиссы.
1	6.6261_	
E	0	Эквивалент $\times 10^x$
	6.621E_	
3 4 +/- ENTER	6.621E-34	Ввод показателя степени.
	6.621E-34	

Чтобы ввести степень десяти без множителя (как в приведенном выше примере для одного миллиона), нажмите клавиши **1 E**, а затем введите нужный показатель степени.

## Другие экспоненциальные функции

Чтобы вычислить экспоненту десяти (антилогарифм по основанию 10), используйте клавишу  $10^x$ . Чтобы вычислить результат возведения в степень произвольного числа, используйте  $y^x$  (см. Главу 4).

## Пояснение о курсоре ввода

В процессе ввода числа на экране появляется мигающий курсор (|). Он отмечает положение следующей цифры и тем самым показывает, что ввод числа не закончен.

**Клавиши:**

**Экран:**

**Описание:**

1 2 3

123\_

Ввод не закончен: значение числа не окончательное.

Если выполнить функцию для вычисления результата, то курсор исчезает, потому что число показано полностью и ввод закончен.

✓  $\sqrt{x}$

11.0905

Ввод закончен.

При нажатии **ENTER** ввод заканчивается. Чтобы разделить два числа, введите первое число, нажмите **ENTER** для завершения ввода, а затем введите второе число.

✓ 1 2 3 ENTER

123.0000

Законченное число.

✓ 4 +

127.0000

Еще одно законченное число.

Если ввод не закончен (на экране имеется курсор), клавиша  $\leftarrow$  позволяет стереть последнюю цифру числа. Если ввод закончен (курсора нет),  $\leftarrow$  ведет себя аналогично **C** и очищает все число. Попробуйте сами!

## Допустимый диапазон чисел и переполнение (OVERFLOW)

Самое маленькое поддерживаемое калькулятором число равно  $-9,9999999999 \times 10^{49}$ , а самое большое  $9,9999999999 \times 10^{49}$ .

- Если калькулятор получает результат, выходящий за допустимый диапазон, он выдает значение  $-9,9999999999 \times 10^{49}$  или  $9,9999999999 \times 10^{49}$ , и на экране появляется предупреждающее сообщение OVERFLOW.

---

## Выполнение арифметических вычислений

Калькулятор HP 35s может работать в режиме обратной польской нотации (RPN) или в алгебраическом режиме (ALG). От выбранного режима зависит порядок ввода выражений. В последующих разделах иллюстрируются различия в порядке ввода для операций с одним аргументом (унарных) и с двумя аргументами (бинарных).

### Унарные операции (один аргумент)

Для некоторых поддерживаемых HP 35s численных операций (например,  $1/x$ ,  $x^2$ , LN и SIN) требуется ввести одно число. Такие операции с одним аргументом вводятся по-разному в зависимости от того, находится ли калькулятор в режиме RPN или ALG. В режиме RPN сначала вводится число, а затем к нему применяется операция. Если после ввода числа нажать клавишу ENTER, то число будет показано в строке 1, а результат в строке 2. В противном случае отображается только результат в строке 2, а строка 1 не изменяется. В режиме ALG сначала нажимается клавиша операции, и на экране появляется название функции и пара скобок. Необходимо ввести число внутри скобок, а затем нажать ENTER. Выражение будет показано в строке 1, а результат в строке 2. Эти различия иллюстрируют следующие примеры.

#### Пример:

Давайте вычислим  $3,4^2$  сначала в режиме RPN, а затем в режиме ALG.

**Клавиши:****Экран:****Описание:**

MODE 5 (5RPN)

3 . 4

 $x^2$ 

MODE 4 (4ALG)

 $x^2$ 

3 . 4

ENTER

0

3.4

0

11.56

SQ()

SQ(3.4)

SQ(3.4)

11.56

Вход в режим RPN (если нужно).

Введите число.

Операция возведения в квадрат.

Переключение в режим ALG.

Операция возведения в квадрат.

Введите число внутри скобок.

Нажмите клавишу Enter, чтобы увидеть результат.

В приведенном примере операция возведения в квадрат обозначается на клавише  $x^2$ , но отображается на экране как SQ(). Существует ряд операций с одним аргументом, которые в режиме ALG отображаются не так, как на клавиатуре (и не так, как в режиме RPN). Они перечислены в следующей таблице.

Клавиша	В режиме RPN, RPN-программе	В режиме ALG, уравнении, ALG-программе
$x^2$	$x^2$	SQ()
$\sqrt{x}$	$\sqrt{x}$	SQRT()
$e^x$	$e^x$	EXP()
$10^x$	$10^x$	ALOG()
$1/x$	$1/x$	INV()

**Бинарные операции (два аргумента)**

Операции с двумя аргументами (например,  $+$ ,  $\div$ ,  $y^x$  и  $nCr$ ) также вводятся по-разному в зависимости от режима, хотя эти различия аналогичны различиям в случае операций с одним аргументом. В режиме RPN вводится первое число, затем второе число помещается в регистр X и вызывается операция с двумя аргументами. В режиме ALG возможны два варианта. Один из них использует традиционную инфиксную нотацию, а другой – функциональную запись. Все эти различия иллюстрируют следующие примеры.

## Пример

Давайте вычислим  $2+3$  и  ${}_6C_4$  сначала в режиме RPN, а затем в режиме ALG.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>5</b> (5RPN)		Вход в режим RPN (если нужно).
<b>2</b> <b>ENTER</b> <b>3</b>	2 3_	Введите 2, затем поместите 3 в регистр X. Обратите внимание на мигающий курсор после 3 – нажимать Enter не нужно!
<b>+</b>	0 5	Нажмите клавишу сложения, чтобы увидеть результат.
<b>6</b> <b>ENTER</b> <b>4</b>	6 4_	Введите 6, затем поместите 4 в регистр X.
<b>↵</b> <b>nCr</b>	5 15	Нажмите клавишу числа сочетаний, чтобы увидеть результат.
<b>MODE</b> <b>4</b> (4ALG)		Переключение в режим ALG
<b>2</b> <b>+</b> <b>3</b> <b>ENTER</b>	2+3      5	Отображается и выражение, и результат.
<b>↵</b> <b>nCr</b>	nCr( , )	Введите функцию числа сочетаний.
<b>6</b> <b>&gt;</b> <b>4</b>	nCr(6,4)	Введите 6, затем установите курсор ввода после запятой и введите 4.
<b>ENTER</b>	nCr(6,4) 15	Нажмите клавишу Enter, чтобы увидеть результат

В режиме ALG инфиксную нотацию используют операции **+**, **-**, **×**, **÷** и  **$y^x$** . Остальные функции с двумя аргументами используют функциональную запись вида  $f(x,y)$ , где  $x$  и  $y$  – это первый и второй операнды в порядке ввода. В режиме RPN операнды для операций с двумя аргументами вводятся и помещаются в стек в порядке «Y, затем X». Другими словами,  $y$  представляет собой значение в регистре Y, а  $x$  – значение в регистре X.

Исключением из этого правила является корень степени  $x$  из  $y$  ( **$\sqrt[x]{y}$** ). Например, чтобы вычислить  $\sqrt[3]{8}$  в режиме RPN, нажмите **8** **ENTER** **3** **↵**  **$\sqrt[x]{y}$** . В режиме ALG аналогичная операция вводится как **↵**  **$\sqrt[x]{y}$**  **3** **>** **8** **ENTER**.

Как и для операций с одним аргументом, некоторые операции с двумя аргументами по-разному отображаются в режимах RPN и ALG. Эти различия показаны в следующей таблице.

## 1–20 Начинаем работать

Клавиша	В режиме RPN, RPN-программе	В режиме ALG, уравнении, ALG-программе
$y^x$	$y^x$	$\wedge$
$x\sqrt{y}$	$x\sqrt{y}$	XROOT(, )
INT÷	INT÷	IDIV(, )

Для коммутативных операций (например,  $+$  и  $\times$ ) порядок операндов не влияет на результат расчета. Если в режиме RPN вы по ошибке ввели в неправильном порядке операнды для некоммукативной операции с двумя аргументами, просто нажмите клавишу  $\leftrightarrow$ , чтобы поменять местами содержимое регистров X и Y. Эта операция подробно описана в Главе 2 (см. раздел "Обмен регистров X и Y в стеке").

## Выбор формата отображения

В памяти калькулятора все числа хранятся с точностью 12 знаков, однако вы можете управлять числом знаков при отображении чисел с помощью команд меню Display. Чтобы вызвать это меню, нажмите  $\text{DISPLAY}$ . Первые четыре пункта (FIX, SCI, ENG и ALL) задают число знаков при отображении чисел. В ходе некоторых сложных внутренних вычислений калькулятор использует для промежуточных результатов точность 15 знаков. Отображаемое на экране число округляется в соответствии с выбранным форматом.

### Формат с фиксированной десятичной точкой (FIX)

В формате FIX числа могут отображаться с точностью до 11 десятичных знаков (11 цифр *справа* от метки ". " или ". "), если для них достаточно места. После приглашения  $\text{FIX}_$  введите число отображаемых десятичных знаков. Чтобы выбрать 10 или 11 знаков, введите  $\cdot 0$  или  $\cdot 1$ .

Например, в числе  $123.456.7889$  при выборе режима отображения FIX 4 вы увидите десятичные знаки "7", "0", "8" и "9".

Если число слишком велико ( $10^{11}$ ) или слишком мало ( $10^{-11}$ ) для отображения с текущим числом десятичных знаков, оно автоматически отображается в научном формате.

## Научный формат (SCI)

В формате SCI число отображается в научной записи: одна цифра перед меткой "." или "E", до 11 десятичных знаков и до трех цифр показателя степени. После приглашения SCI\_ введите число отображаемых десятичных знаков. Чтобы выбрать 10 или 11 знаков, введите   или  . (Мантисса числа всегда будет меньше 10).

Например, в числе  $1.2346E5$  при выборе режима отображения SCI 4 вы увидите десятичные знаки "2", "3", "4" и "6". Число "5" после "E" представляет собой показатель степени 10:  $1,2346 \times 10^5$ .

Если во введенном или полученном при расчете числе окажется больше 12 знаков, то эта дополнительная точность сохранена не будет.

## Инженерный формат (ENG)

В формате ENG число отображается аналогично научному формату, однако показатель степени кратен трем (перед меткой "." или "E" может быть до трех цифр). Такой формат особенно удобен для научных и инженерных расчетов, где единицы измерения определяются множителями  $10^3$  (например, микро-, милли- и кило-единицы).

После приглашения ENG\_ введите число знаков, которые нужно выводить после первой значащей цифры. Чтобы выбрать 10 или 11 знаков, введите   или  .

Например, в числе  $123.46E3$  при выборе режима отображения ENG 4 вы увидите значащие цифры "2", "3", "4" и "6" после первой значащей цифры. Число "3" после "E" представляет собой (кратный 3) показатель степени 10:  $123,46 \times 10^3$ .

При нажатии клавиш   или    показатель степени для отображаемого числа изменяется с шагом 3 (с соответствующей корректировкой мантиссы).

### Пример:

Следующий пример иллюстрирует поведение инженерного формата на примере числа  $12.346E4$ . Он также демонстрирует использование функций   и   . В примере применяется режим RPN.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>DISPLAY</b> <b>3</b> (3ENG)	ENG_	Выберите инженерный формат.
<b>4</b>	0.0000E0 0.0000E0	Введите 4 (для 4 значащих цифр после первой).
<b>1</b> <b>2</b> <b>.</b> <b>3</b> <b>4</b> <b>6</b>	123.46E3	Введите 12.346E4
<b>E</b> <b>4</b> <b>ENTER</b>	123.46E3	
<b>←ENG</b> или	123.46E3	
<b>ENG→</b>	123.46E3	
<b>←ENG</b>	123.46E3 0.12346E6	Увеличение показателя на 3.
<b>ENG→</b>	123.46E3 123.46E3	Уменьшение показателя на 3.

### Формат ALL (ALL)

Формат ALL применяется по умолчанию. В нем числа отображаются с точностью до 12 знаков. Если все цифры числа не помещаются на экране, то число автоматически отображается в научном формате.

### Точки и запятые в числах (.) (,)

Чтобы облегчить чтение чисел, калькулятор HP 35s может использовать для отображения как точки, так и запятые. В качестве символа десятичной точки можно выбрать точку или запятую. Кроме того, можно включить группировку цифр с помощью разделителей тысяч. Доступные возможности иллюстрирует следующий пример.

#### Пример

Введите число 12,345,678.90 и измените символ десятичной точки на запятую. Затем отключите разделитель тысяч. Наконец, вернитесь к установкам по умолчанию. В примере применяется режим RPN.

Клавиши:	Экран:	Описание:
[DISPLAY] [4] (4ALL)		Выберите режим плавающей точки с полной точностью (формат ALL).
[1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [.] [9] [ENTER]	12,345,678.9 12,345,678.9	В формате по умолчанию используется запятая как разделитель тысяч и точка как десятичная точка.
[DISPLAY] [6] (6.)	12.345.678.9 12.345.678.9	Измените символ десятичной точки на запятую. Обратите внимание, что разделитель тысяч автоматически поменялся на точку.
[DISPLAY] [8] (81000)	12345678.9 12345678.9	Отключите разделитель тысяч.
[DISPLAY] [5] (5.)	12,345,678.9	Вернитесь к формату по умолчанию.
[DISPLAY] [7] (71,000)	12,345,678.9	

## Формат отображения комплексных чисел ( $x \cdot i$ , $x + y \cdot i$ , $r \cdot \theta a$ )

Комплексные числа могут отображаться в различных форматах:  $x \cdot i$ ,  $x + y \cdot i$  и  $r \cdot \theta a$ , хотя формат  $x + y \cdot i$  доступен только в режиме ALG. В следующем примере комплексное число  $3 + 4i$  представлено всеми тремя способами.

### Пример

Отобразите комплексное число  $3 + 4i$  во всех возможных форматах.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>4</b> (4ALG)		Включите режим ALG
<b>3</b> <b>i</b> <b>4</b> <b>ENTER</b>	3i4	Введите комплексное число. Оно отображается в формате по умолчанию как 3i4.
<b>DISPLAY</b> <b>.</b>	3i4	Выберите формат x+yi.
<b>1</b> (11x+y·i)	3+4i	
<b>DISPLAY</b> <b>.</b>	3i4	Выберите формат гθ а. Модуль числа составляет 5, а аргумент приблизительно 53,13°.
<b>0</b> (1θrθa) или	5053.1301023542	
<b>DISPLAY</b> <b>^</b>		
<b>^</b> <b>&gt;</b> <b>ENTER</b>		

## Вывод числа с полной точностью 12 знаков

Изменение числа отображаемых десятичных знаков влияет на вид чисел на экране, но не на их внутреннее представление. Любое число всегда хранится в калькуляторе с точностью 12 знаков.

Например, для числа 14.8745632019 в режиме отображения FIX 4 вы увидите только "14.8746", однако последние шесть цифр ("632019") также присутствуют в калькуляторе.

Чтобы временно вывести число с полной точностью, нажмите **SHOW**. Пока вы удерживаете клавишу **SHOW**, на экране отображается полная мантисса числа (без показателя степени).

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>4</b> <b>5</b> <b>ENTER</b> <b>1</b> <b>.</b>	58.5000	Четыре десятичных знака.
<b>3</b> <b>x</b>		
<b>DISPLAY</b> <b>2</b> (2SCI)	5.85E1	Научный формат: два десятичных знака и показатель степени.
<b>2</b>		
<b>DISPLAY</b> <b>3</b> (3ENG)	58.5E0	Инженерный формат.
<b>2</b>		
<b>DISPLAY</b> <b>4</b> (4ALL)	58.5	Все значащие цифры, концевые нули опущены.
<b>DISPLAY</b> <b>1</b> (1FIX)	58.5000	Четыре десятичных знака, без показателя степени.
<b>4</b>		

Начинаем работать 1–25



$1/x$

0.0171

Обратная величина для 58,5.

SHOW

170940170940

Число с полной точностью

(удерживайте)

отображается до отпущения

SHOW

## Дроби

Калькулятор HP 35s позволяет вводить и использовать в операциях дроби, отображая их в виде десятичных чисел или дробей. HP 35s представляет дроби в форме  $a\ b/c$ , где число  $a$  является целым, а числа  $b$  и  $c$  – натуральными. Кроме того, выполняются условия  $0 \leq b < c$  и  $1 < c \leq 4095$ .

### Ввод дробей

Вы в любой момент можете ввести дробь и поместить ее в стек:

1. Введите целую часть числа и нажмите . (Первое нажатие отделяет целую часть числа от дробной).
2. Введите числитель дроби и снова нажмите . Второе нажатие отделяет числитель от знаменателя.
3. Введите знаменатель, а затем нажмите **ENTER** или функциональную клавишу, чтобы закончить ввод числа. Число или результат операции отображается в соответствии с текущим форматом.

Символ  $a\ b/c$  под клавишей напоминает, что при вводе дробей клавиша используется дважды.

Следующий пример иллюстрирует ввод и отображение дробей.

### Пример

Введите смешанную дробь  $12\ 3/8$  и отобразите ее в виде дроби и десятичного числа. Затем введите  $3/4$  и прибавьте это число к  $12\ 3/8$ . В примере применяется режим RPN.

**Клавиши:**

**Экран:**

0  
12.3

**Описание:**

Десятичная точка интерпретируется обычным образом.

$\square$ $\square$ 8	0.0000 12 3/8_	При втором нажатии $\square$ отображение переключается в режим дробей.
ENTER	12.3750 12.3750	После ввода число отображается в текущем формате.
$\square$ FDISP	12 3/8 12 3/8	Выберите режим отображения дробей.
$\square$ 3 $\square$ 4	12 3/8 0 3/4_	Введите $\frac{3}{4}$ . Заметьте, что ввод начинается с $\square$ , поскольку целая часть отсутствует (можно было также ввести 0 $\frac{3}{4}$ ).
+	0 13 1/8	Прибавьте $\frac{3}{4}$ к 12 $\frac{3}{8}$ .
$\square$ FDISP	0 13.1250	Вернитесь в текущий режим отображения.

Дополнительную информацию о работе с дробями см. в Главе 5 "Дроби".

## Сообщения

При возникновении ошибок калькулятор включает индикатор  $\blacktriangle$ . Как правило, его включение сопровождается выводом сообщения.

- Чтобы очистить сообщение, нажмите  $\square$  или  $\square$ . В режиме RPN вы вернетесь к стеку в состоянии, которое он имел до возникновения ошибки. В режиме ALG вы вернетесь к последнему выражению, причем курсор ввода будет установлен на позицию ошибки, так что ее легко можно будет исправить.
- При нажатии на любую другую клавишу также происходит очистка сообщения, однако функция этой клавиши введена не будет.

Если сообщение на экране отсутствует, но индикатор  $\blacktriangle$  включен, это означает, что вы нажали неактивную или недопустимую клавишу. Например, индикатор  $\blacktriangle$  появится при нажатии  $\square$   $\square$ , поскольку вторая десятичная точка в данном контексте не имеет смысла.

Все выводимые калькулятором сообщения об ошибках описаны в Приложении F "Сообщения".

## Память калькулятора

Калькулятор HP 35s имеет 30 Кб памяти, которую можно использовать для хранения данных в любых сочетаниях (переменные, уравнения, программы).

### Проверка доступной памяти

При нажатии клавиши  **MEM** появляется следующее меню:

```
1VAR  2PGM
ppp  mm·mm
```

Где

ppp – число используемых косвенных переменных.

mm·mm – число доступных байт памяти.

При нажатии **1** (1VAR) выводится каталог прямых переменных (см. "Просмотр переменных в каталоге VAR" в Главе 3). При нажатии **2** (2PGM) выводится каталог программ.

1. Для входа в каталог переменных нажмите **1** (1VAR); для входа в каталог программ нажмите **2** (2PGM).
2. Для просмотра каталогов используйте клавиши  или .
3. Чтобы удалить переменную или программу, нажмите  **CLEAR**, когда она отображается в соответствующем каталоге.
4. Для выхода из каталога нажмите **C**.

### Очистка всей памяти

При очистке всей памяти стираются все сохраненные вами числа, уравнения и программы. Такая очистка не влияет на установки режимов и форматов. (Чтобы очистить не только данные, но и настройки, обратитесь к разделу "Очистка памяти" в Приложении В).

#### Для очистки всей памяти:

1. Нажмите **4** (4ALL). На экране появится запрос подтверждения CLR ALL? Y N, который помогает предотвратить случайную очистку памяти.
2. Нажмите  (Y) **ENTER**.

# 2

## **RPN: автоматический стек памяти**

---

В этой главе рассказано, как производятся вычисления с использованием автоматического стека памяти в режиме RPN. *Чтение и понимание этого материала не требуется для работы с калькулятором*, однако оно значительно расширит доступные вам возможности, особенно при программировании.

В части 2 "Программирование" вы узнаете, как стек может помочь вам в организации и обработке данных программы.

---

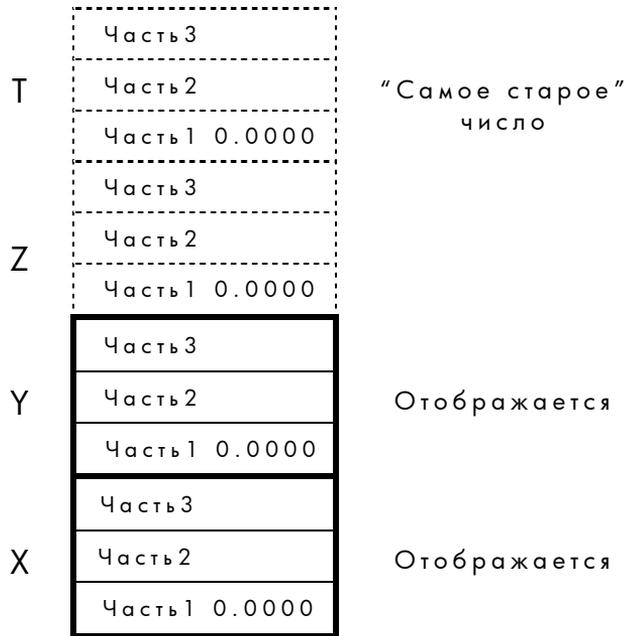
### **Что такое стек**

Именно благодаря *автоматическому сохранению промежуточных результатов* калькулятор HP 35s может легко выполнять сложные расчеты, причем без использования скобок. Ключом к такому автоматическому сохранению является *автоматический стек памяти RPN*.

Работа калькулятора HP опирается на однозначную *бесскобочную математическую запись*, которая носит название "польской нотации" и была разработана польским логиком Яном Лукашевичем (1878–1956).

Если в обычной алгебраической нотации обозначения операций находятся между соответствующими числами или переменными, то в нотации Лукашевича они помещались *перед* ними. Чтобы добиться максимальной эффективности работы стека, мы модифицировали эту нотацию так, что операции указываются после чисел. Отсюда термин *обратная польская нотация (Reverse Polish Notation)*, или RPN.

Стек состоит из четырех мест хранения, называемых *регистрами*, которые образуют "стопку" один над другим. Эти регистры – они обозначаются X, Y, Z и T – позволяют хранить и обрабатывать четыре текущих значения. "Самое старое" число хранится в регистре T (*top – верхний*). Стек представляет собой рабочую область для вычислений.



Наиболее "новое" число находится в регистре X. Это число вы видите на второй строке экрана.

Каждый из регистров разделяется на три части:

- Действительное число или 1-мерный вектор занимает часть 1; части 2 и 3 в этом случае будут нулевыми.
- Комплексное число или 2-мерный вектор занимает части 1 и 2; часть 3 в этом случае будет нулевой.
- 3-мерный вектор занимает части 1, 2 и 3.

В программах стек применяется для проведения расчетов, для временного хранения промежуточных результатов, для передачи сохраненных данных (переменных) между программами и подпрограммами, для получения входных данных и для выдачи результатов.

## 2-2 RPN: автоматический стек памяти

## Регистры X и Y на экране

Регистры X и Y вы видите на экране, кроме случаев, когда отображается меню, сообщение, уравнение или строка программы. Возможно, вы заметили, что в обозначениях некоторых функций присутствуют буквы x или y.

Это не случайное совпадение: эти буквы относятся к содержимому регистров X и Y. Например, операция  $\boxed{\leftarrow} \boxed{10^x}$  возводит десять в степень, определяемую числом в регистре X.

## Очистка регистра X

Нажатие  $\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{CLEAR}} \boxed{1} (*)$  всегда очищает регистр X и устанавливает его в нуль; эти клавиши также служат для ввода такой инструкции в программу. С другой стороны, поведение клавиши  $\boxed{C}$  зависит от контекста. Она очищает или отменяет текущий экран в зависимости от ситуации: ее действие аналогично  $\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{CLEAR}} \boxed{1} (*)$  только тогда, когда регистр X отображается на экране. Клавиша  $\boxed{\leftarrow}$  также действует как  $\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{CLEAR}} \boxed{1} (*)$ , когда регистр X отображается и ввод цифр закончен (нет курсора).

## Просмотр стека

### R↓ (Прокрутка вниз)

Клавиша  $\boxed{R\downarrow}$  (прокрутка вниз) позволяет просмотреть все содержимое стека, "прокручивая" его вниз по одному регистру. Вы видите находящиеся в стеке числа, когда они попадают в регистры X и Y.

Предположим, что стек заполнен числами 1, 2, 3, 4 (нажмите  $\boxed{1} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{2} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{3} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{4}$ ). Если нажать  $\boxed{R\downarrow}$  четыре раза, то числа совершат полный круг и вернуться к исходному положению:

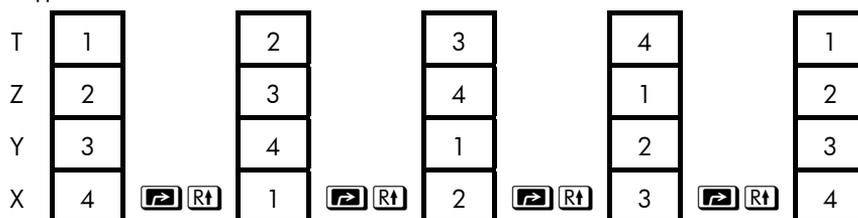
<b>T</b>	1		4		3		2		1
<b>Z</b>	2		1		4		3		2
<b>Y</b>	3		2		1		4		3
<b>X</b>	4	$\boxed{R\downarrow}$	3	$\boxed{R\downarrow}$	2	$\boxed{R\downarrow}$	1	$\boxed{R\downarrow}$	4

Происходит *ротация* числа из регистра X в регистр T, числа из регистра T в регистр Z, и т.д. Обратите внимание, что прокручивается только *содержимое* регистров – сами регистры остаются на месте, и на экране отображаются только значения регистров X и Y.

### R↑ (Прокрутка вверх)

Клавиша  (прокрутка вверх) работает аналогично , однако содержимое стека "прокручивается" по одному регистру вверх.

Число из регистра X попадает в регистр Y, число из регистра T в регистр X, и так далее.



### Обмен регистров X и Y в стеке

Еще одна клавиша для работы со стеком  (*x обмен y*) меняет местами содержимое регистров X и Y, не затрагивая остальной стек. Если нажать  два раза, то будет восстановлено исходное состояние регистров X и Y.

Операция  используется главным образом для изменения порядка чисел в расчете.

Например, вот один из путей вычисления  $9 \div (13 \times 8)$ :

Нажмите        .

Вычислить это выражение *слева направо* можно так:

       .

**Примечание** Важно понимать, что в стеке в любой момент может находиться не больше четырех чисел – при добавлении пятого числа содержимое регистра T (верхний регистр) будет потеряно.



## Арифметика: как работает стек

Содержимое стека автоматически перемещается вверх и вниз, когда новые числа помещаются в регистр X (*подъем стека*) и когда та или иная операция объединяет два числа из регистров X и Y, формируя одно новое число в регистре X (*опускание стека*).

Предположим, что стек заполнен числами 1, 2, 3 и 4. Проследим, как происходит опускание и подъем стека при расчете выражения

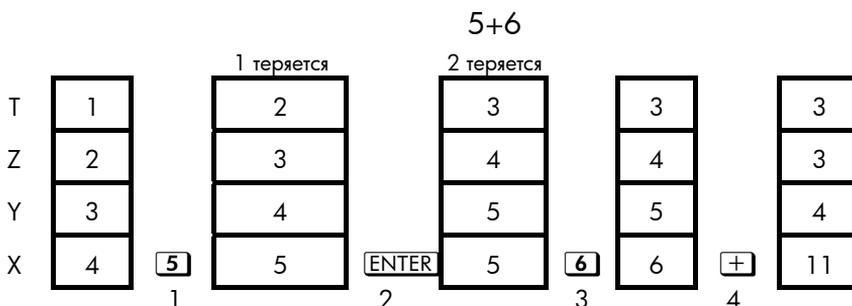
$$3+4-9$$

<b>T</b>	1	1	1	1
<b>Z</b>	2	1	2	1
<b>Y</b>	3	2	7	2
<b>X</b>	4	7	9	-2
	<b>+</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	

1. Содержимое стека "опускается". Значение регистра T (верхний) дублируется.
  2. Содержимое стека "поднимается". Значение регистра T теряется.
  3. Стек опускается.
- Обратите внимание, что при подъеме стека содержимое регистра T (верхний) заменяется содержимым регистра Z, а старое значение регистра T теряется. Таким образом, видно, что объем памяти стека ограничен четырьмя числами.
  - Благодаря автоматическому движению стека регистр X не требуется очищать перед началом нового расчета.
  - После выполнения большинства функций стек готовится к подъему содержимого при вводе следующего числа в регистр X. Список функций, которые отключают подъем стека, приводится в Приложении В.

## Как работает ENTER

Вы знаете, что клавиша **ENTER** разделяет два вводимых подряд числа. Что при этом происходит со стеком? Пусть стек опять заполнен числами 1, 2, 3 и 4. Теперь введем и сложим два новых числа:



1. Подъем стека.
2. Подъем стека и дублирование регистра X.
3. Подъем стека *не происходит*.
4. Опускание стека и дублирование регистра T.

**ENTER** копирует содержимое из регистра X в регистр Y. Следующее вводимое (или извлекаемое из памяти) число *перезаписывает* копию первого числа, оставшуюся в регистре X. В результате просто разделяются два последовательно введенных числа.

Эффект дублирования при нажатии **ENTER** можно использовать для быстрой очистки стека: нажмите 0 **ENTER** **ENTER** **ENTER**. Теперь все регистры стека содержат нуль. Заметьте, однако, что очищать стек перед проведением расчетов нет необходимости.

### Использование числа два раза подряд

Эффект дублирования **ENTER** можно использовать и для других целей. Чтобы прибавить к числу его само, нажмите **ENTER** **+**.

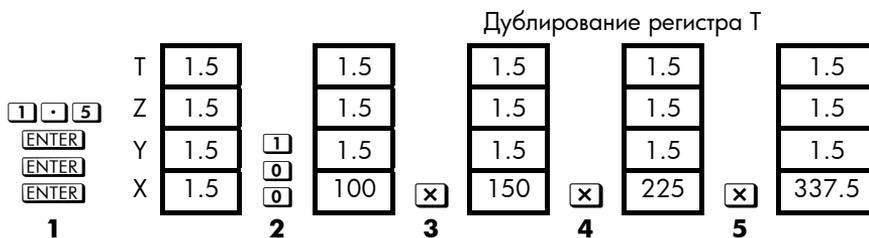
### Заполнение стека константой

Эффект дублирования при нажатии **ENTER** в сочетании с эффектом дублирования при опускании стека (из T в Z) позволяет заполнить стек необходимой для расчета числовой константой.

### Пример:

Пусть культура бактерий имеет постоянную скорость роста 50% в день. Какого размера достигнет колония из 100 организмов через 3 дня?

## 2-6 RPN: автоматический стек памяти



1. Заполняем стек значением скорости роста.
2. Вводим исходную численность колонии.
3. Рассчитываем численность через 1 день.
4. Рассчитываем численность через 2 дня.
5. Рассчитываем численность через 3 дня.

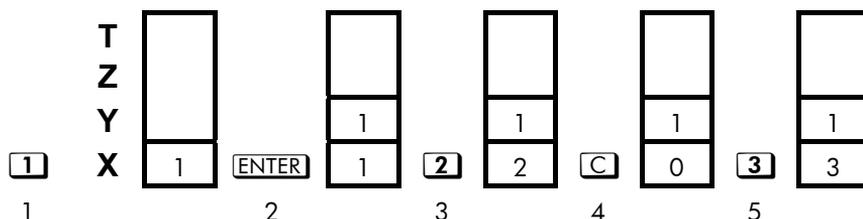
### Очистка стека

При очистке регистра X в него помещается ноль. Следующее вводимое (или извлекаемое из памяти) число *перезаписывает* это нулевое значение.

Существует четыре способа очистки содержимого X-регистра, т.е. значения x:

1. Нажмите **C**
2. Нажмите **←**.
3. Нажмите **▣** **CLEAR** **1** (1×) (применяется в основном при вводе программ).
4. Нажмите **▣** **CLEAR** **5** (5STK), чтобы очистить на ноль все регистры X, Y, Z и T.

Например, если вы хотели ввести 1 и 3, но по ошибке ввели 1 и 2, вот как можно это исправить:



1. Подъем стека.
2. Подъем стека и дублирование регистра X.
3. Перезапись регистра X.
4. Очистка X (перезапись нулем).
5. Перезапись X (вместо нулевого значения).

---

## Регистр LAST X

Регистр LAST X является дополнением к стеку: он содержит число, которое находилось в регистре X до выполнения последней численной функции. (Численная функция – это операция, которая формирует число из одного или нескольких других чисел, например,  $\sqrt{x}$ ). При нажатии  LAST X это значение вновь помещается в регистр X.

Такая возможность извлечь "последнее значение x" имеет два основных применения:

1. Исправление ошибок
2. Повторное использование чисел в расчете.

Полный список функций, которые сохраняют значение X в регистре LAST X, приводится в Приложении В.

## Исправление ошибок с помощью LAST X

### Неверная функция одного аргумента

Если вы вызвали неверную функцию одного аргумента, нажатие  LAST X позволяет извлечь число и выполнить нужную функцию. (Чтобы очистить неверный результат из стека, сначала нажмите .

Операции  % и  %CHG не вызывают опускание стека, поэтому связанные с ними ошибки можно исправить таким же образом, как для функций одного аргумента.

### Пример:

Предположим, вы только что рассчитали  $\ln 4,7839 \times (3,879 \times 10^5)$  и хотели извлечь из него квадратный корень, но по ошибке нажали   $e^x$ . Не нужно начинать все сначала! Чтобы получить правильный результат, нажмите  LAST X .

## Ошибки для функций с двумя аргументами

Если вы сделали ошибку в операции с двумя аргументами (например,  $+$ ,  $y^x$  или  $nCr$ ), ее можно исправить с помощью  $\leftarrow$  LASTx и обратной функции двух аргументов.

1. Нажмите  $\leftarrow$  LASTx, чтобы извлечь второе число (значение X непосредственно перед операцией).
2. Выполните обратную операцию. В результате получается число, которое первоначально было первым. Второе число по-прежнему находится в регистре LAST X. Затем:
  - Если вы вызвали *неверную функцию*, снова нажмите  $\leftarrow$  LASTx, чтобы восстановить исходное содержимое стека. Теперь выполните правильную функцию.
  - Если вы использовали *неверное второе число*, введите правильное значение и выполните нужную функцию.

Если вы использовали *неверное первое число*, введите правильное значение первого числа, нажмите  $\leftarrow$  LASTx, чтобы извлечь второе число, а затем снова выполните функцию. (Чтобы очистить неверный результат из стека, сначала нажмите C).

### Пример:

Предположим, вы сделали ошибку при расчете

$$16 \times 19 = 304$$

Существует три вида возможных ошибок:

Неверный расчет:	Ошибка:	Исправление:
$\boxed{1} \boxed{6} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{1} \boxed{9} \boxed{-}$	Неверная функция	$\leftarrow$ LASTx $\boxed{+}$ $\leftarrow$ LASTx $\boxed{\times}$
$\boxed{1} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{1} \boxed{9} \boxed{\times}$	Неверное первое число	$\boxed{1} \boxed{6} \leftarrow$ LASTx $\boxed{\times}$
$\boxed{1} \boxed{6} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{1} \boxed{8} \boxed{\times}$	Неверное второе число	$\leftarrow$ LASTx $\boxed{\div} \boxed{1} \boxed{9} \boxed{\times}$

## Повторное использование чисел с помощью LAST X

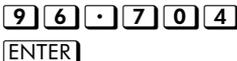
С помощью  **LAST X** можно повторно использовать определенное число (например, константу) в ходе расчета. Помните, что константу нужно вводить как второе число, непосредственно перед выполнением арифметической операции, чтобы она оказалась последним числом в регистре X и ее можно было сохранить и извлечь нажатием  **LAST X**.

### Пример:

Рассчитать  $\frac{96,704 + 52,3947}{52,3947}$

	T	<table border="1"><tr><td>t</td></tr></table>	t		<table border="1"><tr><td>t</td></tr></table>	t		<table border="1"><tr><td>t</td></tr></table>	t
t									
t									
t									
	Z	<table border="1"><tr><td>z</td></tr></table>	z		<table border="1"><tr><td>z</td></tr></table>	z		<table border="1"><tr><td>t</td></tr></table>	t
z									
z									
t									
	Y	<table border="1"><tr><td>96,7040</td></tr></table>	96,7040		<table border="1"><tr><td>96,7040</td></tr></table>	96,7040		<table border="1"><tr><td>z</td></tr></table>	z
96,7040									
96,7040									
z									
	X	<table border="1"><tr><td>96,7040</td></tr></table>	96,7040		<table border="1"><tr><td>52,3947</td></tr></table>	52,3947		<table border="1"><tr><td>149,0987</td></tr></table>	149,0987
96,7040									
52,3947									
149,0987									
	LAST X	<table border="1"><tr><td>/</td></tr></table>	/		<table border="1"><tr><td>/</td></tr></table>	/		<table border="1"><tr><td>52,3947</td></tr></table>	52,3947
/									
/									
52,3947									
	T	<table border="1"><tr><td>t</td></tr></table>	t		<table border="1"><tr><td>t</td></tr></table>	t			
t									
t									
	Z	<table border="1"><tr><td>z</td></tr></table>	z		<table border="1"><tr><td>t</td></tr></table>	t			
z									
t									
	Y	<table border="1"><tr><td>149,0987</td></tr></table>	149,0987		<table border="1"><tr><td>z</td></tr></table>	z			
149,0987									
z									
	X	<table border="1"><tr><td>52,3947</td></tr></table>	52,3947		<table border="1"><tr><td>2,8457</td></tr></table>	2,8457			
52,3947									
2,8457									
	LAST X	<table border="1"><tr><td>52,3947</td></tr></table>	52,3947		<table border="1"><tr><td>52,3947</td></tr></table>	52,3947			
52,3947									
52,3947									

#### Клавиши:

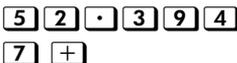


#### Экран:

96.7040

#### Описание:

Ввод первого числа.



149.0987

Промежуточный результат.

 <b>LAST x</b>	52.3947	Вновь вызывает число, которое отображалось перед нажатием  .
	2.8457	Окончательный результат.

### Пример:

Две близко расположенные к Земле звезды – это Ригель (Альфа) Центавра (расстояние 4,3 световых года) и Сириус (8,7 световых года). Используя величину скорости света  $c$  ( $9,5 \times 10^{15}$  метров в год), переведите расстояния от Земли до этих звезд в метры:

Ригель Центавра:  $4,3 \text{ год} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ м/год})$ .

Сириус:  $8,7 \text{ год} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ м/год})$ .

Клавиши:	Экран:	Описание:
   	4.3000	Расстояние до Ригеля Центавра в световых годах.
     	9.5E15_	Скорость света $c$ .
	4.0850E16	Расстояние до Ригеля Центавра в метрах.
    <b>LAST x</b>	9.5000E15	Извлекаем значение $c$ .
	8.2650E16	Расстояние до Сириуса в метрах.

## Цепочечные вычисления в режиме RPN

В режиме RPN автоматический подъем и опускание содержимого стека позволяют сохранять промежуточные результаты, не записывая и не вводя их повторно, а также не используя скобки.

### Операции со скобками

Например, вычислим  $(12 + 3) \times 7$ .

Решая эту задачу на бумаге, вы бы сначала вычислили промежуточный результат  $(12 + 3) \dots$

$$(12 + 3) = 15$$

... а затем умножили этот промежуточный результат на 7:

$$(15) \times 7 = 105$$

На калькуляторе HP 35s это выражение вычисляется точно так же, начиная изнутри скобок.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>1</b> <b>2</b> <b>ENTER</b> <b>3</b> <b>+</b>	15.0000	Сначала вычисляем промежуточный результат.

Вам не нужно нажимать **ENTER**, чтобы сохранить этот промежуточный результат перед дальнейшими операциями; поскольку это *вычисленный* результат, он сохраняется автоматически.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>7</b> <b>x</b>	105.0000	Нажимаем клавишу функции и получаем ответ. Этот результат можно использовать в дальнейших расчетах.

Теперь изучите следующие примеры. Помните, что **ENTER** нужно нажимать только для разделения вводимых подряд чисел, например, в начале выражения. Клавиши операций (**+**, **-** и т.д.) сами разделяют последовательные числа и сохраняют промежуточные результаты. Последний сохраненный результат будет первым извлечен, когда это потребует для проведения расчета.

Вычислить  $2 \div (3 + 10)$ :

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>3</b> <b>ENTER</b> <b>1</b> <b>0</b> <b>+</b>	13.0000	Сначала вычисляем $(3 + 10)$ .
<b>2</b> <b>x<math>\leftrightarrow</math>y</b> <b><math>\div</math></b>	0.1538	Помещаем 2 <i>перед</i> 13 для правильного деления: $2 \div 13$ .

Вычислить  $4 \div [14 + (7 \times 3) - 2]$ :

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>7</b> <b>ENTER</b> <b>3</b> <b>x</b>	21.0000	Вычисляем $(7 \times 3)$ .
<b>1</b> <b>4</b> <b>+</b> <b>2</b> <b>-</b>	33.0000	Вычисляем знаменатель.
<b>4</b> <b>x<math>\leftrightarrow</math>y</b>	33.0000	Помещаем 4 <i>перед</i> 33, готовясь к делению.
<b><math>\div</math></b>	0.1212	Вычисляем ответ $4 \div 33$ .

## 2-12 RPN: автоматический стек памяти

Задачи с несколькими скобками можно решить таким же образом, используя автоматическое сохранение промежуточных результатов. Например, чтобы решить на бумаге задачу  $(3 + 4) \times (5 + 6)$ , вы сначала рассчитали бы величину  $(3 + 4)$ . Затем вы нашли бы  $(5 + 6)$ . Наконец, вы бы умножили эти два промежуточных результата, чтобы получить ответ.

На калькуляторе HP 35s проблема решается точно так же, не считая того, что вам не нужно выписывать промежуточные результаты – калькулятор запоминает их за вас.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>3</b> <b>ENTER</b> <b>4</b> <b>+</b>	7.0000	Сначала складываем (3+4).
<b>5</b> <b>ENTER</b> <b>6</b> <b>+</b>	11.0000	Затем складываем (5+6).
<b>x</b>	77.0000	Затем перемножаем промежуточные результаты, получая окончательный ответ.

## Упражнения

**Вычислить:**

$$\frac{\sqrt{(16,3805 \times 5)}}{0,05} = 181,0000$$

**Решение:**

**1** **6** **.** **3** **8** **0** **5** **ENTER** **5** **x**  **$\sqrt{x}$**  **.** **0** **5**  **$\div$**

**Вычислить:**

$$\sqrt{[(2+3) \times (4+5)]} + \sqrt{[(6+7) \times (8+9)]} = 21,5743$$

**Решение:**

**2** **ENTER** **3** **+** **4** **ENTER** **5** **+** **x**  **$\sqrt{x}$**  **6** **ENTER** **7** **+** **8** **ENTER** **9** **+** **x**  **$\sqrt{x}$**  **+**

**Вычислить:**

$$(10 - 5) \div [(17 - 12) \times 4] = 0,2500$$

**Решение:**

**1** **7** **ENTER** **1** **2** **-** **4** **x** **1** **0** **ENTER** **5** **-**  **$x \leftrightarrow y$**   **$\div$**

или

**1** **0** **ENTER** **5** **-** **1** **7** **ENTER** **1** **2** **-** **4** **x**  **$\div$**

## Порядок вычислений

Мы рекомендуем выполнять цепочечные вычисления, двигаясь из самых внутренних скобок наружу. Тем не менее вы можете также решать задачи в порядке слева направо.

Например, мы уже вычисляли:

$$4 \div [14 + (7 \times 3) - 2]$$

начиная с самых внутренних скобок ( $7 \times 3$ ) и двигаясь наружу, как при расчете с помощью карандаша и бумаги. Для этого потребовались нажатия клавиш **7** **ENTER** **3** **x** **1** **4** **+** **2** **-** **4** **x $\leftrightarrow$ y** **÷**.

Чтобы решить задачу слева направо, нажмите

**4** **ENTER** **1** **4** **ENTER** **7** **ENTER** **3** **x** **+** **2** **-** **÷**.

При таком способе требуется одно дополнительное нажатие клавиши. Обратите внимание, что первый промежуточный результат все равно соответствует самым внутренним скобкам ( $7 \times 3$ ). Преимущество решения слева направо в том, что вам не нужно использовать **x $\leftrightarrow$ y** для изменения порядка операндов в *некоммутативных* функциях (**-** и **÷**).

Тем не менее первый способ (начиная с самых внутренних скобок) часто оказывается предпочтительным, потому что:

- Он требует меньше нажатий клавиш.
- Он использует меньше регистров стека.

---

**Примечание** При расчете по методу *слева направо* следите, чтобы в любой момент были нужны не больше *четырёх* промежуточных величин (или результатов), поскольку в стеке может находиться не больше *четырёх* чисел.

---



Приведенный выше пример при решении *слева направо* на одном из этапов требует всех регистров стека:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>4</b> <b>ENTER</b> <b>1</b> <b>4</b> <b>ENTER</b>	14.0000	Сохраняем 4 и 14 как промежуточные числа в стеке.
<b>7</b> <b>ENTER</b> <b>3</b>	3_	Сейчас стек полностью заполнен числами для расчета.
<b>x</b>	21.0000	Промежуточный результат.
<b>+</b>	35.0000	Промежуточный результат.
<b>2</b> <b>-</b>	33.0000	Промежуточный результат.
<b>÷</b>	0.1212	Окончательный результат.

## Дополнительные упражнения

Попрактикуйтесь в использовании RPN, решая следующие задачи:

**Вычислить:**

$$(14 + 12) \times (18 - 12) \div (9 - 7) = 78,0000$$

**Решение:**

**1** **4** **ENTER** **1** **2** **+** **1** **8** **ENTER** **1** **2** **-** **x** **9** **ENTER** **7** **-**  
**÷**

**Вычислить:**

$$23^2 - (13 \times 9) + 1/7 = 412,1429$$

**Решение:**

**2** **3** **↵** **x<sup>2</sup>** **1** **3** **ENTER** **9** **x** **-** **7** **1/x** **+**

**Вычислить:**

$$\sqrt{(5,4 \times 0,8) \div (12,5 - 0,7^3)} = 0,5961$$

**Решение:**

**5** **·** **4** **ENTER** **·** **8** **x** **·** **7** **ENTER** **3** **y<sup>x</sup>** **1** **2** **·** **5** **x<sup>↔</sup>y** **-**  
**÷** **√x**

или

**5** **·** **4** **ENTER** **·** **8** **x** **1** **2** **·** **5** **ENTER** **·** **7** **ENTER** **3** **y<sup>x</sup>**  
**-** **÷** **√x**

**Вычислить:**

$$\sqrt{\frac{8,33 \times (4 - 5,2) \div [(8,33 - 7,46) \times 0,32]}{4,3 \times (3,15 - 2,75) - (1,71 \times 2,01)}} = 4,5728$$

**Решение:**

4 ENTER 5 . 2 - 8 . 3 3 x  LAST x 7 . 4 6 -  
0 . 3 2 x ÷ 3 . 1 5 ENTER 2 . 7 5 - 4 . 3 x  
1 . 7 1 ENTER 2 . 0 1 x - ÷ 

# 3

## Сохранение данных с помощью переменных

Калькулятор HP 35s имеет 30 Кб памяти, которые можно использовать для хранения чисел, уравнений и программ. Числа сохраняются в ячейках, называемых *переменными*, каждая из которых имеет имя – букву от A до Z. (Эту букву можно выбирать так, чтобы она напоминала вам о хранящейся в переменной информации, например, B для *баланса счета* или C для *скорости света*).

### Пример:

Этот пример показывает, как сохранить значение 3 в переменной A – сначала в режиме RPN, а затем ALG.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>5</b> (5 RPN)		Переход в режим RPN (если нужно).
<b>3</b>	0.0000 3_	Введите значение (3).
<b>STO</b>	STO_	Команда Store приглашает ввести букву (обратите внимание на индикатор A...Z).
<b>A</b>	0.0000 3.0000	Значение 3 сохраняется в переменной A и возвращается в стек.
<b>MODE</b> <b>4</b> (4 ALG)		Переход в режим ALG (если нужно).
<b>3</b> <b>STO</b> <b>A</b>	3A_	И снова команда Store приглашает ввести букву, и появляется индикатор A...Z.

Клавиши:	Экран:	Описание:
	3 → A 0	3.000 Значение 3 сохраняется в переменной A, а результат помещается на строку 2.

В режиме ALG в переменной можно сохранить выражение; в этом случае в переменную помещается значение выражения, а не оно само.

### Пример:

Клавиши:	Экран:	Описание:
 	1+3÷4 → G 500	1.7 Вводим выражение, а затем действуем как в предыдущем примере.

Каждая розовая буква связана с определенной клавишей и уникальной переменной. (Это подтверждает индикатор **A..Z** на экране).

Обратите внимание, что переменные aX, Y, Z, T и регистры стека X, Y, Z, T представляют собой *различные* ячейки хранения.

---

## Сохранение и извлечение чисел

Для сохранения чисел и векторов в обозначенных буквами переменных, а также их извлечения служат команды Store ( ) и Recall ( ). Эти числа могут быть действительными или комплексными, десятичными или дробными, иметь основание 10 или использовать любой другой формат, поддерживаемый HP 35s.

### Чтобы сохранить копию отображаемого числа (регистра X) в прямой переменной:

Нажмите клавиша-буквы .

### Чтобы извлечь копию числа из прямой переменной на экран:

Нажмите клавиша-буквы .

## 3-2 Сохранение данных с помощью переменных

### Пример: Сохранение чисел.

Давайте сохраним значение числа Авогадро (приблизительно  $6,0221 \times 10^{23}$ ) в переменной А.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>6</b> <b>.</b> <b>0</b> <b>2</b> <b>2</b> <b>1</b>	6.0221E23_	Число Авогадро.
<b>E</b> <b>2</b> <b>3</b>		
<b>▸</b> <b>STO</b> <b>A</b>	6.0221E23▸A_	"▸" приглашает ввести имя переменной.
<b>ENTER</b>	6.0221E23▸A	Копия числа Авогадро сохраняется в А. При этом также завершается ввод цифр.
<b>C</b>	_	Очистка числа на экране.
<b>RCL</b>	<b>A..Z</b>	Включается индикатор <b>A..Z</b>
<b>A</b> <b>ENTER</b>	A= 6.0221E23	Число Авогадро копируется из А на экран.

Чтобы извлечь хранящееся в переменной значение, используйте команду Recall. Отображаемая этой командой информация в режимах RPN и ALG несколько различается, как иллюстрирует следующий пример.

### Пример

В этом примере мы извлекаем значение 1,75, сохраненное выше в переменной G. Предполагается, что в начале примера калькулятор HP 35s по-прежнему находится в режиме ALG.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>RCL</b> <b>G</b> <b>ENTER</b>	G 1.7500	Нажатие <b>RCL</b> просто включает режим A...Z; никакие команды в строку 1 не вставляются.

В режиме ALG с помощью клавиши Recall можно вставить переменную в выражение на строке ввода команды. Пусть мы хотим вычислить  $15 - 2 \times G$ , используя сохраненное выше значение  $G=1,75$ .

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>1</b> <b>5</b> <b>-</b> <b>2</b> <b>x</b>	15-2xG	
<b>RCL</b> <b>G</b> <b>ENTER</b>	11.5000	

Теперь перейдем в режим RPN и извлечем значение G.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>5</b> (SRPN)		Переход в режим RPN
<b>RCL</b>	RCL _	В режиме RPN клавиша <b>RCL</b> вставляет команду в строку ввода.
<b>G</b>	1.7500 1.7500	Нажимать <b>ENTER</b> не нужно.

---

## Просмотр переменных

Команда VIEW (**VIEW**) позволяет просмотреть значение переменной, не извлекая это значение в регистр X. Информация представляется в виде *Переменная=Значение*. Если число содержит слишком много цифр и не помещается на экран, используйте для просмотра недостающих цифр клавиши **VIEW** **>** или **VIEW** **<**. Чтобы отменить режим VIEW, нажмите **←** или **C**. Команда VIEW чаще всего применяется при программировании, но окажется полезной во всех случаях, когда вы хотите проверить значение переменной, не затрагивая стек.

---

## Использование каталога MEM

Каталог MEM (**MEM**) содержит информацию об объеме доступной памяти. Отображаемая в каталоге информация имеет следующий формат:

1.VAR 2.PGM

ppp mm·mmm

где *mm,mmm* – это число доступных байт памяти, а *ppp* – число используемых косвенных переменных.

Дополнительную информацию о косвенных переменных см. в Главе 14.

## Каталог VAR

По умолчанию все прямые переменные от A до Z содержат нулевые значения. Если в какой-либо прямой переменной сохранено ненулевое число, то значение этой переменной можно просмотреть в каталоге VAR (   (1VAR)).

### Пример:

В этом примере мы сохраним значение 3 в переменной C, значение 4 в D и значение 5 в E. Затем мы посмотрим эти переменные с помощью каталога VAR, а также очистим их. В примере используется режим RPN.

Клавиши:	Экран:	Описание:
 CLEAR  (2VAR S)		Очищаем все прямые переменные
  STO  4		Сохраняем 3 в C, 4 в D и 5 в E.
  STO  5		
  STO 		
 MEM  (1VAR) C=	C= 3	Входим в каталог VAR.

Обратите внимание на индикаторы  и , которые показывают, что клавиши  и  активны и позволяют выполнять прокрутку каталога. В то же время при включенном режиме отображения дробей индикаторы  и  указывают точность только в случае, когда в каталоге имеется всего одна переменная. Возвращаясь к нашему примеру, покажем, как перемещаться по каталогу VAR.

	D=	4	Прокрутка вниз к следующей прямой переменной с ненулевым значением: D=4.
	E=	5	Еще одна прокрутка вниз для просмотра значения E=5.

Пока мы находимся в каталоге VAR, давайте расширим этот пример и покажем, как очистить значение переменной на нуль, т.е. фактически удалить текущее значение. Мы удалим переменную E.

 CLEAR

C=

3 E больше не отображается в каталоге VAR, поскольку ее значение равно нулю. Следующей переменной, как видно, будет C.

Предположим теперь, что вы хотите скопировать значение C в стек.

 ENTER

5

3

Значение C=3 копируется в регистр X, а число 5 (введенное выше при определении E=5) перемещается в регистр Y.

Вы можете в любой момент выйти из каталога VAR, нажав  или . Чтобы очистить переменную, можно также просто сохранить в ней нулевое значение. Наконец, можно очистить все прямые переменные, нажав  CLEAR  (2VARS). Если все прямые переменные имеют нулевые значения, то при попытке войти в каталог VAR появляется сообщение об ошибке "ALL VARS = 0".

Если значение переменной содержит слишком много цифр и отображается на экране не полностью, вы можете использовать для просмотра недостающих цифр клавиши  и .

---

## ✓ Арифметика с сохраненными переменными

Арифметика сохранения и арифметика извлечения позволяют проводить расчеты с сохраненным в переменной числом, не извлекая переменную в стек. Одно число для операции берется из регистра X, а другое – из указанной переменной.

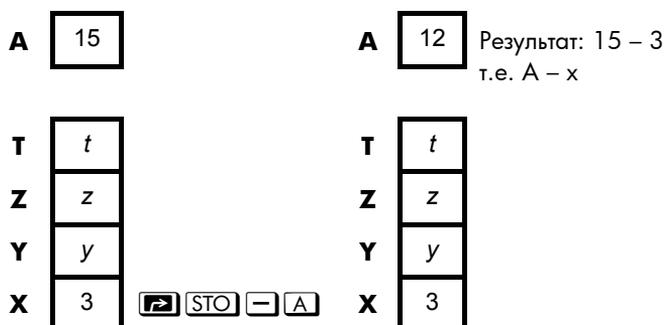
## ✓ Арифметика сохранения

Арифметика сохранения с командами , ,  и  выполняет арифметическую операцию и сохраняет результат в самой переменной. Она использует значение из регистра X и не затрагивает стек.

Новое значение переменной = Старое значение переменной {+, -, ×, ÷} X.

## 3–6 Сохранение данных с помощью переменных

Например, пусть мы хотим вычесть из значения переменной A (15) число в регистре X (3, отображается на экране). Нажмите  $\boxed{\text{STO}} \boxed{-} \boxed{A}$ . Теперь A = 12, а на экране по-прежнему отображается 3.

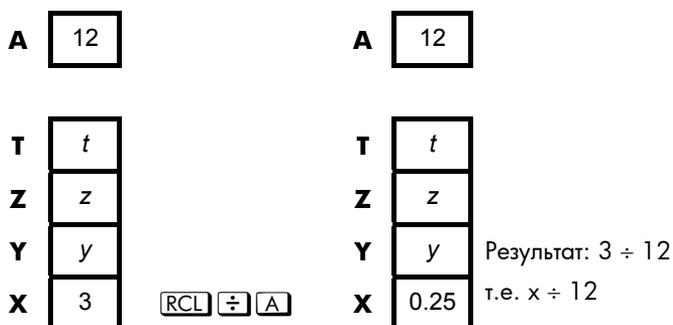


### ✓ Арифметика извлечения

Арифметика извлечения с командами  $\boxed{\text{RCL}} \boxed{+}$ ,  $\boxed{\text{RCL}} \boxed{-}$ ,  $\boxed{\text{RCL}} \boxed{\times}$  и  $\boxed{\text{RCL}} \boxed{\div}$  выполняет арифметическую операцию в регистре X, используя извлеченное значение переменной, и оставляет результат на экране. При этом затрагивается только регистр X. Значение переменной остается прежним, а результат операции заменяет число в регистре X.

Новое значение X = Старое значение X {+, −, ×, ÷} Переменная

Пусть вам нужно разделить число в регистре X (3, отображается на экране) на значение переменной A (12). Нажмите  $\boxed{\text{RCL}} \boxed{\div} \boxed{A}$ . Теперь X = 0,25, а значение A по-прежнему равно 12. Арифметика извлечения помогает экономить память в программах:  $\boxed{\text{RCL}} \boxed{+} \boxed{A}$  (одна инструкция) занимает в два раза меньше памяти, чем  $\boxed{\text{RCL}} \boxed{A}, \boxed{+}$  (две инструкции).



### ✓ Пример:

Предположим, что переменные  $D$ ,  $E$  и  $F$  содержат значения 1, 2 и 3. Воспользуемся арифметикой сохранения, чтобы прибавить 1 к каждой из них.

Клавиши:	Экран:	Описание:
1 $\rightarrow$ STO D	1.0000	Сохраняем заданные значения в переменных.
2 $\rightarrow$ STO E	2.0000	
3 $\rightarrow$ STO F	3.0000	
1 $\rightarrow$ STO + D $\rightarrow$ STO + E $\rightarrow$ STO + F	1.0000	Прибавляем 1 к $D$ , $E$ и $F$ .
$\leftarrow$ VIEW D	D= 2.0000	Выводим текущее значение $D$ .
$\leftarrow$ VIEW E	E= 3.0000	
$\leftarrow$ VIEW F	F= 4.0000	
$\leftarrow$	1.0000	Отменяем режим просмотра VIEW; снова отображается значение регистра X.

Пусть теперь переменные  $D$ ,  $E$  и  $F$  содержат значения 2, 3 и 4 из последнего примера. Разделим 3 на  $D$ , умножим на  $E$ , и прибавим к результату  $F$ .

Клавиши:	Экран:	Описание:
3 RCL $\div$ D	1.5000	Вычисляем $3 \div D$ .
RCL $\times$ E	4.5000	$3 \div D \times E$ .
RCL + F	8.5000	$3 \div D \times E + F$ .

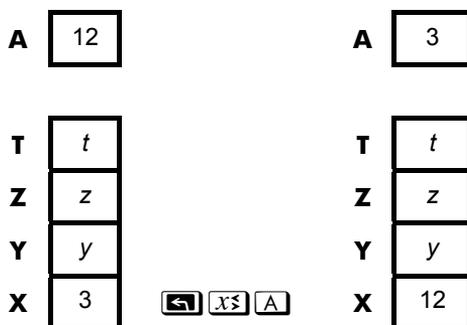
---

## Обмен X с любой переменной

Клавиша  $\leftarrow$  X $\leftrightarrow$  позволяет произвести обмен значения  $X$  (отображаемого регистра X) и содержимого любой переменной. Выполнение этой функции не затрагивает регистры Y, Z и T.

### Пример:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>1</b> <b>2</b> <b>→</b> <b>STO</b>	12.0000	Сохраняем 12 в переменной A.
<b>A</b> <b>ENTER</b>		
<b>3</b>	3_	Отображается X.
<b>↵</b> <b>X↔</b> <b>A</b>	12.0000	Обмен содержимого регистра X и переменной A.
<b>↵</b> <b>X↔</b> <b>A</b>	3.0000	Обмен содержимого регистра X и переменной A.



---

## Переменные "I" и "J"

К двум переменным (I и J) можно обращаться непосредственно. Они сохраняют значения точно так же, как другие переменные, однако особенность I и J в том, что они позволяют обращаться к другим переменным (включая статистические регистры) с помощью команд (I) и (J). Команда (I) находится на клавише **0**, а команда (J) на клавише **.**. Этот прием программирования называется косвенной адресацией и рассматривается в разделе "Косвенная адресация переменных и меток" в Главе 14.



# 4

## Функции действительных чисел

---

В этой главе рассматривается большинство функций калькулятора, которые выполняют операции над действительными числами, в том числе некоторые численные функции, применяемые в программах (например, функция абсолютной величины ABS). Эти функции подразделяются на следующие группы:

- Экспоненциальные и логарифмические функции
- Частное и остаток от деления
- Степенные функции ( $y^x$  и  $\frac{x}{y}$ )
- Тригонометрические функции
- Гиперболические функции
- Функции процентов
- Физические константы
- Функции преобразования координат, углов и единиц измерения
- Функции вероятности
- Части числа (функции изменения чисел)

Арифметические функции и вычисления были рассмотрены в Главах 1 и 2. Специальные численные операции (поиск корней, интегрирование, комплексные числа, преобразования систем счисления и статистика) обсуждаются в последующих главах. Все приведенные в данной главе примеры предполагают, что калькулятор HP 35s находится в режиме RPN.

---

### ✓ Экспоненциальные и логарифмические функции

Выведите число на экран, а затем выполните функцию – нажимать **ENTER** нет необходимости.

Чтобы вычислить:	Нажмите:
Натуральный логарифм (основание $e$ )	LN
Обычный логарифм (основание 10)	LOG
Натуральную экспоненту	$e^x$
Обычную экспоненту (десятичный антилогарифм)	$10^x$

## ✓ Частное и остаток от деления

Клавиши INTG 2 (2INT÷) и INTG 3 (3Rmdr) позволяют получить соответственно целочисленное частное и целочисленный остаток от деления двух целых чисел.

1. Введите первое целое число.
2. Нажмите ENTER, чтобы отделить первое число от второго.
3. Введите второе число (не нажимайте ENTER).
4. Нажмите клавишу функции.

### Пример:

Чтобы вывести частное и остаток от деления  $58 \div 9$

Клавиши:	Экран:	Описание:
5 8 ENTER 9  INTG 2 (2INT÷)	6.0000	На экран выводится частное.
5 8 ENTER 9  INTG 3 (3Rmdr)	4.0000	На экран выводится остаток.

## ✓ Степенные функции

В режиме RPN для возведения числа  $y$  в степень  $x$  введите  $y$  ENTER  $x$ , а затем нажмите  $y^x$ . (Для  $y > 0$  значение  $x$  может быть любым, а для  $y < 0$  – только положительным).

Чтобы вычислить:	Нажмите:	Результат:
$15^2$	<b>1</b> <b>5</b> <b>↵</b> $x^2$	225.0000
$10^6$	<b>6</b> <b>↵</b> $10^x$	1.000.000.0000
$5^4$	<b>5</b> <b>ENTER</b> <b>4</b> $y^x$	625.0000
$2^{-1,4}$	<b>2</b> <b>ENTER</b> <b>1</b> <b>.</b> <b>4</b> <b>+/-</b> $y^x$	0.3789
$(-1,4)^3$	<b>1</b> <b>.</b> <b>4</b> <b>+/-</b> <b>ENTER</b> <b>3</b> $y^x$	-2.7440

В режиме RPN для вычисления корня степени  $x$  из числа  $y$  введите  $y$  **ENTER**  $x$ , а затем нажмите **↵**  $\sqrt[y]{x}$ . Для  $y < 0$  значение  $x$  должно быть целочисленным.

Чтобы вычислить:	Нажмите:	Результат:
$\sqrt{196}$	<b>1</b> <b>9</b> <b>6</b> $\sqrt{x}$	14.0000
$\sqrt[3]{-125}$	<b>1</b> <b>2</b> <b>5</b> <b>+/-</b> <b>ENTER</b> <b>3</b> <b>↵</b> $\sqrt[y]{x}$	-5.0000
$\sqrt[4]{625}$	<b>6</b> <b>2</b> <b>5</b> <b>ENTER</b> <b>4</b> $\sqrt[y]{x}$	5.0000
$-1,4\sqrt[0,37893]{}$	<b>.</b> <b>3</b> <b>7</b> <b>8</b> <b>9</b> <b>3</b> <b>ENTER</b> <b>1</b> <b>.</b> <b>4</b> <b>+/-</b> <b>↵</b> $\sqrt[y]{x}$	2.0000

## Тригонометрия

### Ввод числа $\pi$

Нажмите **↵**  $\pi$ , чтобы поместить первые 12 знаков числа  $\pi$  в регистр X.

(Вид числа на экране зависит от формата отображения). Клавиша **↵**  $\pi$  представляет собой функцию, которая возвращает в стек приближенное значение  $\pi$ , поэтому нажимать после этого **ENTER** не нужно.

Обратите внимание, что калькулятор не в состоянии точно представить число  $\pi$ , поскольку оно является трансцендентным.

## Установка углового режима

Угловой режим определяет, использование каких единиц измерения углов предполагается при вызове тригонометрических функций. Изменение этого режима *не вызывает* преобразования уже имеющихся чисел (см. раздел "Функции преобразования" далее в этой главе).

$$360 \text{ градусов} = 2\pi \text{ радиан} = 400 \text{ градусов}$$

Чтобы задать угловой режим, нажмите **MODE**. На экране появится меню, где можно выбрать нужный вариант.

Вариант	Описание	Индикатор
DEG	Устанавливает режим градусов. Используется десятичная шкала градусов, а не шестидесятеричная (градусы, минуты, секунды)	нет
RAD	Устанавливает режим радианов	<b>RAD</b>
GRAD	Устанавливает режим градусов	<b>GRAD</b>

## ✓ Тригонометрические функции

Когда на экране отображается число  $x$ :

Чтобы вычислить:	Нажмите:
Синус $x$	<b>SIN</b>
Косинус $x$	<b>COS</b>
Тангенс $x$	<b>TAN</b>
Арксинус $x$	<b>ASIN</b>
Арккосинус $x$	<b>ACOS</b>
Арктангенс $x$	<b>ATAN</b>

**Примечание** Результаты расчетов с иррациональным числом  $\pi$  невозможно точно выразить, используя внутреннюю 15-значную точность калькулятора. Это особенно заметно в тригонометрии. Например, вычисленное значение  $\sin \pi$  (в радианах) равно не нулю, а  $-2,0676 \times 10^{-13}$  – очень маленькому, близкому к нулю числу.



### Пример:

Покажем, что косинус  $(5/7)\pi$  радиан и косинус  $128,57^\circ$  равны (с точностью до 4 значащих цифр).

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>2</b> (2RAD)		Устанавливаем режим радианов; индикатор <b>RAD</b> включен.
<b>.</b> <b>5</b> <b>.</b> <b>7</b> <b>ENTER</b>	0.7143	$5/7$ в десятичном формате
<b>π</b> <b>x</b> <b>COS</b>	-0.6235	$\cos(5/7)\pi$
<b>MODE</b> <b>1</b> (1DEG)	-0.6235	Переключаемся в режим градусов (без индикатора).
<b>1</b> <b>2</b> <b>8</b> <b>.</b> <b>5</b> <b>7</b> <b>COS</b>	-0.6235	Вычисляем $\cos 128,57^\circ$ , который совпадает со значением $\cos(5/7)\pi$ .

### Замечание по программированию:

Уравнения, использующие тригонометрические функции для определения угла  $\theta$ , часто имеют следующий или аналогичный вид:

$$\theta = \arctan(y/x).$$

Если  $x = 0$ , то значение  $y/x$  не определено, что вызывает ошибку: **DIVIDE BY 0**.

## Гиперболические функции

Когда на экране отображается число  $x$ :

Чтобы вычислить:	Нажмите:
Гиперболический синус $x$ (SINH)	HYP SIN
Гиперболический косинус $x$ (COSH)	HYP COS
Гиперболический тангенс $x$ (TANH)	HYP TAN
Гиперболический арксинус $x$ (ASINH)	HYP  ASIN
Гиперболический арккосинус $x$ (ACOSH)	HYP  ACOS
Гиперболический арктангенс $x$ (ATANH)	HYP  ATAN



## Функции процентов

Особенность функций процентов (по сравнению с  $\times$  и  $\div$ ) состоит в том, что они сохраняют значение базового числа (в регистре Y), возвращая результат вычисления процентов в регистре X. Затем вы можете использовать базовое число и результат в дальнейших расчетах, и повторно вводить базовое число не нужно.

Чтобы вычислить	Нажмите:
$x\%$ от $y$	$y$ $\times$
Изменение в процентах от $y$ до $x$ ( $y \neq 0$ )	$y$ $\times$

### Пример:

Найти величину налога с продаж при ставке 6% и общую стоимость товара ценой \$15,76.

Используйте формат отображения FIX 2, чтобы обеспечить правильное округление денежных сумм.

Клавиши:	Экран:	Описание:
DISPLAY 1 (FIX)		Отображение с округлением
2		до двух десятичных знаков.
1 5 . 7 6 ENTER	15.76	
6  %	0.95	Вычисляем налог с продаж 6%.

## 4-6 Функции действительных чисел

<b>[+]</b>	16.71	Общая стоимость (базовая цена + налог 6%)
------------	-------	---

Предположим, что товар ценой \$15,76 в прошлом году стоил \$16,12. Каково изменение в процентах цены этого года по сравнению с прошлым?

<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
<b>[1] [6] [.] [1] [2] [ENTER]</b>	16.12	
<b>[1] [5] [.] [7] [6] [↵]</b> <b>[%CHG]</b>	-2.23	В этом году цена упала примерно на 2,2% по сравнению с прошлым годом.
<b>[↵] [DISPLAY] [1] (1FIX)</b> <b>[4]</b>	-2.2333	Восстанавливаем формат FIX 4.

---

**Примечание** Для функции %CHG важен порядок двух чисел. Он определяет, будет ли изменение рассматриваться как положительное или как отрицательное.



## Физические константы

Меню CONST обеспечивает доступ к значениям 41 физической константы. При нажатии  CONST открывается меню со следующими вариантами.

### Меню CONST

Пункт	Описание	Значение
c	Скорость света в вакууме	$299792458 \text{ м с}^{-1}$
g	Стандартное ускорение свободного падения	$9,80665 \text{ м с}^{-2}$
G	Ньютоновская гравитационная постоянная	$6,673 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$
Vm	Молярный объем идеального газа	$0,022413996 \text{ м}^3 \text{ моль}^{-1}$
NA	Постоянная Авогадро	$6,02214199 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
R∞	Постоянная Ридберга	$10973731,5685 \text{ м}^{-1}$
eV	Элементарный заряд	$1,602176462 \times 10^{-19} \text{ Кл}$
mе	Масса электрона	$9,10938188 \times 10^{-31} \text{ кг}$
mP	Масса протона	$1,67262158 \times 10^{-27} \text{ кг}$
mП	Масса нейтрона	$1,67492716 \times 10^{-27} \text{ кг}$
mM	Масса мюона	$1,88353109 \times 10^{-28} \text{ кг}$
k	Постоянная Больцмана	$1,3806503 \times 10^{-23} \text{ Дж К}^{-1}$
h	Постоянная Планка	$6,62606876 \times 10^{-34} \text{ Дж с}$
ħ	Постоянная Планка / 2π	$1,054571596 \times 10^{-34} \text{ Дж с}$
Φo	Квант магнитного потока	$2,067833636 \times 10^{-15} \text{ Вб}$
Эo	Радиус Бора	$5,291772083 \times 10^{-11} \text{ м}$
εo	Диэлектрическая постоянная	$8,854187817 \times 10^{-12} \text{ Ф м}^{-1}$
R	Универсальная газовая постоянная	$8,314472 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$
F	Число Фарадея	$96485,3415 \text{ Кл моль}^{-1}$
u	Атомная единица массы	$1,66053873 \times 10^{-27} \text{ кг}$
Mo	Магнитная постоянная	$1,2566370614 \times 10^{-6} \text{ Гн м}^{-1}$
ME	Магнетон Бора	$9,27400899 \times 10^{-24} \text{ Дж Тл}^{-1}$
MN	Ядерный магнетон	$5,05078317 \times 10^{-27} \text{ Дж Тл}^{-1}$
MP	Магнитный момент протона	$1,410606633 \times 10^{-26} \text{ Дж Тл}^{-1}$
ME	Магнитный момент электрона	$-9,28476362 \times 10^{-24} \text{ Дж Тл}^{-1}$

Пункт	Описание	Значение
$\mu_n$	Магнитный момент нейтрона	$-9,662364 \times 10^{-27}$ Дж Тл <sup>-1</sup>
$\mu_\mu$	Магнитный момент мюона	$-4,49044813 \times 10^{-26}$ Дж Тл <sup>-1</sup>
$r_e$	Классический радиус электрона	$2,817940285 \times 10^{-15}$ м
$Z_0$	Характеристический импеданс вакуума	376,730313461 Ом
$\lambda_C$	Комптоновская длина волны	$2,426310215 \times 10^{-12}$ м
$\lambda_{Cn}$	Комптоновская длина волны нейтрона	$1,319590898 \times 10^{-15}$ м
$\lambda_{Cp}$	Комптоновская длина волны протона	$1,321409847 \times 10^{-15}$ м
$\alpha$	Постоянная тонкой структуры	$7,297352533 \times 10^{-3}$
$\sigma$	Постоянная Стефана-Больцмана	$5,6704 \times 10^{-8}$ Вт м <sup>-2</sup> К <sup>-4</sup>
$t$	Реперная температура Цельсия	273,15 К
$a_{tm}$	Стандартная атмосфера	101325 Па
$\gamma_P$	Гиромагнитное отношение протона	$267522212$ с <sup>-1</sup> Тл <sup>-1</sup>
$C_1$	Первая радиационная постоянная	$374177107 \times 10^{-16}$ Вт м <sup>2</sup>
$C_2$	Вторая радиационная постоянная	0,014387752 м К
$G_0$	Квант проводимости	$7,748091696 \times 10^{-5}$ См
$e$	Основание натуральных логарифмов (число e)	2,71828182846

Источники: Peter J.Mohr and Barry N.Taylor, CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 1998; Journal of Physical and Chemical Reference Data, Vol.28, No.6, 1999; Reviews of Modern Physics, Vol.72, No.2, 2000.

#### Чтобы вставить константу:

1. Установите курсор в позицию, где необходимо вставить константу.
2. Нажмите  **CONST**, чтобы открыть меню физических констант.

3. Прокручивайте меню с помощью клавиш  $\leftarrow$   $\rightarrow$   $\uparrow$   $\downarrow$  (вы также можете нажимать  $\leftarrow$  **CONST** для перехода к следующей странице), пока подчеркивание не будет установлено на нужную константу, а затем нажмите **ENTER**, чтобы вставить ее.

Обратите внимание, что при использовании констант в выражениях, уравнениях и программах на них нужно ссылаться по имени, а не по значению.

---

## Функции преобразования

Калькулятор HP 35s поддерживает четыре вида преобразований. Преобразование можно выполнять между:

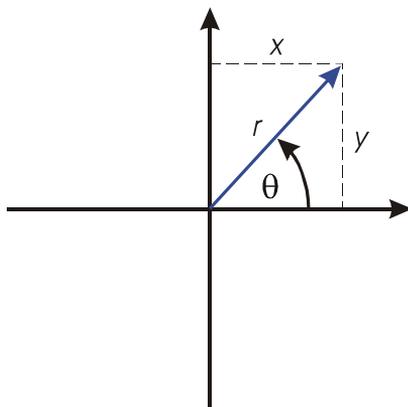
- декартовой и полярной формами для комплексных чисел
- градусами, радианами и градами для угловых величин
- десятичной и шестидесятеричной формами для времени (и углов в градусах)
- различными поддерживаемыми единицами (сантиметры/дюймы, килограммы/фунты и т.д.)

За исключением перехода между декартовой и полярной формами, каждое из преобразований связано с определенной клавишей. Левый (желтый) регистр клавиши выполняет преобразование в одну сторону, а правый (голубой) регистр той же клавиши – в другую. Для всех преобразований такого типа предполагается, что введенное число использует другую единицу измерения. Например, для преобразования в градусы Фаренгейта  $\rightarrow^{\circ}\text{F}$  предполагается, что введенное число представляет собой температуру в градусах Цельсия. Во всех примерах в этой главе применяется режим RPN. В режиме ALG необходимо сначала ввести функцию, а затем преобразуемое число.

## Преобразования декартовых и полярных координат

Полярные координаты  $(r, \theta)$  и декартовы (прямоугольные) координаты  $(x, y)$  измеряются, как показано на рисунке. Угол  $\theta$  использует единицы измерения, соответствующие текущему угловому режиму. Вычисляемое в результате преобразования значение  $\theta$  будет лежать в пределах от  $-180^{\circ}$  до  $180^{\circ}$ , от  $-\pi$  до  $\pi$  радиан или от  $-200$  до  $200$  градусов.

## 4–10 Функции действительных чисел



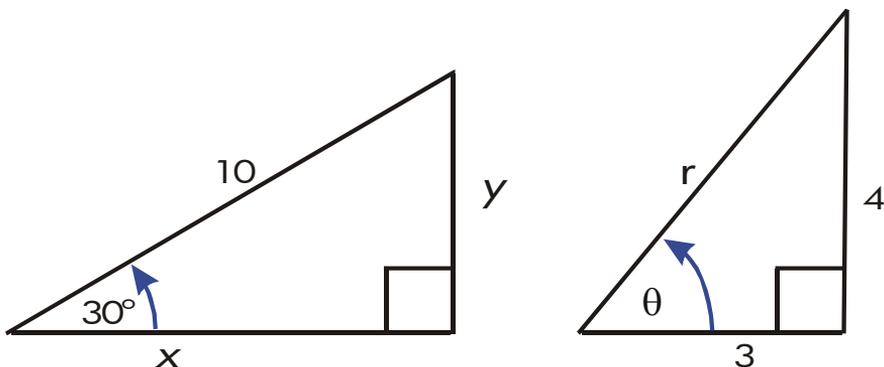
### Преобразование между декартовыми и полярными координатами:

Формат представления комплексных чисел определяется выбранным режимом. Вы можете ввести комплексное число в любом формате, и после ввода оно будет преобразовано в формат, соответствующий текущему режиму. Чтобы установить формат комплексных чисел, выполните следующие действия:

1. Нажмите **DISPLAY**, а затем в режиме RPN выберите ( $9 \times i \cdot y$ ) или ( $10r \theta a$ ). В режиме ALG можно выбрать также ( $11x + y \cdot i$ ).
2. Введите нужные значения координат ( $x$   $y$ ,  $x$   $y$  или  $r$   $a$ ).
3. Нажмите **ENTER**.

### Пример: Преобразование полярных и декартовых координат.

Для следующих прямоугольных треугольников найдите стороны  $x$  и  $y$  в треугольнике слева, а также гипотенузу  $r$  и угол  $\theta$  в треугольнике справа.



### Клавиши:

### Экран:

### Описание:

**MODE** **1** (1 DEG)

**←** **DISPLAY** **9** ( $9 \times i y$ )

**1** **0** **→** **θ** **3** **0** 8.660315.0000

**ENTER**

**←** **DISPLAY** **.** **0** 10.0000030.0000

(10rθa)

**3** **i** **4** **ENTER** 5.0000053.1301

Устанавливаем режим градусов и комплексных координат.

Преобразование из  $r\theta$  а (полярные) в  $xy$  (декартовы).

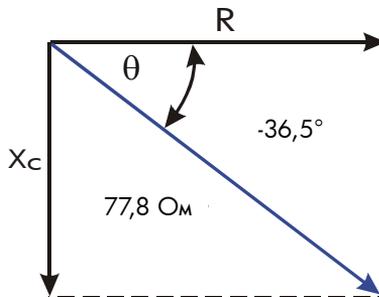
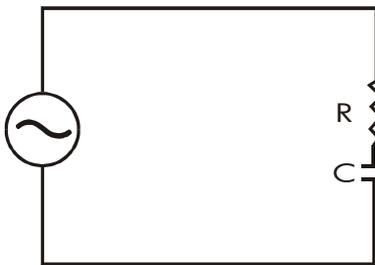
Устанавливаем режим комплексных координат.

Преобразование из  $xy$  (декартовы) в  $r\theta$  а (полярные).

### Пример: Преобразование для векторов

Инженер П. К. Борд установил, что в показанной ниже RC-схеме полный импеданс составляет 77,8 Ом, а напряжение отстает от тока на  $36,5^\circ$ . Каковы значения сопротивления R и емкостного реактивного сопротивления  $X_C$  в схеме?

Воспользуемся приведенной векторной диаграммой, где импеданс равняется радиусу в полярных координатах  $r$ , а отставание напряжения – углу  $\theta$  в градусах. После преобразования к декартовым координатам значение  $x$  дает величину R (Ом), а значение  $y$  – величину  $X_C$  (Ом).



**Клавиши:**

**Экран:**

**Описание:**

**MODE** **1** (1 DEG)

**DISPLAY** **9** (9×i) )

**7** **7** **.** **8** **→** **0** 77.80-36.5

**3** **6** **.** **5** **±/∓**

**ENTER**

62.5401 i -46.2772

Устанавливаем режим градусов и комплексных координат.

Вводим величину отставания напряжения  $\theta$  в градусах.

Вводим величину полного импеданса  $r$  (Ом).

Вычисляем  $x$  – сопротивление  $R$  (Ом).

Вычисляем  $y$  – реактивное сопротивление  $X_C$  (Ом).

## Преобразования времени

Калькулятор HP 35s позволяет выполнять преобразования чисел между десятичным и шестидесятеричным форматом. Это особенно полезно при работе с величинами времени и углов в градусах. Например, в десятичном формате угол в градусах выражается как D,ddd..., а в шестидесятеричном тот же угол представляется в виде D,MMSSss, где D – целая часть значения в градусах, ddd... – дробная часть значения в градусах, MM – целое число минут, SS – целая часть числа секунд, а ss – дробная часть числа секунд.

### ✓ Преобразование времени между десятичным форматом и форматом часы-минуты-секунды:

1. Введите число, требующее преобразования.
2. Нажмите **→HMS** для преобразования в часы/градусы, минуты и секунды или **HMS→** для преобразования назад в десятичный формат.

### Пример: Преобразование форматов времени

Сколько минут и секунд в  $1/7$  часа? Воспользуемся форматом отображения FIX 6.

Клавиши:	Экран:	Описание:
[DISPLAY] [1] (FIX)		Устанавливаем формат отображения FIX 6.
[6]	0.000000	Вводим $1/7$ часа как дробь.
[.] [1] [.] [7]	0 1/7	
→HMS	0.000000	Равняется 8 минутам и 34,29 секунды.
[DISPLAY] [1] (FIX)	0.000000	Восстанавливаем формат FIX 4.
[4]	0.0834	

### ✓ Преобразования углов

При преобразовании в радианы предполагается, что число в регистре X задает угол в градусах; при преобразовании в градусы предполагается, что оно задает угол в радианах.

#### Преобразование углов между градусами и радианами:

##### Пример

Убедимся, что угол  $30^\circ$  составляет  $\pi/6$  радиан.

Клавиши:	Экран:	Описание:
[3] [0]	0.0000	Введите угол в градусах.
	30_	
→RAD	0.0000	Преобразование в радианы дает результат 0,5236 – десятичное приближение для $\pi/6$ .
	0.5236	

## Преобразования единиц измерения

На клавиатуре HP 35s имеется десять функций преобразования единиц измерения: →kg, →lb, →°C, →°F, →cm, →in, →l, →gal, →MILE, →KM

Чтобы преобразовать:	В:	Нажмите:	Результат на экране:
1 фунт	кг	<b>1</b> <b>→kg</b>	0.4536 (килограммы)
1 кг	фунты	<b>1</b> <b>→lb</b>	2.2046 (фунты)
32 °F	°C	<b>3 2</b> <b>→°C</b>	0.0000 (°C)
100°C	°F	<b>1 0 0</b> <b>→°F</b>	212.0000 (°F)
1 дюйм	см	<b>1</b> <b>→cm</b>	2.5400 (сантиметры)
100 см	дюймы	<b>1 0 0</b> <b>→in</b>	39.3701 (дюймы)
1 галлон	л	<b>1</b> <b>→l</b>	3.7854 (литры)
1 л	галлоны	<b>1</b> <b>→gal</b>	0.2642 (галлоны)
1 милю	км	<b>1</b> <b>→KM</b>	1.6093 (километры)
1 км	мили	<b>1</b> <b>→MILE</b>	0.6214 (мили)

## Функции вероятности

### ✓ Факториал

Чтобы вычислить *факториал* отображаемого неотрицательного целого числа  $x$  ( $0 \leq x \leq 253$ ), нажмите (клавиша в правом регистре).

### ✓ Гамма

Чтобы вычислить *гамма-функцию*  $\Gamma(x)$  нецелочисленного аргумента  $x$ , введите  $(x - 1)$  и нажмите . Функция  $x!$  вычисляет  $\Gamma(x + 1)$ . Значение  $x$  не может быть отрицательным целым числом.

## Вероятности



### Сочетания

Чтобы вычислить число возможных наборов из  $n$  предметов, извлекаемых по  $r$ , введите сначала  $n$ , затем нажмите , а затем введите  $r$  (только для неотрицательных целых чисел). Каждый из предметов может входить в набор не более одного раза, а наборы из одних и тех же  $r$  предметов в разном порядке считаются одинаковыми.



### Перестановки

Чтобы вычислить число возможных размещений из  $n$  предметов, извлекаемых по  $r$ , введите сначала  $n$ , затем нажмите , а затем введите  $r$  (только для неотрицательных целых чисел). Каждый из предметов может входить в набор не более одного раза, а наборы из одних и тех же  $r$  предметов в разном порядке считаются разными.



### Начальное значение

Чтобы сохранить число в регистре  $X$  как новое начальное значение для генератора случайных чисел, нажмите .



### Генератор случайных чисел

Чтобы сгенерировать случайное число в интервале  $0 < x < 1$ , нажмите . (Генерируемое число является частью равномерно распределенной последовательности псевдослучайных чисел, которая удовлетворяет спектральному тесту – см.: D.Knuth, *The Art of Computer Programming*, vol. 2, *Seminumerical Algorithms*, London: Addison Wesley, 1981).

Функция RAND использует при генерации случайного числа заданное ранее начальное значение. Каждое полученное случайное число становится начальным значением для следующего. Таким образом, последовательность псевдослучайных чисел можно воспроизвести, начиная с того же начального значения. Новое начальное значение можно задать с помощью функции SEED. При очистке памяти начальное значение сбрасывается в нуль. При нулевом начальном значении калькулятор рассчитывает такое значение самостоятельно.

### Пример: Сочетания людей.

Компания, в числе сотрудников которой 14 женщин и 10 мужчин, создает комиссию по технике безопасности из 6 человек. Сколько возможно различных сочетаний членов комиссии?

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>2</b> <b>4</b> <b>ENTER</b> <b>6</b>	24	24 человека, группы по 6 человек.
<b>↵</b> <b>nCr</b>	6_ 134,596.0000	Общее число возможных сочетаний.

Если сотрудники выбираются случайным образом, какова вероятность, что в комиссии окажется шесть женщин? Чтобы найти *вероятность события*, нужно разделить число сочетаний *для данного события* на общее число сочетаний.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>1</b> <b>4</b> <b>ENTER</b> <b>6</b>	14	14 женщин, группы по 6.
<b>↵</b> <b>nCr</b>	6_ 3,003.0000	Число сочетаний из 6 женщин в комиссии.
<b>x↔y</b>	134,596.0000	Возвращаем общее число сочетаний в регистр X.
<b>÷</b>	0.0223	Делим число сочетаний женщин на общее число сочетаний, чтобы найти вероятность, что любое произвольное сочетание будет включать только женщин.

---

## Части чисел

Эти функции применяются главным образом при программировании.

### Целая часть



Чтобы удалить дробную часть числа  $x$  и заменить ее нулями, нажмите **INTG** **6** (**6IP**). (Например, целая часть от 14,2300 равна 14,0000).

### Дробная часть



Чтобы удалить целую часть числа  $x$  и заменить ее нулями, нажмите **INTG** **5** (**5FP**). (Например, дробная часть от 14,2300 равна 0,2300).

### Абсолютная величина

Чтобы заменить число в регистре  $X$  на его абсолютную величину, нажмите **ABS**. Для комплексных чисел и векторов абсолютная величина равна:

1. для комплексного числа в формате  $r\theta a$  –  $r$
2. для комплексного числа в формате  $xiy$  –  $\sqrt{x^2 + y^2}$
3. для вектора  $[A_1, A_2, A_3, \dots, A_n]$  –  $|A| = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}$

### Значение аргумента

Чтобы извлечь аргумент комплексного числа, нажмите **ARG**. Аргумент комплексного числа:

1. в формате  $r\theta a$  равен  $a$
2. в формате  $xiy$  равен  $\text{Atan}(y/x)$

### Значение знака



Чтобы определить знак числа  $x$ , нажмите **INTG** **1** (**1SGN**). Если значение  $x$  отрицательно, отображается -1,0000; если равно нулю, отображается 0,0000; если положительно, отображается 1,0000.

## Наибольшее целое



Чтобы получить наибольшее целое число, которое меньше или равно данному числу, нажмите  $\boxed{\leftarrow}$   $\boxed{\text{INTG}}$   $\boxed{4}$  ( $4 \text{INTG}$ ).

### Пример:

Данный пример иллюстрирует большинство операций извлечения частей чисел.

Чтобы вычислить:	Нажмите:	Экран:
Целую часть от 2,47	$\boxed{2}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{4}$ $\boxed{7}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{INTG}}$ $\boxed{6}$ ( $6 \text{IP}$ )	2.0000
Дробную часть от 2,47	$\boxed{2}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{4}$ $\boxed{7}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{INTG}}$ $\boxed{5}$ ( $5 \text{FP}$ )	0.4700
Абсолютную величину -7	$\boxed{7}$ $\boxed{+/-}$ $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{ABS}}$	7.0000
Значение знака 9	$\boxed{9}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{INTG}}$ $\boxed{1}$ ( $1 \text{SGN}$ )	1.0000
Наибольшее целое, меньшее или равное -5,3	$\boxed{5}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{3}$ $\boxed{+/-}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{INTG}}$ $\boxed{4}$ ( $4 \text{INTG}$ )	-5.0000

Функция RND ( $\boxed{\rightarrow}$   $\boxed{\text{RND}}$ ) округляет внутреннее представление  $x$  до числа знаков, определяемого текущим форматом отображения. (Внутреннее представление чисел содержит 12 знаков). Поведение функции RND в режиме отображения дробей рассматривается в Главе 5.



## Дроби

---

В разделе “Дроби” Главы 1 мы познакомились с основами ввода, отображения и проведения расчетов с использованием дробей. В данной главе эти вопросы будут рассмотрены более подробно. Коротко повторим основные сведения о вводе и отображении дробей:

- Для ввода дроби клавишу  нужно нажимать дважды: один раз после целой части смешанной дроби, а второй – между числителем и знаменателем дробной части числа. Чтобы ввести  $2\frac{3}{8}$ , нажмите     . Чтобы ввести  $\frac{5}{8}$ , нажмите     либо     .
- Чтобы включить или выключить режим отображения дробей, нажмите  **FDISP**. Когда режим отображения дробей выключен, экран возвращается к формату, заданному ранее с помощью меню Display. При выборе из этого меню другого формата режим отображения дробей (если он был активен) также выключается.
- Функции калькулятора работают с дробями точно так же, как с десятичными числами – исключением является функция RND, которая рассматривается далее в этой главе.

Если не оговорено иное, во всех приведенных в данной главе примерах используется режим RPN.

## Ввод дробей

В виде дроби можно ввести с клавиатуры почти любое число – даже неправильную дробь, где числитель больше знаменателя.

### Пример:

Клавиши:	Экран:	Описание:
 <b>FDISP</b>		Включаем режим отображения дробей.

**1** **.** **5** **ENTER**

1 1/2

Вводим 1,5; число отображается в виде дроби.

**1** **.** **3** **.** **4** **ENTER**

1 3/4

Вводим 1 3/4.

**FDISP**

1.7500

Отображение в виде десятичного числа.

**FDISP**

1 3/4

Отображение в виде дроби.

Если в этом примере вы получили другие результаты, возможно, были случайно изменены параметры отображения дробей (см. раздел "Изменение представления дробей" далее в этой главе).

В следующем разделе мы рассмотрим дополнительные примеры ввода допустимых и недопустимых дробей.

---

## Отображение дробей

В режиме отображения дробей внутренние расчеты производятся с десятичными числами, а затем они с наибольшей допустимой точностью отображаются в виде дроби. Помимо этого, индикаторы точности указывают направление любой возможной неточности значения дроби по сравнению с 12-значным десятичным значением числа. (Исключением является большинство статистических регистров – они всегда отображаются в виде десятичных чисел).

### Правила отображения

Вид дроби на экране может отличаться от использованного при вводе. По умолчанию калькулятор отображает дробные числа в соответствии со следующими правилами. (Чтобы изменить их, обратитесь к разделу "Изменение представления дробей" далее в этой главе).

- Число состоит из целой части и, при необходимости, правильной дроби (числитель меньше знаменателя).
- Знаменатель не превышает 4095.
- В дроби производятся все возможные сокращения.

## Примеры:

Вот примеры значений чисел, вводимых с клавиатуры и отображаемых в результате на экране. Для сравнения приводятся также внутренние 12-значные значения. Индикаторы ▲ и ▼ из последнего столбца рассматриваются ниже.

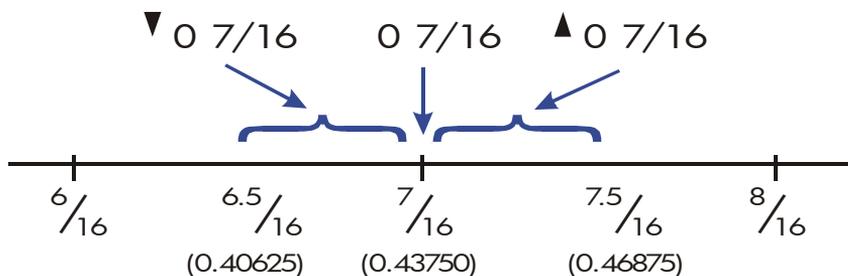
Введенное значение	Внутреннее значение	Дробь на экране
$2\frac{3}{8}$	2,37500000000	2 $\frac{3}{8}$
$14\frac{15}{32}$	14,4687500000	14 $\frac{15}{32}$
$5\frac{4}{12}$	4,50000000000	4 $\frac{1}{2}$
$6\frac{18}{5}$	9,60000000000	9 $\frac{3}{5}$
$3\frac{4}{12}$	2,83333333333	2 $\frac{5}{6}$ ▼
$1\frac{5}{8192}$	0,00183105469	0 $\frac{7}{3823}$ ▲
12345678 $1234\frac{5}{3}$	12349793,0000	12349793
$16\frac{3}{16384}$	16,0001831055	16 $\frac{1}{4095}$

## Индикаторы точности

Индикаторы ▲ и ▼ в правой части экрана указывают точность отображаемой дроби. Калькулятор сравнивает значение дробной части внутреннего 12-значного числа со значением дроби на экране:

- Если оба индикатора выключены, дробная часть внутреннего 12-значного числа точно совпадает с отображаемым значением дроби.
- Если включен индикатор ▼, дробная часть внутреннего 12-значного числа немного меньше отображаемого значения дроби – *точный* числитель максимум на 0,5 ниже отображаемого числителя.
- Если включен индикатор ▲, дробная часть внутреннего 12-значного числа немного больше отображаемого значения дроби – *точный* числитель максимум на 0,5 выше отображаемого числителя.

Следующая диаграмма иллюстрирует соотношения между отображаемой дробью и соседними значениями – ▲ означает, что точный числитель "немного выше" отображаемого числителя, а ▼ – что он "немного ниже".



Это особенно важно, если вы изменили правила отображения дробей (см. ниже раздел "Изменение представления дробей"). Например, если принудительно установить для всех дробей знаменатель 5, то  $\frac{2}{3}$  будет отображаться как  $\emptyset \frac{3}{5} \blacktriangle$ , поскольку точная дробь равна приблизительно  $3,3333/5$  – "немного выше"  $\frac{3}{5}$ . Точно так же  $-\frac{2}{3}$  отображается как  $-\emptyset \frac{3}{5} \blacktriangle$ , потому что истинный числитель "немного выше" 3.

Иногда индикатор включается, когда вы этого не ожидаете. Например, если ввести  $2\frac{2}{3}$ , вы увидите на экране  $2 \frac{2}{3} \blacktriangle$  – хотя это именно то число, которое вы ввели. Калькулятор всегда сравнивает дробную часть внутреннего значения и 12-значное представление для самой дроби. Если у внутреннего значения есть целая часть, то дробная часть будет содержать меньше 12 знаков и не сможет точно совпасть с дробью, использующей все 12 знаков.

## Изменение представления дробей

По умолчанию калькулятор отображает дробные числа в соответствии с определенными правилами. Тем не менее вы можете изменить эти правила, чтобы добиться желаемого представления дробей:

- Можно установить максимальное значение знаменателя, которое будет использоваться.
- Можно выбрать один из трех форматов дроби.

Изменение представления дробей рассматривается в последующих разделах.

### Установка максимального знаменателя

Знаменатель для любой дроби выбирается с учетом хранящегося в калькуляторе значения. Представив дробь в виде  $a/b/c$ , легко запомнить, что обозначение  $/c$  соответствует значению, определяющему знаменатель.

Значение  $\div c$  задает только *максимальный* знаменатель для режима отображения дробей – конкретный используемый знаменатель определяется форматом дроби (см. следующий раздел).

- Чтобы установить максимальное значение знаменателя, введите число и нажмите  $\boxed{\leftarrow} \div c$ . При этом будет автоматически включен режим отображения дробей. Вводимое значение не может превышать 4095.
- Чтобы извлечь значение  $\div c$  в регистр X, нажмите  $\boxed{1} \boxed{\leftarrow} \div c$ .
- Чтобы восстановить значение по умолчанию 4095, нажмите  $\boxed{0} \boxed{\leftarrow} \div c$  или введите в качестве максимального знаменателя любое число больше 4095. При этом режим отображения дробей также будет включен автоматически.

Функция  $\div c$  использует абсолютную величину целой части числа в регистре X. Значение в регистре LAST X не изменяется.

Если длина отображаемой дроби слишком велика и она не помещается на экране, то появляется индикатор  $\blacktriangleright$ ; в этом случае можно использовать клавиши  $\boxed{\leftarrow} \boxed{\leftarrow}$  и  $\boxed{\rightarrow} \boxed{\rightarrow}$  для постраничной прокрутки остальных знаков дроби. Чтобы увидеть десятичное представление числа, нажмите  $\boxed{\leftarrow}$  и удерживайте клавишу  $\boxed{\text{SHOW}}$ .

### Пример:

Этот пример показывает, как установить максимальный знаменатель 3125 и посмотреть дробь, которая не помещается на экране.

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\boxed{3} \boxed{1} \boxed{2} \boxed{5} \boxed{\leftarrow}$ $\div c$		Задаем максимальный знаменатель 3125.
$\boxed{1} \boxed{4} \boxed{\rightarrow} \boxed{e^x}$	0 1202604 888/31	Обратите внимание на недостающие цифры в знаменателе.
$\boxed{\rightarrow}$	0 25	Прокрутка вправо позволяет увидеть остальные цифры.

Примечание:

1. В режиме ALG можно ввести выражение на строке 1, а затем нажать  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$   $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$ . В этом случае значение выражения вычисляется и используется для задания максимального знаменателя.
2. В режиме ALG можно использовать в качестве аргумента для функции  $\frac{\square}{\square}$  результат расчета. Когда значение отображается на строке 2, просто нажмите  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$   $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$ . Значение на строке 2 будет показано в формате дроби, а его целая часть использована для определения максимального знаменателя.
3. В качестве аргумента для команды  $\frac{\square}{\square}$  нельзя использовать комплексное число или вектор. В этом случае выводится сообщение об ошибке "INVALID DATA".

## Выбор формата дробей

Калькулятор предлагает три формата дробей. Отображаемая дробь всегда является наиболее точной в рамках правил выбранного формата.

- **Наиболее точные дроби.** Дроби могут иметь любой знаменатель вплоть до значения  $\frac{\square}{\square}$ , и в них выполняются все возможные сокращения. Например, при изучении математических свойств дробей обычно требуется рассматривать произвольные знаменатели (значение  $\frac{\square}{\square}$  равно 4095). Этот формат выбран по умолчанию.
- **Множители знаменателя.** Дроби могут иметь только знаменатели, являющиеся множителями значения  $\frac{\square}{\square}$ , и в них выполняются все возможные сокращения. Например, при расчетах с ценами на акции используются значения типа  $53 \frac{1}{4}$  или  $37 \frac{7}{8}$  (значение  $\frac{\square}{\square}$  равно 8). А если  $\frac{\square}{\square}$  составляет 12, то возможны знаменатели 2, 3, 4, 6 и 12.
- **Фиксированный знаменатель.** Знаменатель дробей всегда равен значению  $\frac{\square}{\square}$  – сокращения не производятся. Например, при работе с измерениями времени может потребоваться представление вида  $1 \frac{25}{60}$  (значение  $\frac{\square}{\square}$  равно 60).

Формат дробей определяется тремя флагами, имеющими номера 7, 8 и 9. Каждый из флагов может быть установлен или снят. Они играют следующую роль:

- Флаг 7 включает и выключает режим отображения дробей: снят=выключено, установлен=включено.

- Флаг 8 переключается между использованием любого значения знаменателя, меньшего или равного /с, и использованием только множителей значения /с: снят=любое значение, установлен=только множители.
- Флаг 9 используется, только если установлен флаг 8. Он включает и выключает сокращение дробей: снят=сокращать, установлен=не сокращать.

Надлежащим образом устанавливая или снимая флаги 8 и 9, можно выбрать любой из трех форматов дробей, как показано в следующей таблице:

Формат дробей:	Состояние флагов:	
	8	9
Наибольшая точность	Снят	—
Множители знаменателя	Установлен	Снят
Фиксированный знаменатель	Установлен	Установлен

Чтобы изменить флаги 8 и 9 для задания формата дробей, выполните следующие действия. (Использование флагов подробно рассматривается в Главе 14, поскольку они особенно полезны в программах).

1. Нажмите **FLAGS**, чтобы открыть меню флагов.
2. Чтобы установить флаг, нажмите (**1SF**) и введите номер флага, например, 8.  
Чтобы снять флаг, нажмите (**2CF**) и введите номер флага.  
Чтобы проверить, установлен ли флаг, нажмите (**3FS?**) и введите номер флага. Нажмите или , чтобы очистить ответ YES или NO.

### Пример:

Представление дробей в различных форматах показано ниже на примере числа  $\pi$ . Предполагается, что режим отображения дробей активен, а флаг 8 находится в состоянии по умолчанию (снят).

Клавиши:	Экран:	Описание:
		Восстанавливаем максимальное значение /с по умолчанию.
	$\emptyset$	Формат наибольшей точности.
	3 16/113	Флаг 8 = снят

**FLAGS** **1** (1SF) 0

**8** 3 116/819

Флаг 8 = установлен.

Формат множителей знаменателя;  $819 \cdot 5 = 4095$

**FLAGS** **1** (1SF) 0 0/4095

**9** 3 580/4095

Флаг 9 = установлен.

Формат фиксированного знаменателя

**FLAGS** **2** (2CF) 0

**8** **FLAGS** **2** (2 3 16/113

CF) **9**

Возвращаемся к формату по умолчанию (наибольшая точность)

## Примеры отображения дробей

В следующей таблице показано, как отображается число 2,77 в каждом из трех форматов для двух различных значений /с.

Формат дробей	Представление числа 2,77	
	/с = 4095	/с = 16
<b>Наибольшая точность</b>	2 77/100 <small>(2,7700)</small>	2 10/13▲ <small>(2,7692)</small>
<b>Множители знаменателя</b>	2 1051/1365▲ <small>(2,7699)</small>	2 3/4▲ <small>(2,7500)</small>
<b>Фиксированный знаменатель</b>	2 3153/4095▲ <small>(2,7699)</small>	2 12/16▲ <small>(2,7500)</small>

В следующей таблице показано, как отображаются различные числа в трех форматах дробей для значения /с = 16.

Формат дробей *	Вводимое число и представление дроби				
	2	2,5	2 2/3	2,9999	2 16/25
<b>Наибольшая точность</b>	2	2 1/2	2 2/3▲	3▼	2 9/14▼
<b>Множители знаменателя</b>	2	2 1/2	2 11/16▼	3▼	2 5/8▲
<b>Фиксированный знаменатель</b>	2 0/16	2 8/16	2 11/16▼	3 0/16▼	2 10/16▲

\* Для значения /с = 16.

## Округление дробей

Когда активен режим отображения дробей, функция RND заменяет число в регистре X на наиболее точное десятичное представление дроби. Округление производится в соответствии с текущим значением /с и состоянием флагов 8 и 9. Если дробь точно соответствует десятичному представлению, то индикатор точности выключается, а в противном случае остается включенным (см. раздел "Индикаторы точности" ранее в этой главе).

В уравнении или программе функция RND выполняет округление дробей, если активен режим отображения дробей.

### Пример:

Предположим, что отрезок длиной  $56 \frac{3}{4}$  дюйма нужно разделить на шесть равных частей. Какова должна быть длина каждой части, если с помощью линейки можно откладывать отрезки с шагом  $\frac{1}{16}$  дюйма? Какова общая ошибка округления?

Клавиши:	Экран:	Описание:
[FLAGS] [ENTER] [8]		Устанавливаем флаг 8
[1] [6]  [1/c]		Устанавливаем формат дробей для шага $\frac{1}{16}$ . (Флаги 8 и 9 должны иметь те же значения, что в предыдущем примере).
[5] [6] [.] [3] [.] [4]	56 3/4	Сохраняем расстояние в переменной D.
[STO] [D]		
[6] [÷]	9 7/16▲	Части отрезка немного длиннее $9 \frac{7}{16}$ дюймов.
[RND]	9 7/16	Округляем длину части до этого значения.
[6] [x]	56 5/8	Длина 6 частей.
[RCL] [D] [-]	-0 1/8	Общая ошибка округления.
[FLAGS] [2] (2CF) [8]	-0 1/8	Снимаем флаг 8.
[FDISP]	-0.1250	Выключаем режим отображения дробей.

---

## **Дроби в уравнениях**

В уравнениях можно использовать дроби. При просмотре уравнения все входящие в него числовые значения отображаются в том виде, в каком они были введены. Помимо этого, режим отображения дробей можно применять при операциях с уравнениями.

При вычислении уравнения и запросе значений переменных вы можете вводить дроби – значения будут показаны в текущем формате отображения.

Работа с уравнениями рассматривается в Главе 6.

---

## **Дроби в программах**

Дроби можно использовать в программах точно так же, как и в уравнениях; числовые значения отображаются в том виде, в каком они были введены.

В ходе выполнения программы значения представляются в режиме отображения дробей, если он активен. Дроби можно вводить при запросе значений с помощью инструкции INPUT. Результаты работы программы будут показаны в текущем формате отображения.

Программа может управлять отображением дробей, используя функцию /с и установку/снятие флагов 7, 8 и 9. См. раздел "Флаги" в Главе 14.

Работа с программами рассматривается в Главах 13 и 14.

# 6

## Ввод и вычисление уравнений

### Как можно использовать уравнения

Калькулятор HP 35s позволяет использовать уравнения для решения следующих задач:

- Определить уравнение для вычисления его значения (данная глава).
- Решить уравнение для нахождения неизвестного значения (глава 7).
- Определить функцию для интегрирования (глава 8).

### Пример: Вычисления с помощью уравнения.

Предположим, вам часто приходится вычислять объем прямого отрезка трубопровода. Соответствующая формула имеет вид

$$V = 0,25 \pi d^2 l$$

где  $d$  – внутренний диаметр трубопровода, а  $l$  – его длина.

✓ Конечно, вы можете снова и снова вводить этот расчет с клавиатуры – например,  $\cdot$   $2$   $5$   $\text{ENTER}$   $\pi$   $\times$   $2$   $\cdot$   $5$   $\text{RCL}$   $x^2$   $\times$   $1$   $6$   $\times$  для вычисления объема 16-дюймового отрезка трубы диаметром  $2\frac{1}{2}$  дюйма (78,5398 куб. дюйма). Однако если вы сохраните уравнение, то HP 35s "запомнит" соотношение между диаметром, длиной и объемом, так что его можно будет использовать многократно.

Переведите калькулятор в режим уравнений и введите уравнение, нажимая следующие клавиши:

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\text{EQN}$	EQN LIST TOP или текущее уравнение на строке 2	Выбираем режим уравнений (отмечается индикатором <b>EQN</b> ).

**RCL**

Начинаем ввод уравнения.

**V** **↵** **=**

$V =$  \_

**RCL** включает индикатор

**A..Z**, чтобы можно было

ввести имя переменной.

**.** **2** **5**

$V = 0.25$  \_

**RCL** **V** вводит  $V$

При вводе цифр используется

курсор ввода " \_".

**×** **↵**  **$\pi$**  **×**

$V = 0.25 \times \pi \times$  \_

**×** заканчивает ввод числа.

**RCL** **D**  **$y^x$**  **2**

$V = 0.25 \times \pi \times D^2$  \_

**$y^x$**  вводит символ  $\wedge$ .

**×** **RCL** **L**

$V = 0.25 \times \pi \times D^2 \times L$  \_

**ENTER**

$V = 0.25 \times \pi \times D^2 \times L$

Завершает уравнение и

выводит его на экран.

**↵** **SHOW**

CK=49CA

Выводим контрольную сумму и

длину уравнения для проверки

LN=14

правильности ввода.

Сравнивая контрольную сумму и длину своего уравнения с приведенными в примере, вы можете убедиться, что ввели уравнение правильно (подробнее см. в разделе "Проверка уравнений" в конце этой главы).

Вычисление уравнения (для расчета  $V$ ):

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>ENTER</b>	D? значение	Приглашение для ввода переменных в правой части уравнения. Сначала выдается запрос для $D$ ; значение представляет собой текущее значение $D$ .
<b>2</b> <b>.</b> <b>1</b> <b>.</b> <b>2</b>	D? $2 \frac{1}{2}$ _	Вводим $2 \frac{1}{2}$ дюйма в виде дроби.
<b>R/S</b>	L? значение	Сохранение $D$ , запрос $L$ ; значение представляет собой текущее значение $L$ .
<b>1</b> <b>6</b> <b>R/S</b>	$V =$ 78.5398	Сохранение $L$ ; вычисление объема $V$ (куб. дюймы) и сохранение результата в $V$ .

## 6-2 Ввод и вычисление уравнений

---

## **Обзор операций с уравнениями**

Все создаваемые вами уравнения сохраняются в *списке уравнений*. Этот список выводится на экран при выборе режима уравнений.

Используя различные клавиши, с уравнениями можно выполнять те или иные операции, которые подробно описаны ниже.

При просмотре списка уравнений одновременно отображаются два уравнения. Уравнение, активное в данный момент, показано на строке 2.

Клавиша	Операция
<b>EQN</b>	Вход в режим уравнений и выход из него.
<b>ENTER</b>	Вычисление текущего уравнения. Если уравнение представляет собой <i>присваивание</i> , то операция вычисляет его правую часть и сохраняет результат в переменной, находящейся в левой части. Если оно представляет собой <i>равенство</i> или <i>выражение</i> , то вычисляется его значение аналогично <b>XEQ</b> (см. раздел "Типы уравнений" далее в этой главе).
<b>XEQ</b>	Вычисление текущего уравнения. При определении его значения знак "=" (если есть) заменяется на "-".
<b>SOLVE</b>	Решение текущего уравнения для нахождения указанной вами неизвестной переменной (см. Главу 7).
 	Интегрирование текущего уравнения по указанной вами переменной (см. Главу 8).
	Удаление текущего уравнения или элемента слева от курсора.
 или 	Начало редактирования текущего отображаемого уравнения (только перемещение курсора без удаления каких-либо данных).
  или  	Прокрутка текущего уравнения на экране.
 или 	Перемещение вверх или вниз по списку уравнений.
  или  	Переход к началу или к концу списка уравнений.
 <b>SHOW</b>	Просмотр контрольной суммы (проверочного значения) и длины (числа байт памяти) для текущего уравнения.
 <b>UNDO</b>	Восстановление последнего удаленного элемента или уравнения.
<b>C</b>	Выход из режима уравнений.

Уравнения также можно использовать в программах (эти возможности рассматриваются в Главе 13).

## 6-4 Ввод и вычисление уравнений

---

## Ввод уравнений в список уравнений

Список уравнений – это собрание добавленных вами уравнений. Этот список сохраняется в памяти калькулятора. В него автоматически помещаются все вводимые уравнения.

### Чтобы ввести уравнение:

Вы можете ввести уравнение произвольной длины – оно ограничено только объемом доступной памяти.

1. Убедитесь, что калькулятор находится в обычном режиме работы (как правило, при этом на экране отображается число), а не, например, в режиме просмотра каталога переменных или программ.
2. Нажмите **EQN**. Индикатор **EQN** показывает, что режим уравнений активен, а на экране отображается одна из записей списка уравнений.
3. Начинайте ввод уравнения. Ранее представленная на экране информация заменяется вводимым уравнением, при этом старое уравнение не затрагивается. Если вы сделали ошибку, нажмите **←** или **↶ UNDO** (в зависимости от ее характера).
4. Нажмите **ENTER**, чтобы закончить ввод уравнения и вывести его на экран. Уравнение автоматически сохраняется в списке уравнений сразу после записи, которая отображалась в момент начала набора. (Если вместо этой клавиши нажать **C**, то уравнение будет сохранено, но режим уравнений выключается).

Уравнения могут содержать переменные, числа, векторы, функции и скобки – они рассматриваются в последующих разделах. Использование этих элементов иллюстрирует приведенный ниже пример.

### Переменные в уравнениях

В уравнения можно включать все переменные калькулятора: A – Z, (I) и (J). Любую из переменных можно использовать столько раз, сколько необходимо. (Использование переменных (I) и (J) рассматривается в разделе "Косвенная адресация переменных и меток" в Главе 14).

Чтобы ввести переменную в уравнение, нажмите **RCL** переменная. После нажатия **RCL** включается индикатор **A..Z**, показывая, что вы можете нажать клавишу переменной и ввести ее имя в уравнение.

## Числа в уравнениях

В уравнениях можно вводить любые допустимые числа, в том числе числа с основанием 2, 8 или 16, действительные, комплексные и дробные. Числа всегда представляются в формате ALL, который позволяет отобразить до 12 символов.

Числа вводятся в уравнения с помощью стандартных клавиш ввода чисел, включая  $\square$ ,  $\square$  и  $\square$ . Не используйте клавишу  $\square$  для вычитания.

## Функции в уравнениях

В уравнениях можно использовать многие функции HP 35s. Полный список таких функций приводится в разделе "Допустимые функции для уравнений" далее в этой главе. Кроме того, соответствующая информация указывается в Приложении G "Указатель операций".

При вводе уравнения функции записываются примерно так же, как в обычных алгебраических уравнениях:

- Обозначения некоторых функций обычно указываются в уравнении между их аргументами (например, "+" или "÷"). Такие *инфиксные* операции вводятся в уравнение в том же порядке.
- Для других функций один или несколько аргументов указываются *после* имени функции (например, "COS" и "LN"). Такие *префиксные* функции вводятся в уравнение там, где должна стоять функция – при нажатии клавиши после имени функции появляется левая скобка, так что вы можете сразу вводить ее аргументы.
- Если у функции два или несколько аргументов, они разделяются нажатием  $\square$   $\square$ .

## Скобки в уравнениях

Для управления порядком выполнения операций в уравнения можно включать скобки. Чтобы вставить скобки, нажмите  $\left(\right)$ . (Дополнительную информацию см. в разделе "Приоритет операций" далее в этой главе).

### Пример: Ввод уравнения.

Введите уравнение  $r = 2 \times c \times (t - a) + 25$

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\boxed{\text{EQN}}$	$V=0.25 \times \pi \times D^2 \times L$	Выводится последнее использованное уравнение в списке уравнений.
$\boxed{\text{RCL}} \boxed{\text{R}} \boxed{\leftarrow} \boxed{=}$	$R=_$	Начинаем ввод нового уравнения с переменной R.
$\boxed{2}$	$R= 2_$	Вводим число
$\boxed{\times} \boxed{\text{RCL}} \boxed{\text{C}} \boxed{\times}$	$R=2 \times C \times_$	Вводим инфиксные операции.
$\boxed{\left(\right)}$	$R=2 \times C \times (\_$	Префиксная функция вводится с левой скобкой.
$\boxed{\text{RCL}} \boxed{\text{T}} \boxed{-} \boxed{\text{RCL}}$		Вводим аргументы и правую скобку.
$\boxed{\text{A}} \boxed{\>} \boxed{+} \boxed{2} \boxed{5}$	$=2 \times C \times (T - A) + 25_$	
$\boxed{\text{ENTER}}$	$R=2 \times C \times (T - A) + 25$	Клавиша завершает уравнение и выводит его на экран.
$\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{SHOW}}$	$CK=9E5F$ $LN=14$	Выводим контрольную сумму и длину уравнения.
$\boxed{\text{C}}$		Выход из режима уравнений.

## Просмотр и выбор уравнений

Список уравнений включает два встроенных уравнения для решения линейных систем  $2 \times 2$  и  $3 \times 3$ , а также введенные вами уравнения. Вы можете просмотреть список и выбрать нужное уравнение для работы.

### Просмотр уравнений:

1. Нажмите  $\boxed{\text{EQN}}$ , при этом калькулятор переходит в режим уравнений и включается индикатор **EQN**. На экран выводятся записи списка уравнений:

- EQN LIST TOP, если указатель уравнений находится в начале списка.
  - Текущее уравнение (уравнение, которое вы просматривали последним).
2. Нажимая  или , можно перемещаться вверх и вниз по списку уравнений и просматривать каждое из них. При достижении последнего уравнения в начале или конце списка движение "заворачивается". Начало (верх) списка отмечается символами EQN LIST TOP.

### Просмотр длинного уравнения:

1. Выведите на экран уравнение из списка, как описано выше. На экране будут показаны только 14 символов уравнения, даже если его длина больше. Индикатор  показывает, что справа имеются дополнительные символы.
2. Нажмите , чтобы начать редактирование уравнения с начала, или  для редактирования с конца. Дальнейшие нажатия  и  перемещают курсор в уравнении по одному символу. Индикаторы  и  включаются, когда слева или справа имеются дополнительные символы.
3. Нажимая   или  , можно прокручивать длинное уравнение на строке 2 по одному экрану.

### Выбор уравнения:

Выведите на экран уравнение из списка, как описано выше. Во всех операциях с уравнениями используется уравнение, отображаемое на строке 2.

### Пример: Просмотр уравнения.

Просмотрите последнее введенное уравнение.

Клавиши:	Экран:	Описание:
	$R=2 \times C \times (T-A) + 25$	Отображение текущего уравнения из списка уравнений.
	$R=2 \times C \times (T-A) + 25$	Курсор активируется слева от уравнения.
 	$=2 \times C \times (T-A) + 25_$	Курсор активируется справа от уравнения.
		Выход из режима уравнений.

## 6-8 Ввод и вычисление уравнений

---

## Изменение и очистка уравнений

Вы можете изменить или очистить вводимое в данный момент уравнение, а также уравнения, сохраненные в списке уравнений. Тем не менее нельзя изменять или очищать два встроенных уравнения для решения линейных систем  $2 \times 2$  и  $3 \times 3$ . Если попытаться ввести уравнение между двумя встроенными, то оно будет добавлено после уравнения для системы  $3 \times 3$ .

### Для изменения уравнения, вводимого в данный момент:

1. Нажимайте  $\leftarrow$  или  $\rightarrow$ , чтобы переместить курсор и вставить символы перед ним.
2. Чтобы удалить число или функцию, установите курсор на нужное место и несколько раз нажмите  $\leftarrow$ . Нажатие  $\leftarrow$  на пустой строке редактирования уравнений не оказывает никакого действия, а нажатие **ENTER** приводит к удалению этой пустой строки. В этом случае на экран выводится предыдущая запись из списка уравнений.
3. Нажмите **ENTER** (или **C**), чтобы сохранить уравнение в списке уравнений.

### Для изменения сохраненного уравнения:

1. Выведите на экран нужное уравнение, нажмите  $\rightarrow$  для активации курсора в начале уравнения или  $\leftarrow$  для активации в конце (см. выше раздел "Просмотр и выбор уравнений").
2. Когда курсор в уравнении активен, вы можете редактировать его точно так же, как при вводе нового уравнения.
3. Нажмите **ENTER** (или **C**), чтобы сохранить измененное уравнение в списке уравнений, заменив его старую версию.

### Использование меню при редактировании уравнений:

1. Если при редактировании уравнения вызвать меню настроек (например, **MODE**, **DISPLAY** или **CLEAR**), то калькулятор выйдет из режима редактирования.
2. Если при редактировании уравнения вызвать меню вставки или просмотра (например, **L.R.**, **x,y**, **S.σ**, **SUMS**, **BASE**, **LOGIC**, **R↓**, **MEM** или **CONST**), то после вставки элемента калькулятор останется в режиме редактирования.
3. Меню **x?y**, **FLAGS** и **x?0** в режиме уравнений недоступны.

### Очистка сохраненного уравнения:

Пролистайте список уравнений вверх или вниз, пока нужное уравнение не окажется на 2-й строке экрана, а затем нажмите **←**.

### Очистка всех сохраненных уравнений:

В режиме EQN нажмите **CLEAR**. Выберите **3** (3EQN). Появится меню CLR EQN? Y N. Выберите **←** (Y) **ENTER**.

### Пример: Редактирование уравнения.

Давайте удалим число 25 из уравнения, созданного в предыдущем примере.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>	$R=2 \times C \times (T-A) + 25$	На экран выводится текущее уравнение из списка.
<b>←</b>	$=2 \times C \times (T-A) + 25 \_$	Курсор активируется в конце уравнения.
<b>← ← ←</b>	$=2 \times C \times \text{COS}(T-A) \_$	Удаляем число 25.
<b>ENTER</b>	$R=2 \times C \times (T-A)$	Конец редактирования уравнения в списке уравнений.
<b>C</b>		Выход из режима уравнений.

## 6-10 Ввод и вычисление уравнений

---

## Типы уравнений

Калькулятор HP 35s может работать с уравнениями трех типов:

- **Равенства.** Уравнение содержит знак "=", и левая часть сложнее, чем простая одиночная переменная. Например, уравнение  $x^2 + y^2 = r^2$  является *равенством*.
- **Присваивания.** Уравнение содержит знак "=", а левая часть включает просто одиночную переменную. Например, уравнение  $A = 0,5 \times b \times h$  является *присваиванием*.
- **Выражения.** Уравнение не содержит знака "=". Например, уравнение  $x^3 + 1$  является *выражением*.

При расчете с помощью уравнения можно использовать уравнения любого типа (хотя этот тип может повлиять на способ вычисления его значения). Для решения задачи на нахождение неизвестной переменной, скорее всего, следует использовать равенство или присваивание. При интегрировании функций, как правило, применяются выражения.

---

## Вычисление уравнений

Одна из самых полезных особенностей уравнений – это возможность *вычислить* их, т.е. получить числовое значение. Именно это позволяет рассчитать результат уравнения (а также решать и интегрировать уравнения, как описано в Главах 7 и 8).

Многие уравнения состоят из двух частей, разделенных знаком "=", поэтому базовое значение уравнения представляет собой *разность* между значениями этих частей. При таком расчете знак "=" в уравнении фактически рассматривается как "-". Значение уравнения является мерой того, насколько хорошо оно "уравнено".

На калькуляторе HP 35s имеются две клавиши для вычисления уравнений: **ENTER** и **XEQ**. Их действие различается только для уравнений *присваивания*:

- **XEQ** возвращает значение уравнения, независимо от его типа.

- **ENTER** возвращает значение уравнения, если оно не является присваиванием. Для уравнений присваивания **ENTER** возвращает значение только для правой части, а также "вводит" это значение в переменную из левой части (т.е. сохраняет значение в переменной).

Два способа вычисления уравнения иллюстрирует следующая таблица.

Тип уравнения	Результат для <b>ENTER</b>	Результат для <b>XEQ</b>
Равенство: $g(x) = f(x)$ Пример: $x^2 + y^2 = r^2$	$g(x) - f(x)$ $x^2 + y^2 - r^2$	
Присваивание: $y = f(x)$ Пример: $A = 0,5 \times b \times h$	$f(x)$ * $0,5 \times b \times h$ *	$y - f(x)$ $A - 0,5 \times b \times h$
Выражение: $f(x)$ Пример: $x^3 + 1$	$f(x)$ $x^3 + 1$	
* Результат также сохраняется в переменной из левой части (например, A).		

### Вычисление уравнения:

1. Выведите на экран нужное уравнение (см. выше раздел "Просмотр и выбор уравнений").
2. Нажмите **ENTER** или **XEQ**. Уравнение запрашивает значения всех необходимых переменных. (Если система счисления чисел в уравнении отличается от текущей, то калькулятор автоматически переводит результат в текущую систему.)
3. В ответ на каждое приглашение введите нужное значение:
  - Если на экране находится правильное значение, просто нажмите **R/S**.
  - Если вам необходимо другое значение, введите его и нажмите **R/S**. (см. также раздел "Ответ на запросы уравнений" далее в этой главе).

Чтобы остановить расчет, нажмите **C** или **R/S**. В строке 2 выводится сообщение INTERRUPTED.

При вычислении уравнения не берутся никакие значения из стека – оно использует только указанные в уравнении числа и значения переменных. Значение уравнения возвращается в регистре X.

## 6–12 Ввод и вычисление уравнений

## Вычисление с помощью ENTER

Когда уравнение отображается в списке уравнений, вы можете нажать **ENTER** для его вычисления. (Если вы находитесь в процессе ввода уравнения, то **ENTER** только завершает ввод, но не вычисляет уравнение).

- Если уравнение представляет собой *присваивание*, вычисляется только значение правой части. Результат возвращается в регистре X и сохраняется в переменной из левой части, а затем переменная отображается на экране. Фактически **ENTER** находит значение переменной в левой части.
- Если уравнение представляет собой *равенство* или *выражение*, то вычисляется значение всего уравнения точно так же, как для **XEQ**. Результат возвращается в регистре X.

### Пример: Вычисление значения уравнения с помощью ENTER.

Воспользуемся уравнением, созданным в начале главы, для нахождения объема трубопровода диаметром 35 мм и длиной 20 м.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b> ( <b>↵</b> если нужно)	$V = 0,25 \times \pi \times D^2 \times L$	Выводим на экран нужное уравнение.
<b>ENTER</b>	D? 2.5	Начинаем вычисление уравнения присваивания с сохранением результата в переменной V. Запрашиваются значения переменных в правой части уравнения. Текущее значение D равно 2,5.
<b>3 5 R/S</b>	L? 16	Сохранение D, запрос L (текущее значение 16).
<b>2 0 X 1 0 0</b> <b>0 ENTER</b> <b>R/S</b>	V= 19,242,255.0033	Сохранение L в миллиметрах; вычисление V в кубических миллиметрах, сохранение результата в V и вывод V на экран.

$\div$  1 E 6  
ENTER

19.2423

Переводим кубические  
миллиметры в литры  
(значение  $V$  не меняется).

## Вычисление с помощью XEQ

Когда уравнение отображается в списке уравнений, вы можете нажать  $\boxed{\text{XEQ}}$  для его вычисления. При этом вычисляется значение всего уравнения независимо от его типа. Результат возвращается в регистре  $X$ .

### Пример: Вычисление значения уравнения с помощью XEQ.

Воспользуемся результатами предыдущего примера, чтобы узнать, насколько изменится объем трубопровода, если диаметр составит 35,5 мм.

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\boxed{\text{EQN}}$	$V=0.25 \times \pi \times D^2 \times L$	Выводим на экран нужное уравнение.
$\boxed{\text{XEQ}}$	$V?$ 19,242,255.0033	Начинаем вычисление значения уравнения. Запрашиваются значения <i>всех</i> переменных.
$\boxed{\text{R/S}}$	$D?$ 35	Оставляем старое значение $V$ , запрос $D$ .
$\boxed{3} \boxed{5} \boxed{\cdot} \boxed{5}$	$L?$ 20,000	Сохранение нового $D$ , запрос $L$ .
$\boxed{\text{R/S}}$	-553,705.7051	Оставляем старое значение $L$ ; вычисляется значение уравнения, т.е. дисбаланс между его левой и правой частями.
$\boxed{\text{R/S}}$	-0.5537	Переводим кубические миллиметры в литры.

Значение уравнения представляет собой старый объем (из  $V$ ) минус новый объем (вычисленный для нового значения  $D$ ), т.е. старый объем меньше на указанную величину.

## Ответ на запросы для уравнений

При вычислении уравнения калькулятор запрашивает значения всех необходимых переменных. В приглашении указывается имя переменной и ее текущее значение, например,  $X?2.5000$ . Для входящих в уравнение неименованных косвенных переменных (I) или (J) запрос значения не выдается, поскольку калькулятор автоматически использует текущее значение, хранящееся в этой неименованной косвенной переменной (см. Главу 14).

- **Чтобы оставить число без изменений**, просто нажмите **[R/S]**.
- **Чтобы изменить число**, введите новое значение и нажмите **[R/S]**. Это новое число заменяет старое значение в регистре X. При желании его можно ввести в виде дроби. Если вам нужно вычислить значение числа, проведите расчет с помощью клавиатуры обычным образом, а затем нажмите **[R/S]**. Например, можно нажать 2 **[ENTER]** 5 **[y<sup>x</sup>]** **[R/S]** в режиме RPN или 2 **[y<sup>x</sup>]** 5 **[ENTER]** **[R/S]** в режиме ALG. До нажатия **[ENTER]** в строке 2 отображается выражение, а после нажатия – результат его вычисления.
- **Чтобы отменить запрос**, нажмите **[C]**. Текущее значение переменной остается в регистре X и отображается в правой части строки 2. Если нажать **[C]** в процессе ввода цифр числа, то оно будет очищено до нуля. Чтобы отменить запрос, нажмите **[C]** еще раз.
- **Чтобы увидеть скрытые приглашением цифры**, нажмите **[⇐]** **[SHOW]**.

В режиме RPN запрос помещает значение переменной в регистр X и отключает подъем стека. Когда по запросу вы вводите число, оно заменяет значение в регистре X. При нажатии **[R/S]** подъем стека включается, так что значение сохраняется в стеке.

---

## Синтаксис уравнений

Уравнения должны соответствовать определенным соглашениям, которые определяют способ их вычисления:

- Как взаимодействуют различные операции.
- Какие функции допустимы в уравнении.
- Как выполняется проверка уравнения на синтаксические ошибки.

## Приоритет операций

Операции в уравнениях обрабатываются в определенном порядке, который делает их вычисление логически обоснованным и предсказуемым:

Порядок	Операции	Пример
1	Скобки	$(X+1)$
2	Функции	$SIN(X+1)$
3	Возведение в степень ( $y^x$ )	$X^3$
4	Унарный минус ( $\frac{+}{-}$ )	$-A$
5	Умножение и деление	$X \times Y, A \div B$
6	Сложение и вычитание	$P+Q, A-B$
7	Равенство	$B=C$

Таким образом, например, все операции *внутри* скобок выполняются *перед* операциями *вне* скобок.

### Примеры:

Уравнение	Значение
$A \times B^3 = C$	$a \times (b^3) = c$
$(A \times B)^3 = C$	$(a \times b)^3 = c$
$A + B \div C = 12$	$a + (b/c) = 12$
$(A + B) \div C = 12$	$(a + b) / c = 12$
$\%CHG(T+12, A-6)^2$	$[\%CHG((t + 12), (a - 6))]^2$

## Допустимые функции для уравнений

В следующей таблице перечислены функции, которые допустимо использовать в уравнениях. Соответствующая информация приводится также в Приложении G "Указатель операций".

LN	LOG	EXP	ALOG	SQ	SQRT
INV	IP	FP	RND	ABS	!
SGN	INTG	IDIV	RMDR		
SIN	COS	TAN	ASIN	ACOS	ATAN
SINH	COSH	TANH	ASINH	ACOSH	ATANH
→DEG	→RAD	HMS→	→HMS	%CHG	XROOT
→L	→GAL	→MILE	→KM	nCr	nPr
→KG	→LB	→°C	→°F	→CM	→IN
SEED	ARG	RAND	$\pi$		
+	-	×	÷	^	
$sx$	$sy$	$\sigma x$	$\sigma y$	$\bar{x}$	$\bar{y}$
$\bar{x}w$	$\hat{x}$	$\hat{y}$	$r$	$m$	$b$
$n$	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma x^2$	$\Sigma y^2$	$\Sigma xy$

Для удобства функции префиксного типа, требующие одного или двух аргументов, вводятся вместе с левой скобкой.

Двух аргументов требуют префиксные функции %CHG, XROOT, IDIV, RMDR, nCr и nPr. Эти два аргумента разделяются запятыми.

✓ Аргументы функции XROOT в уравнении имеют обратный порядок по сравнению с использованием в режиме RPN. Например,  $-8[\text{ENTER}]3[\text{XRT}]$  эквивалентно  $XROOT(3,-8)$ .

✓ Все остальные функции с двумя аргументами получают их в порядке Y, X – как и для RPN. Например,  $28[\text{ENTER}]4[\text{MC}] [\text{nCr}]$  эквивалентно  $nCr(28,4)$ .

Для функций с двумя аргументами необходимо проявлять внимание, когда второй аргумент отрицателен. Следующие уравнения допустимы:

$\%CHG(-X,-2)$

$\%CHG(X,(-Y))$

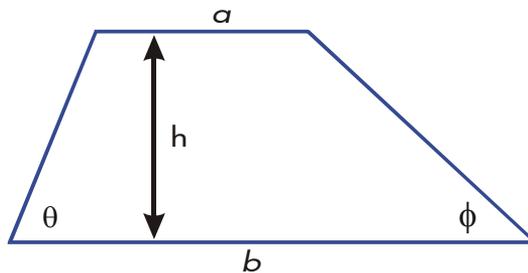
Для восьми функций имена в уравнениях отличаются от обозначения эквивалентной операции:

Операция в режиме RPN	Функция в уравнении
$x^2$	SQ
$\sqrt{x}$	SQRT
$e^x$	EXP
$10^x$	ALOG
$1/x$	INV
$\sqrt[x]{y}$	XROOT
$y^x$	^
INT÷	IDIV

**Пример: Периметр трапеции.**

Следующее уравнение вычисляет периметр трапеции. Вот как это уравнение могло бы выглядеть в книге:

$$\text{Периметр} = a + b + h \left( \frac{1}{\sin\theta} + \frac{1}{\sin\phi} \right)$$



Следующее уравнение соответствует правилам синтаксиса для уравнений HP 35s:

Скобки для группировки элементов

$$P=A+B+H \times (1 \div \text{SIN}(T)+1 \div \text{SIN}(F))$$

Однбуквенные  
имена  
переменных

Явное задание  
умножения

Деление выполняется  
до сложения

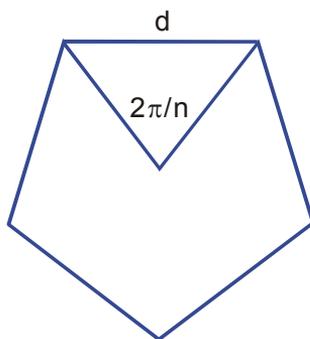
Следующее уравнение также соответствует правилам синтаксиса. В нем использована функция обратной величины  $\text{INV}(\text{SIN}(T))$  вместо записи в виде дроби  $1 \div \text{SIN}(T)$ . Заметьте, что функция  $\text{SIN}$  "вложена" внутрь функции  $\text{INV}$ . (Для ввода функции  $\text{INV}$  служит клавиша  $\boxed{1/x}$ ).

$$P=A+B+H \times (\text{INV}(\text{SIN}(T))+\text{INV}(\text{SIN}(F)))$$

### Пример: Площадь многоугольника.

Уравнение для площади правильного многоугольника, имеющего  $n$  сторон длины  $d$ , имеет вид:

$$\text{Площадь} = \frac{1}{4} n d^2 \frac{\cos(\pi/n)}{\sin(\pi/n)}$$



Это уравнение можно задать следующим образом:

$$A=0.25 \times N \times D^2 \times \text{COS}(\pi \div N) \div \text{SIN}(\pi \div N)$$

Обратите внимание на то, как все операции и функции сочетаются для построения нужного уравнения.

Это уравнение можно ввести в список уравнений, нажав следующие клавиши:

**EQN** **RCL** **A** **←** **≡** **•** **2** **5** **×** **RCL** **N** **×** **RCL** **D** **y<sup>x</sup>** **2** **×**  
**COS** **←** **π** **÷** **RCL** **N** **>** **÷** **SIN** **←** **π** **÷** **RCL** **N** **ENTER**

## Синтаксические ошибки

Калькулятор проверяет синтаксис уравнения только перед его вычислением. При обнаружении ошибки выводится сообщение **SYNTAX ERROR** и курсор устанавливается на позицию первой ошибки. Необходимо внести в уравнение изменения, чтобы исправить ошибку (см. раздел "Изменение и очистка уравнений" ранее в этой главе).

Благодаря тому, что синтаксис уравнений не проверяется до их вычисления, HP 35s позволяет создавать "уравнения", которые в действительности могут представлять собой сообщения. Эта возможность особенно полезна в программах и рассматривается в Главе 13.

---

## Проверка уравнений

При просмотре уравнения (но не при его вводе) вы можете нажать **←** **SHOW**, чтобы увидеть два его параметра: контрольную сумму уравнения и его длину. Чтобы эти значения оставались на экране, удерживайте клавишу **SHOW**.

Контрольная сумма представляет собой 4-значное шестнадцатеричное значение, которое уникальным образом идентифицирует данное уравнение. Если ввести уравнение неправильно, то его контрольная сумма будет другой. Длина уравнения представляет собой число байт, которое оно занимает в памяти калькулятора.

Контрольная сумма и длина позволяют убедиться, что уравнение введено без ошибок. Эти параметры для вводимых вами примеров должны совпадать со значениями, приведенными в этом руководстве.

### Пример: Контрольная сумма и длина уравнения.

Найдем контрольную сумму и длину для уравнения объема трубопровода, которое мы создали в начале главы.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>	$V=0.25 \times \pi \times D^2 \times L$	Выводим на экран нужное уравнение.
( <b>^</b> если нужно)		
<b>SHOW</b>	СК=49СН	Выводим контрольную сумму
(удерживайте)	LN=14	и длину уравнения.
(отпустите)	$V=0.25 \times \pi \times D^2 \times L$	Снова на экране уравнение.
<b>C</b>		Выход из режима уравнений.



# 7

## Решение уравнений

---

В Главе 6 мы показали, как с помощью **ENTER** найти значение переменной в левой части уравнения *присваивания*. Наряду с этим вы можете использовать команду **SOLVE**, чтобы найти значение *любой* переменной в уравнении *любого* типа.

Например, рассмотрим уравнение

$$x^2 - 3y = 10$$

Если вы знаете значение  $y$ , то **SOLVE** может решить уравнение и найти неизвестное  $x$ . Если вы знаете значение  $x$ , то **SOLVE** может решить уравнение и найти неизвестное  $y$ . Это работает и для "текстовых" задач:

$$\text{Надбавка} \times \text{Стоимость} = \text{Цена}$$

Если вы знаете любые две из этих переменных, то **SOLVE** может вычислить значение третьей.

Когда уравнение содержит только одну переменную или когда для всех переменных, кроме одной, заданы известные значения, то решение уравнения относительно неизвестного  $x$  представляет собой нахождение *корня* уравнения. Корень уравнения достигается, когда уравнение типа *равенства* или *присваивания* точно сбалансировано или когда уравнение типа *выражения* равняется нулю.

---

## Решение уравнения

**Чтобы решить уравнение (кроме встроенных) относительно неизвестной переменной:**

1. Нажмите **EQN** и выведите нужное уравнение на экран. Если нужно, введите уравнение, как описано в Главе 6, раздел "Ввод уравнений в список уравнений".

2. Нажмите  SOLVE, а затем клавишу неизвестной переменной. Например, чтобы решить уравнение относительно  $x$ , нажмите  SOLVE  $x$ . Затем калькулятор запрашивает значения всех остальных переменных, входящих в уравнение.
3. В ответ на каждое приглашение введите желаемое значение:
  - Если значение на экране правильно, нажмите .
  - Если вы хотите задать другое значение, введите или вычислите его, а затем нажмите . (Подробнее см. раздел "Ответ на запросы для уравнений" в Главе 6).

Выполняемый калькулятором расчет можно остановить, нажав  или .

Когда корень найден, он сохраняется в соответствующей переменной, и ее значение выводится на экран. Кроме того, в регистре  $X$  находится корень, в регистре  $Y$  – предыдущее значение оценки или нуль, а в регистре  $Z$  – значение параметра  $D$  для корня (должно быть нулевым).

В некоторых сложных математических задачах найти определенное решение не удастся, и калькулятор выдает сообщение NO ROOT FND. См. раздел "Проверка результата" далее в этой главе, а также разделы "Интерпретация результатов" и "Когда SOLVE не может найти корень" в Приложении D.

Для некоторых уравнений перед решением полезно задать одно или два *начальных приближения* к неизвестной переменной. Это может ускорить расчет, направить его к реалистичному решению или помочь найти несколько решений (если они существуют). См. раздел "Выбор начальных приближений для SOLVE" далее в этой главе.

### **Пример: Решение уравнения прямолинейного движения.**

Уравнение движения для свободно падающего тела имеет вид:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

где  $d$  – расстояние,  $v_0$  – начальная скорость,  $t$  – время, а  $g$  – ускорение силы тяжести.

Вводим уравнение:

**Клавиши:**

 CLEAR  (3) ALL  
 (Y) ENTER

**Экран:**

**Описание:**

Очистка памяти.

## **7-2 Решение уравнений**

<b>EQN</b>	3*3 lin. solve EQN LIST TOP	Выбор режима уравнений.
<b>RCL</b> <b>D</b> <b>←</b> <b>=</b> <b>RCL</b>		Начинаем ввод уравнения.
<b>V</b> <b>x</b> <b>RCL</b> <b>T</b> <b>+</b>	$D=V \times T +$	
<b>·</b> <b>5</b> <b>x</b> <b>RCL</b> <b>G</b> <b>x</b> <b>←</b>	$=V \times T + 0.5 \times G \times T^2$	
<b>RCL</b> <b>T</b> <b>y<sup>x</sup></b> <b>2</b>		
<b>ENTER</b>	$D=V \times T + 0.5 \times G \times T^2$	Конец ввода; отображается начало уравнения.
<b>←</b> <b>SHOW</b>	CK=FB3C LN=15	Контрольная сумма и длина.

Ускорение силы тяжести  $g$  включено в качестве переменной, чтобы вы могли менять его значение для различных единиц измерения (например,  $9,8 \text{ м/с}^2$  или  $32,2 \text{ фут/с}^2$ ).

Вычислим, сколько метров пролетит за 5 секунд тело, падающее из состояния покоя. Поскольку режим уравнения включен и нужное уравнение уже находится на экране, можно начинать решение относительно  $D$ :

<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
<b>→</b> <b>SOLVE</b>	SOLVE_	Запрос неизвестной переменной.
<b>D</b>	$V?$ значение	Выбор $D$ , запрос $V$ .
<b>0</b> <b>R/S</b>	$T?$ значение	Сохранение 0 в $V$ , запрос $T$ .
<b>5</b> <b>R/S</b>	$G?$ значение	Сохранение 5 в $T$ , запрос $G$ .
<b>9</b> <b>·</b> <b>8</b> <b>R/S</b>	SOLVING $D=$ 122.5000	Сохранение 9,8 в $G$ , решение относительно $D$ .

Попробуем провести другой расчет по тому же уравнению: за какое время тело, падающее из состояния покоя, пролетит 500 метров?

<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
<b>EQN</b>	$D=V \times T + 0.5 \times G \times T^2$	Выводим уравнение на экран.

<b>[F2] [SOLVE] [T]</b>	D?	Решение относительно T, запрос D.
	122.5	
<b>[5] [0] [0] [R/S]</b>	V?	Сохранение 500 в D, запрос V.
	0	
<b>[R/S]</b>	G?	Оставляем 0 в V, запрос G.
	9.8	
<b>[R/S]</b>	SOLVING	Оставляем 9,8 в G, решение относительно T.
	T=	
	10.1015	

### Пример: Решение уравнения состояния идеального газа.

Уравнение состояния (закон) идеального газа описывает связь между давлением, объемом, температурой и количеством вещества (числом молей) идеального газа:

$$P \times V = N \times R \times T$$

где  $P$  – давление (в атмосферах или  $\text{Н/м}^2$ ),  $V$  – объем (в литрах),  $N$  – число молей газа,  $R$  – универсальная газовая постоянная ( $0,0821$  л-атм/моль-К или  $8,314$  Дж/моль-К), а  $T$  – температура (по шкале Кельвина:  $\text{K} = ^\circ\text{C} + 273,1$ ).

Вводим уравнение:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>[EQN] [RCL] [P] [X]</b>	P*_	Выбираем режим уравнений и начинаем ввод уравнения.
<b>[RCL] [V] [←] [=]</b>		
<b>[RCL] [N] [X]</b>		
<b>[RCL] [R] [X] [RCL] [T]</b>	P*V=N*R*T_	
<b>[ENTER]</b>	P*V=N*R*T	Конец ввода; уравнение на экране.
<b>[←] [SHOW]</b>	CK=EDC8 LN=9	Контрольная сумма и длина.

В бутылке объемом 2 литра содержится 0,005 моля газообразного диоксида углерода при  $24^\circ\text{C}$ . Предполагая, что газ ведет себя как идеальный, рассчитать его давление. Поскольку режим уравнения включен и нужное уравнение уже находится на экране, можно начинать решение относительно  $P$ :

## 7-4 Решение уравнений

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\rightarrow$ SOLVE P	V? значение	Решение относительно P, запрос V.
2 R/S	N? значение	Сохранение 2 в V, запрос N.
. 0 0 5 R/S	R? значение	Сохранение 0,005 в N, запрос R.
. 0 8 2 1 R/S	T? значение	Сохранение 0,0821 в R, запрос T.
2 4 + 2 7 3 .	T?	Вычисляем T (в кельвинах).
1 ENTER	297.1000	Сохранение 297,1 в T,
R/S	SOLVING	решение относительно P
	P= 0.0610	(в атмосферах).

Колба объемом 5 литров содержит газообразный азот под давлением 0,05 атм при температуре 18°C. Рассчитать плотность газа ( $N \times 28/V$ , где 28 – молекулярная масса азота).

Клавиши:	Экран:	Описание:
EQN	$P \times V = N \times R \times T$	Выводим уравнение на экран.
$\rightarrow$ SOLVE N	P? 0.0610	Решение относительно N, запрос P.
. 0 5 R/S	V? 2.0000	Сохранение 0,05 в P, запрос V.
5 R/S	R? 0.0821	Сохранение 5 в V, запрос R.
R/S	T? 297.1000	Оставляем старое значение R, запрос T.
✓ 1 8 ENTER 2 7 3	T?	Вычисляем T (в кельвинах).
. 1 +	291.1000	Сохранение 291,1 в T,
R/S	SOLVING	решение
	N= 0.0105	относительно N.
✓ 2 8 x	0.2929	Вычисляем массу в граммах = $N \times 28$ .
✓		

RCL V ÷

0.0586

Вычисляем плотность (в граммах на литр).

## Решение встроенных уравнений

В калькуляторе имеются встроенные уравнения "2\*2 lin. solve" ( $Ax+By=C$ ,  $Dx+Ey=F$ ) и "3\*3 lin. solve" ( $Ax+By+Cz=D$ ,  $Ex+Fy+Gz=H$ ,  $Ix+Jy+Kz=L$ ). Если выбрать одно из них, то клавиши **XEQ**, **ENTER** и **/** будут неактивны. При нажатии **SOLVE** калькулятор запрашивает 6 переменных (от A до F) для случая 2\*2 или 12 переменных (от A до L) для случая 3\*3, а затем использует их для нахождения x и y в случае системы линейных уравнений 2\*2 либо x, y и z в случае системы линейных уравнений 3\*3. Результат сохраняется в переменных x, y и z. Калькулятор сам обнаруживает случаи, когда система не имеет решений или имеет бесконечно много решений.

Пример: найти x, y для системы уравнений

$$\begin{cases} x+2y=5 \\ 3x+4y=11 \end{cases}$$

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>	3*3 lin. solve	Выбираем режим уравнений.
<b>∨</b>	EQN LIST TOP	Выводим встроенное уравнение на экран.
<b>SOLVE</b>	2*2 lin. solve	Запрос A.
<b>1 R/S</b>	A? value	Сохранение 1 в A, запрос B.
<b>2 R/S</b>	B? value	Сохранение 2 в B, запрос C.
<b>5 R/S</b>	D? value	Сохранение 5 в C, запрос D.
<b>3 R/S</b>	E? value	Сохранение 3 в D, запрос E.
<b>4 R/S</b>	F? value	Сохранение 4 в E, запрос F.
<b>1 1 R/S</b>	X= 1.0000	↑ Сохранение 11 в F и ↓ вычисление x и y.
<b>∨</b>	Y= 2.0000	↑ Значение y. ↓

---

## Понимание и управление работой SOLVE

Первоначально функция SOLVE пытается напрямую решить уравнение относительно неизвестной переменной. Если это не удается, SOLVE переходит к итерационной (повторяющейся) процедуре. Эта процедура сначала вычисляет значение уравнения, используя два начальных приближения к неизвестной переменной. Опираясь на результаты для этих двух приближений, SOLVE строит новое, более удачное приближение. Путем последовательных итераций SOLVE находит значение неизвестной переменной, обеспечивающее равенство значения уравнения нулю.

Значение уравнения SOLVE определяет точно так же, как **XEQ** – любые знаки "=" в уравнении обрабатываются как "-". Например, уравнение состояния идеального газа вычисляется как  $P \times V - (N \times R \times T)$ . Таким образом, уравнения типа *равенства* или *присваивания* в корне будут сбалансированы, а уравнения типа *выражения* – равны нулю.

Некоторые уравнения более трудны для решения, чем другие. Чтобы найти решение, в определенных случаях может потребоваться задание начальных приближений (см. ниже раздел "Выбор начальных приближений для SOLVE"). Если SOLVE не в состоянии найти решение, калькулятор выводит сообщение NO ROOT FND.

Дополнительную информацию о работе функции SOLVE можно найти в Приложении D.

### Проверка результата

Когда расчет SOLVE закончен, вы можете проверить оставшиеся в стеке значения, чтобы убедиться, что результат действительно является решением уравнения:

- Регистр X (нажмите **C**), чтобы отменить просмотр переменной) содержит решение (корень) уравнения, т.е. значение неизвестной переменной, при котором значение уравнения равно нулю.
- Регистр Y (нажмите **R1**) содержит предыдущую оценку корня или нуля. Это число должно равняться значению в регистре X. Если это не так, то полученный корень является только *приближением*, а значения в регистрах X и Y дают границы истинного значения (такие граничные значения должны быть близки друг к другу).

- Регистр Z (снова нажмите **R/D**) содержит значение параметра D для уравнения в точке корня. Для точного корня величина D равняется нулю. Если это не так, то полученный корень является только *приближением*. Это число должно быть близко к нулю.

Если в конце расчета выдается сообщение **NO ROOT FND**, это значит, что калькулятору не удалось достичь сходимости корня. (Последнюю оценку корня – значение в регистре X – можно увидеть, нажав **C** или **←** для очистки сообщения). Значения в регистрах X и Y ограничивают последний интервал поиска корня. Регистр Z содержит значение уравнения при последней оценке корня.

- Если значения в регистрах X и Y далеки друг от друга и значение в регистре Z сильно отличается от нуля, то оценка из регистра X, скорее всего, не является корнем.
- Если значения регистров X и Y *близки* друг к другу, а регистр Z *близок* к нулю, то оценка из регистра X, возможно, дает приближенную величину корня.

## Прерывание расчета SOLVE

Чтобы остановить расчет, нажмите **C** или **R/S**, при этом выводится сообщение “**INTERRUPTED**”. Наилучшая на данный момент оценка корня находится в неизвестной переменной; клавиша **←** **VIEW** позволяет просмотреть ее, не нарушая стек, однако возобновить процедуру решения невозможно.

## Выбор начальных приближений для SOLVE

В качестве двух начальных приближений используются:

- Число, находящееся в данный момент в неизвестной переменной.
- Число в регистре X (на экране).

Приближения берутся из этих источников *независимо от того, ввели ли вы их или нет*. Если ввести только одно приближение и сохранить его в переменной, то значение второго приближения будет таким же, поскольку только что сохраненное в переменной число также остается на экране. (В этом случае калькулятор немного изменяет одно из значений, чтобы получить два разных приближения).

Ввод собственных приближений дает следующие преимущества:

- Сужая интервал поиска, приближения могут сократить время поиска решения.
- Если с точки зрения математики у уравнения может быть несколько решений, приближения могут направить процедуру SOLVE к желаемому решению или диапазону решений. Например, уравнение прямолинейного движения

$$d = v_0 t + 1/2 g t^2$$

может иметь два решения относительно  $t$ . Вводя подходящие приближения, можно направить поиск ответа к нужному решению.

В приведенном выше примере с этим уравнением не нужно было вводить приближения перед решением относительно  $T$ , потому что в первой части примера мы сохраняли значение  $T$  и решали уравнение относительно  $D$ . В переменной  $T$  осталось хорошее (реалистичное) значение, поэтому оно было использовано как приближение при решении относительно  $T$ .

- Если определенные значения неизвестной переменной являются недопустимыми для уравнения, приближения позволяют избежать их. Например, уравнение

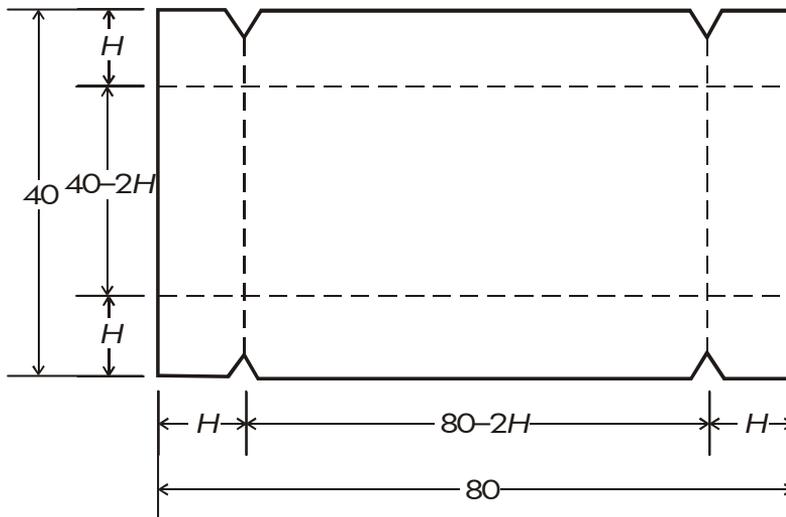
$$y = t + \log x$$

приводит к ошибке при  $x \leq 0$  (сообщение NO ROOT FND).

В следующем примере уравнение имеет несколько корней, однако приближения помогают найти нужный корень.

**Пример: Использование приближений для нахождения корня.**

Используя прямоугольный лист металла 40x80 см, изготовить ящик без крышки, имеющий объем 7500 см<sup>3</sup>. Здесь необходимо найти высоту ящика (т.е. размер полосы, загибаемой с каждой из четырех сторон), которая дает требуемый объем. Более *высокий* ящик предпочтительнее более *низкого*.



Если обозначить высоту  $H$ , то длина ящика равна  $(80 - 2H)$ , а ширина  $(40 - 2H)$ . Объем  $V$  составляет:

$$V = (80 - 2H) \times (40 - 2H) \times H$$

Это уравнение можно упростить и ввести как

$$V = (40 - H) \times (20 - H) \times 4 \times H$$

Вводим уравнение:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>	$V = \_$	Выбираем режим уравнений и начинаем ввод уравнения.
<b>RCL</b> <b>V</b> <b>←</b> <b>=</b>		
<b>( )</b> <b>4</b> <b>0</b> <b>-</b>	$V = (40 - H) \_$	
<b>RCL</b> <b>H</b> <b>&gt;</b>		
<b>×</b> <b>( )</b> <b>2</b> <b>0</b> <b>-</b>	$(40 - H) \times (20 - H) \_$	
<b>RCL</b> <b>H</b> <b>&gt;</b>		
<b>×</b> <b>4</b> <b>×</b> <b>RCL</b> <b>H</b>	$H) \times (20 - H) \times 4 \times H \_$	
<b>ENTER</b>	$V = (40 - H) \times (20 - H$	Заканчиваем ввод и выводим уравнение на экран.
<b>←</b> <b>SHOW</b>	CK=49R4 LN=19	Контрольная сумма и длина.

## 7-10 Решение уравнений

Размышления показывают, что при заданном объеме можно изготовить высокий узкий либо низкий плоский ящик. Поскольку более высокий ящик предпочтителен, разумно использовать большие начальные оценки высоты. Тем не менее значения высоты больше 20 см физически невозможны, поскольку лист металла имеет ширину всего 40 см. Таким образом, подходящими будут начальные приближения 10 и 20 см.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>C</b>		Выход из режима уравнений.
<b>1 0</b> <b>→</b> <b>STO</b> <b>H</b>		Сохраняем верхнее и нижнее граничные приближения.
<b>ENTER</b> <b>2 0</b>	20_	
<b>EQN</b>	$V = (40 - H) \times (20 - H)$	Выводим текущее уравнение.
<b>→</b> <b>SOLVE</b> <b>H</b>	V?	Решение относительно $H$ , запрос $V$ .
	значение	
<b>7 5 0 0</b> <b>R/S</b>	H=	Сохранение 7500 в $V$ , решение относительно $H$ .
	15.0000	

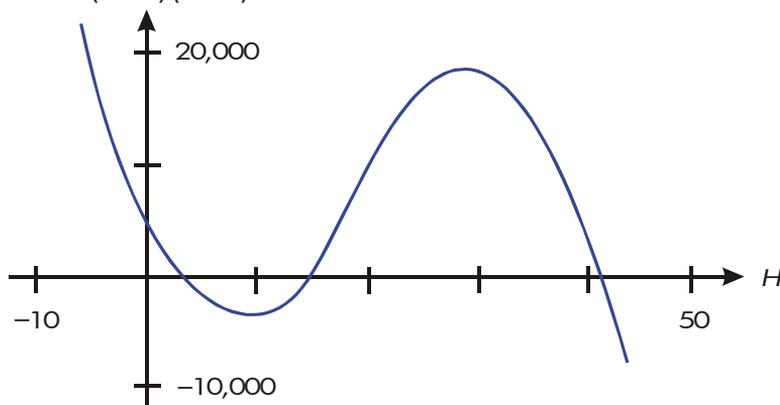
Теперь проверим качество этого решения, т.е. то, что найденный результат является точным корнем. Для этого посмотрим на значение предыдущей оценки корня (в регистре  $Y$ ) и значение уравнения в точке корня (в регистре  $Z$ ).

	Клавиши:	Экран:	Описание:
✓	<b>R↓</b>	15.0000	Значение в регистре $Y$ представляет собой оценку, полученную непосредственно перед окончательным результатом. Оно совпадает с решением, поэтому найден точный корень.
✓	<b>R↓</b>	0.0000	Это значение в регистре $Z$ показывает, что в точке корня значение уравнения равно нулю.

Требуемый ящик имеет размеры  $50 \times 10 \times 15$  см. Если не принять во внимание верхний предел высоты (20 см) и использовать начальные приближения 30 и 40 см, то будет получена высота 42,0256 см – корень, не имеющий физического смысла. Если задать небольшие начальные приближения, например, 0 и 10 см, то будет получена высота 2,9774 см, соответствующая нежелательному низкому и плоскому ящику.

Если вы не знаете, какие приближения задавать, можно использовать график, чтобы лучше понять поведение уравнения. Вычислите значение уравнения при нескольких значениях неизвестной переменной. Для каждой точки графика выведите на экран уравнение и нажмите  $\boxed{\text{XEQ}}$ , затем введите значение координаты  $x$  и получите соответствующее значение уравнения – координату  $y$ . Для рассмотренной выше задачи нужно всегда задавать  $V = 7500$  и варьировать значение  $H$ , получая различные значения уравнения. Помните, что значение уравнения представляет собой разность его левой и правой частей. График значения для данного уравнения выглядит следующим образом.

$$7500 - (40 - H)(20 - H) - 4H$$




---

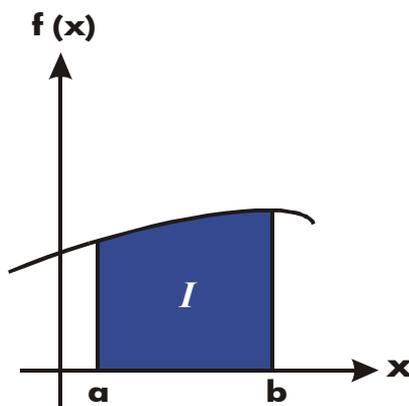
## Дополнительная информация

В этой главе приводятся инструкции, позволяющие решать для нахождения неизвестных переменных или корней уравнения, возникающие в самых разных областях. В Приложении D вы найдете более подробную информацию о том, на основе каких алгоритмов работает функция SOLVE, как интерпретировать результаты, что происходит, если решение не найдено, и какие условия могут привести к получению неправильных результатов.

## Интегрирование уравнений

Многие задачи в математике, естественных науках и технике требуют вычисления определенного интеграла функции. Если функция обозначена  $f(x)$ , а интервал интегрирования имеет границы  $a$  и  $b$ , то интеграл можно выразить математически как

$$I = \int_a^b f(x) dx$$



Величину  $I$  можно интерпретировать геометрически как площадь области, ограниченной графиком функции  $f(x)$ , осью  $x$  и пределами  $x = a$  и  $x = b$  (при условии, что  $f(x)$  неотрицательна на всем интервале интегрирования).

Операция  $\int$  ( $\int$  FN) выполняет интегрирование текущего уравнения по заданной переменной ( $\int$  FN d\_). Функция может включать несколько переменных.

## Интегрирование уравнений ( ∫ FN)

### Для интегрирования уравнения:

1. Если уравнение, определяющее интегрируемую функцию, еще не сохранено в списке уравнений, введите его (см. раздел "Ввод уравнений в список уравнений" в Главе 6) и выйдите из режима уравнений. Как правило, такое уравнение представляет собой простое выражение.
- ✓ 2. Задайте пределы интегрирования: введите *нижний* предел и нажмите **ENTER**, затем введите верхний предел.
3. Выведите уравнение на экран: нажмите **EQN** и при необходимости пролистайте список уравнений (клавишами **↑** и **↓**), пока на экране не появится нужное уравнение.
4. Выберите переменную интегрирования: нажмите **VAR** **∫** *переменная*. При этом запускается процесс расчета.

Функция **∫** использует гораздо больше памяти, чем любая другая операция с калькулятором. Если при выполнении **∫** выдается сообщение MEMORY FULL, обратитесь к Приложению В.

Вы можете остановить расчет интеграла, нажав **C** или **R/S**, при этом на строке 2 выводится сообщение "INTERRUPTED", однако возобновить интегрирование нельзя. Тем не менее любую информацию о результатах интегрирования можно получить только после нормального завершения расчета.

Установки формата отображения влияют на то, какой уровень точности предполагается для функции и используется для результата. Интегрирование производится точнее, но занимает *гораздо* больше времени в режиме ALL и при высоких параметрах режимов FIX, SCI и ENG. Величина *неопределенности* (результата возвращается в регистре Y, вытесняя пределы интегрирования в регистры T и Z. Дополнительную информацию см. в разделе "Точность интегрирования" далее в этой главе.

### Для интегрирования того же уравнения с другими параметрами:

- ✓ Если вы хотите использовать прежние пределы интегрирования, нажмите **R** **R↓**, чтобы переместить их в регистры X и Y. Затем перейдите к шагу 3 в рассмотренной выше процедуре. Чтобы использовать другие пределы, начните с шага 2.

Для работы над другой задачей с использованием другого уравнения начните с шага 1 и выберите уравнение, определяющее нужную интегрируемую функцию.

### Пример: Функция Бесселя.

Функцию Бесселя первого рода порядка 0 можно выразить как

$$J_0(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos(x \sin t) dt$$

Найти функцию Бесселя для значений  $x = 2$  и  $3$ .

Вводим выражение, определяющее интегрируемую функцию:

$$\cos(x \sin t)$$

Клавиши:	Экран:	Описание:
CLEAR  3		Очистка памяти.
(ZALL)  (Y)  ENTER		
EQN	3*3 lin. solve EQN LIST TOP	Выбор режима уравнений.
COS  RCL  X	COS(X)	Ввод уравнения.
X  SIN	COS(XxSIN(	
RCL  T	COS(XxSIN(T)	
>  >	COS(XxSIN(T))_	
ENTER	COS(XxSIN(T))	Конец ввода; отображается начало выражения.
SHOW	CK=E1EC LN=13	Контрольная сумма и длина.
C		Выход из режима уравнений.

Теперь выполним интегрирование этой функции по  $t$  на интервале от 0 до  $\pi$ ;  $x = 2$ .

Клавиши:	Экран:	Описание:
MODE  2 (2RAD)		Выбираем режим радианов.
0  ENTER  pi	3.1416	Вводим пределы интегрирования (сначала нижний).

**EQN**  
↩ ∫

COS(XxSIN(T))  
∫ FN d\_

Выводим функцию на экран.  
Запрос переменной  
интегрирования.

T

X?  
значение

Запрос значения X.

**2** **R/S**

INTEGRATING  
∫ =  
0.7034

x = 2. Начинается  
интегрирование; вычисляется

$$\int_0^{\pi} f(t)$$

✓

↩ π ÷

0.2239

Окончательное значение  
 $J_0(2)$ .

Теперь вычислим  $J_0(3)$ , используя те же пределы интегрирования. Пределы (0,  $\pi$ ) необходимо задать заново, поскольку они были вытеснены из стека при последующем делении на  $\pi$ .

**Клавиши:**

**Экран:**

**Описание:**

✓

0 ENTER ↩ π

3.1416

Вводим пределы интегриро-  
вания (сначала нижний).

**EQN**  
↩ ∫

COS(XxSIN(T))  
∫ FN d\_

Выводим текущее уравнение.  
Запрос переменной  
интегрирования.

T

X?  
2.0000

Запрос значения X.

**3** **R/S**

INTEGRATING  
∫ =  
-0.8170

x = 3. Начинается  
интегрирование; вычисляется

$$\int_0^{\pi} f(t)$$

✓

↩ π ÷

-0.2601

Окончательное значение  
 $J_0(3)$ .

✓

**Пример: Интегральный синус.**

Некоторые задачи теории коммуникаций (например, передача импульсов по идеализированным сетям) требуют вычисления интеграла следующего вида (иногда называемого *интегральным синусом*)

$$S_i(t) = \int_0^t \left( \frac{\sin x}{x} \right) dx$$

Найти  $S_i(2)$ .

## 8-4 Интегрирование уравнений

Вводим выражение, определяющее интегрируемую функцию:

$$\frac{\sin x}{x}$$

Если бы калькулятор попытался вычислить эту функцию на нижнем пределе интегрирования  $x = 0$ , это привело бы к ошибке (DIVIDE BY 0). Однако алгоритм интегрирования, как правило, *не вычисляет* функцию на обоих пределах интегрирования, если только эти пределы не окажутся чрезвычайно близкими или число точек разбиения не будет очень большим.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>	3*3 lin. solve EQN LIST TOP	Выбор режима уравнений.
<b>SIN</b> <b>RCL</b> <b>X</b> <b>&gt;</b>	SIN(X) SIN(X)_	Начинаем ввод уравнения. В этом случае требуется закрыть правую скобку.
<b>÷</b> <b>RCL</b> <b>X</b> <b>ENTER</b>	SIN(X)÷X_ SIN(X)÷X	Конец ввода уравнения.
<b>↵</b> <b>SHOW</b>	CK=0EE0 LN=8	Контрольная сумма и длина.
<b>C</b>		Выход из режима уравнений.

Теперь выполним интегрирование этой функции по  $x$  (т.е.  $X$ ) на интервале от 0 до 2 ( $t = 2$ ).

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>2</b> ( <b>2RAD</b> )		Выбираем режим радианов.
<b>0</b> <b>STO</b> <b>X</b> <b>ENTER</b> <b>2</b>	2_	Вводим пределы интегрирования (сначала нижний).
<b>EQN</b>	SIN(X)÷X	Выводим текущее уравнение.
<b>↵</b> <b>∫</b> <b>X</b>	INTEGRATING ∫= 1.6054	Вычисляем значение $S_i(2)$ .

---

## Точность интегрирования

Калькулятор не может точно вычислить значение интеграла, поэтому он осуществляет его *приближение*. Точность такого приближения зависит от точности самой интегрируемой функции, рассчитываемой по уравнению. На нее влияют ошибки округления в калькуляторе и точность эмпирических констант.

Если функция обладает определенными особенностями (например, кратковременные всплески или очень быстрые колебания), ее интеграл может быть вычислен неправильно, однако вероятность этого очень мала. Общая характеристика функций, которые могут вызывать проблемы, а также способы их преодоления рассматриваются в Приложении E.

### Задание точности

На *точность* расчета при интегрировании влияют установки формата отображения (FIX, SCI, ENG или ALL): чем больше число отображаемых знаков, тем выше точность вычисленного интеграла (и больше необходимое для этого время). Чем меньше число отображаемых на экране знаков, тем быстрее выполняется расчет, однако калькулятор будет считать, что точность функции ограничивается только указанным числом знаков.

Чтобы задать *точность* интегрирования, установите формат отображения так, чтобы на экран выводилось *не больше знаков*, чем вы считаете точными в значениях *интегрируемой функции*. Тот же уровень точности будет применен и к результату интегрирования.

Если включен режим отображения дробей (установлен флаг 7), то точность определяется предыдущим форматом отображения.

### Интерпретация точности

Вычислив интеграл, калькулятор помещает оценку *неопределенности* его значения в регистр Y. Чтобы увидеть величину неопределенности, нажмите x↔y.

Например, если интеграл  $Si(2)$  равен  $1,6054 \pm 0,0002$ , то его неопределенность составляет 0,0002.

### Пример: Задание точности.

Установив формат отображения SCI 2, вычислим интеграл выражения для  $Si(2)$  (из предыдущего примера).

Клавиши:	Экран:	Описание:
DISPLAY  2 (2SCI)  2	1.61E0	Выбираем научную запись с 2 десятичными знаками, указывая, что функция имеет точность 2 десятичных знака.
✓	0.00E0 2.00E0	Прокручиваем стек вниз, перенося пределы интегрирования из регистров Z и T в регистры X и Y.
	SIN(X)÷X	Выводим на экран текущее уравнение.
X	INTEGRATING ∫ = 1.61E0	Приближение интеграла с точностью до двух десятичных знаков.
	1.61E-2	Неопределенность приближенного интеграла.

Интеграл равен  $1,61 \pm 0,0161$ . Неопределенность затрагивает приближение только в третьем десятичном знаке, поэтому все отображаемые цифры в этом приближенном значении можно считать точными.

Если неопределенность приближения больше допустимого для вас уровня, вы можете увеличить число цифр в формате отображения и повторить интегрирование (при условии, что  $f(x)$  по-прежнему будет точно рассчитываться с отображаемым на экране числом знаков). Как правило, неопределенность вычисления интеграла уменьшается в десять раз на каждый дополнительный знак в формате отображения.

### Пример: Изменение точности.

Для только что вычисленного интеграла  $Si(2)$  установим точность результата до четырех десятичных знаков вместо всего двух.

Клавиши:	Экран:	Описание:
[DISPLAY] [2] (2SCI) [4]	1.6079E-2	Задаем точность 4 десятичных знака. На экране еще остается величина неопределенности из последнего примера.
✓ [R] [R] [4]	0.0000E0 2.0000E0	Прокручиваем стек вниз, переносим пределы интегрирования из регистров Z и T в регистры X и Y.
[EQN]	SIN(X)÷X	Выводим на экран текущее уравнение.
[∫] X	INTEGRATING ∫ = 1.6054E0	Вычисляем результат.
[x↔y]	1.6056E-4	Заметьте, что неопределенность примерно в 100 раз меньше, чем у результата, рассчитанного ранее в режиме SCI 2.
[DISPLAY] [1] (2SCI) [4]	0.0002	Восстанавливаем формат FIX 4.
[MODE] [1] (1DEG)	0.0002	Восстанавливаем режим градусов.

Это значение неопределенности показывает, что результат может быть правильным с точностью до трех десятичных знаков. В действительности, как показывает сравнение с фактическим значением данного интеграла, точность результата составляет семь десятичных знаков. Неопределенность результата оценивается консервативно, поэтому *точность полученного калькулятором приближения в большинстве случаев выше, чем можно судить по величине его неопределенности.*

---

## **Дополнительная информация**

В этой главе приводятся инструкции, позволяющие использовать в самых разных областях функцию интегрирования HP 35s. В Приложении E вы найдете более подробную информацию о том, на основе каких алгоритмов она работает, какие условия могут привести к получению неправильных результатов или удлинить время расчета, а также как получить текущее приближение интеграла.



# 9

## Операции с комплексными числами

---

Калькулятор HP 35s может работать с комплексными числами, заданными в форме

$$x+iy \quad x+yi \quad r\theta a$$

Он включает операции комплексной арифметики (+, -, ×, ÷), комплексной тригонометрии (sin, cos, tan) и математические функции  $-z$ ,  $1/z$ ,  $z_1^{z_2}$ ,  $\ln z$  и  $e^z$  (где  $z_1$  и  $z_2$  представляют собой комплексные числа).

Форма  $x+yi$  доступна только в режиме ALG.

### Чтобы ввести комплексное число:

#### Форма $x+iy$

1. Введите действительную часть.
2. Нажмите  $\boxed{i}$ .
3. Введите мнимую часть.

#### Форма $x+yi$

1. Введите действительную часть.
2. Нажмите  $\boxed{+}$ .
3. Введите мнимую часть.
4. Нажмите  $\boxed{i}$ .

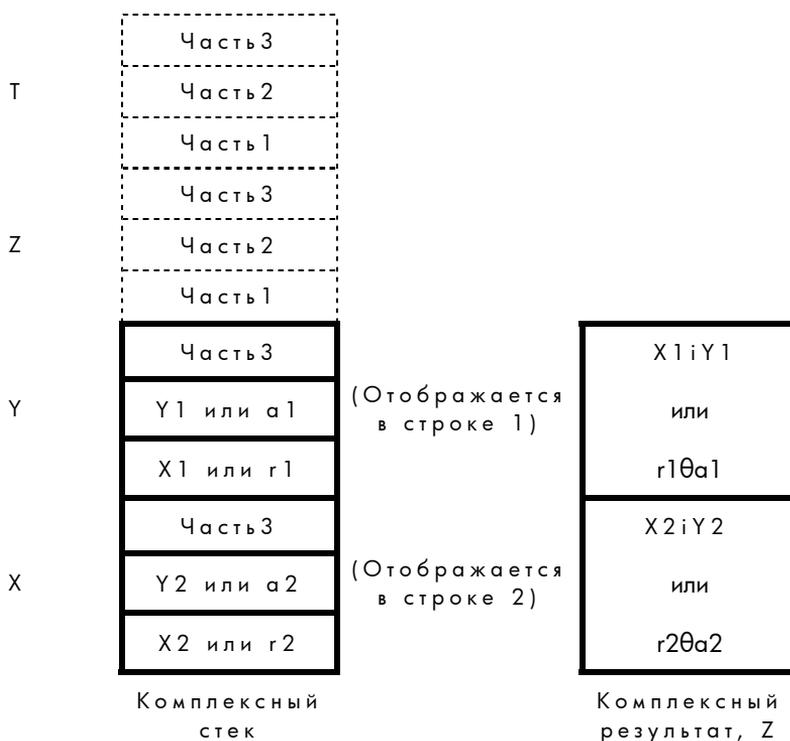
#### Форма $r\theta a$

1. Введите значение  $r$ .
2. Нажмите  $\boxed{\angle}$   $\boxed{\theta}$ .
3. Введите значение  $\theta$ .

Если не оговорено иное, во всех приведенных в данной главе примерах используется режим RPN.

## ✓ **Комплексный стек**

Комплексное число занимает части 1 и 2 каждого уровня стека. В режиме RPN комплексное число, занимающее части 1 и 2 регистра X, отображается на строке 2, а комплексное число, занимающее части 1 и 2 регистра Y, отображается на строке 1.



## **Комплексные операции**

Операции с комплексными числами в режимах ALG и RPN выполняются так же, как с действительными.

### ✓ **Для проведения операции с одним комплексным числом:**

1. Введите комплексное число z, как описано выше.
2. Выберите комплексную функцию.

### Функции для одного комплексного числа $z$

Чтобы вычислить:	Нажмите:
Изменение знака, $-z$	
Обратная величина, $1/z$	
Натуральный логарифм, $\ln z$	
Натуральный антилогарифм, $e^z$	
$\sin z$	
$\cos z$	
$\tan z$	
Абсолютная величина, $\text{ABS}(z)$	
Значение аргумента, $\text{ARG}(z)$	

✓ Для проведения арифметической операции с двумя комплексными числами:

1. Введите первое комплексное число  $z_1$ , как описано выше.
2. Введите второе комплексное число  $z_2$ , как описано выше.
3. Выберите арифметическую операцию:

**Арифметические операции с двумя комплексными числами  $z_1$  и  $z_2$**

Чтобы вычислить:	Нажмите:
Сложение, $z_1 + z_2$	
Вычитание, $z_1 - z_2$	
Умножение, $z_1 \times z_2$	
Деление, $z_1 \div z_2$	
Степенная функция, $z_1^{z_2}$	

## Примеры:

Вот несколько примеров тригонометрических и арифметических вычислений с комплексными числами:

Вычислить  $\sin(2i3)$

Клавиши:	Экран:	Описание:
[DISPLAY] [9] ( $\theta \times i \nu$ )		Выбираем формат отображения.
[2] [i] [3] [SIN]	9.1545i-4.1689	Результат равен 9,1545 i-4,1689.

Вычислить выражение

$$z_1 \div (z_2 + z_3),$$

где  $z_1 = 23 i 13$ ,  $z_2 = -2i1$ ,  $z_3 = 4 i - 3$

Расчет выполняется следующим образом:

Клавиши:	Экран:	Описание:
[DISPLAY] [9] ( $\theta \times i \nu$ )		Выбираем формат отображения.
[2] [3] [i] [1] [3] [ENTER]	23.0000i13.0000	Ввод z1
	23.0000i13.0000	
[2] [+/-] [i] [1] [ENTER]	-2.0000i1.0000	Ввод z2
	-2.0000i1.0000	
[4] [i] [3] [+/-] [+]	23.0000i13.0000	(z2 + z3). Результат равен 2 i-2.
	2.0000i-2.0000	
[÷]	2.5000i9000	$z_1 \div (z_2 + z_3)$ . Результат равен 2,5 i9.

Вычислить  $(4 i - 2/5) \times (3 i - 2/3)$ .

Клавиши:	Экран:	Описание:
[DISPLAY] [9] ( $\theta \times i \nu$ )		Выбираем формат отображения.
[4] [i] [.] [2] [.] [5] [+/-]	4.0000i-0.4000	Ввод 4i-2/5
[ENTER]	4.0000i-0.4000	

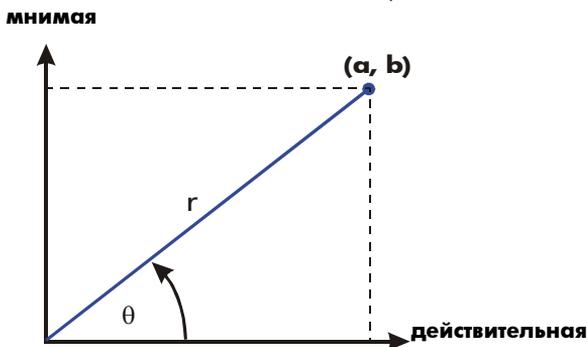
<b>3</b> <b>i</b> <b>.</b> <b>2</b> <b>.</b> <b>3</b> <b>+/-</b>	4.0000i-0.4000 3i-0 2/3	Ввод 3i-2/3
<b>x</b>	11.7333i-3.8667	Результат равен 11,7333i-3,8667

Вычислить  $e^{z^{-2}}$ , где  $z = (1i 1)$ .

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>1</b> <b>i</b> <b>1</b> <b>ENTER</b>	1.0000i1.0000 1.0000i1.0000	Ввод 1i1
<b>2</b> <b>+/-</b> <b>y<sup>x</sup></b>	0.0000i-5.0000	Промежуточный результат Z <sup>-2</sup> равен 0i-5
<b>→</b> <b>e<sup>x</sup></b>	0.8776i-0.4794	Окончательный результат 0,8776 i- 0,4794.

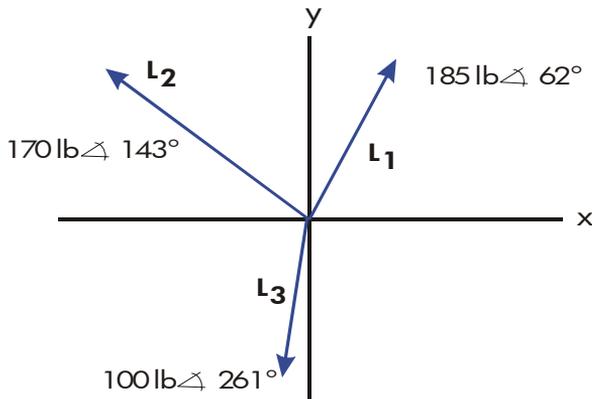
## Использование комплексных чисел в полярной записи

Во многих приложениях действительные числа применяются в *полярной* записи или *полярных* координатах. Такая запись, как и комплексные числа, использует пары чисел, поэтому для проведения арифметических расчетов с такими числами можно использовать комплексные операции.



### Пример: Сложение векторов.

Сложить следующие три нагрузки.



Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>1</b> (1DEG)		Выбираем режим градусов.
<b>2nd</b> <b>DISPLAY</b> <b>.</b> <b>0</b> (10rBa)		Выбираем режим комплексных чисел.
<b>1</b> <b>8</b> <b>5</b> <b>→</b> <b>0</b>	185.0000062.0000	Ввод L <sub>1</sub>
<b>6</b> <b>2</b> <b>ENTER</b>	185.0000062.0000	
<b>1</b> <b>7</b> <b>0</b> <b>→</b> <b>0</b>	170.00000143.00...	Ввод L <sub>2</sub> .
<b>1</b> <b>4</b> <b>3</b> <b>ENTER</b>	170.00000143.000→	
<b>1</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>→</b> <b>0</b>	185.0000062.0000	Ввод L <sub>3</sub> , сумма L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub>
<b>2</b> <b>6</b> <b>1</b> <b>+</b>	151.45290178.660→	
<b>+</b>	178.93720111.148→	Сумма L <sub>1</sub> + L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub> .
<b>2nd</b> <b>&gt;</b>	←9	Прокручиваем экран, чтобы увидеть остальную часть результата.

Комплексные операции можно выполнять с числами, заданными в разных комплексных формах, однако форма записи результата будет зависеть от установок в меню **DISPLAY**.

Вычислить  $i i + 3010 + 5030$

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>1</b> (1DEG)		Выбираем режим градусов.
<b>DISP</b> <b>DISPLAY</b> <b>.</b> <b>0</b> (10rθa)		Выбираем режим комплексных чисел.
<b>1</b> <b>i</b> <b>1</b> <b>ENTER</b>	1.4142045.0000 1.4142045.0000	Вводим $i i$
<b>3</b> <b>DISP</b> <b>θ</b> <b>1</b> <b>0</b> <b>ENTER</b>	3.0000010.0000 3.0000010.0000	Вводим 3010
<b>5</b> <b>DISP</b> <b>θ</b> <b>3</b> <b>0</b> <b>+</b>	1.4142045.0000 7.8861022.5241	Вводим 5030 и прибавляем 3010
<b>+</b>	9.2088025.8898	Прибавляем $i i$ , результат равен 9,2088025,8898

## Комплексные числа в уравнениях

Комплексные числа можно включать в уравнения. При просмотре уравнения все числовые значения отображаются в том виде, в каком они были введены, например,  $x i y$  или  $r \theta a$ .

В ответ на запрос значения переменной при вычислении уравнения также можно вводить комплексные числа. Их значения и формат результата определяются установками отображения. Дело обстоит так же, как при расчете в режиме ALG.

Уравнения, содержащие комплексные числа, допускают решение и интегрирование.

---

## Комплексные числа в программах

Комплексные числа можно использовать в программах. Например,  $1i2 + 3\theta10 + 5\theta30$  в программе выглядит так:

<b>Строки программы (режим ALG)</b>	<b>Описание</b>
F001 LBL F	Начало программы
F002 1+2+3010+5030	
F003 RTN	

В ходе выполнения программы в ответ на запрос значений с помощью инструкций INPUT также можно вводить комплексные числа. Значение и формат результата зависят от установок отображения.

Кроме того, программы с комплексными числами допускают решение и интегрирование.

## Векторная арифметика

---

С математической точки зрения вектор представляет собой массив из двух или нескольких элементов, расположенных в виде строки или столбца.

Векторы в физике имеют две или три компоненты и могут использоваться для представления таких физических величин, как положения, скорости, ускорения, силы, моменты, линейные и угловые импульсы, угловые скорости и ускорения и т.д.

### Для ввода вектора:

1. Нажмите  .
2. Введите первое входящее в вектор число.
3. Нажмите   и введите второе число для двумерного или трехмерного вектора.
4. Нажмите   и введите третье число для трехмерного вектора.

Калькулятор HP 35s не позволяет работать с векторами, имеющими больше трех измерений.

---

## Векторные операции

### ✓ Сложение и вычитание:

Для сложения и вычитания векторов требуется, чтобы два векторных операнда имели одинаковую длину. Если попытаться найти сумму или разность векторов разной длины, то будет выведено сообщение об ошибке "INVALID DATA".

1. Введите первый вектор.
2. Введите второй вектор.
3. Нажмите  или .

✓ Вычислить  $[1,5; -2,2] + [-1,5; 2,2]$

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>5</b> (5RPN)		Переключение в режим RPN (если нужно).
<b>2nd</b> <b>1</b> <b>.</b> <b>5</b> <b>←</b>	[1.5000, -2.2000]	Ввод [1,5; -2,2]
<b>,</b> <b>+/-</b> <b>2</b> <b>.</b> <b>2</b>	[1.5000, -2.2000]	
<b>ENTER</b>		
<b>2nd</b> <b>1</b> <b>+/-</b> <b>1</b> <b>.</b> <b>5</b>	[1.5000, -2.2000]	Ввод [-1,5; 2,2]
<b>←</b> <b>,</b> <b>2</b> <b>.</b> <b>2</b>	[-1.5, 2.2]	
<b>+</b>	0.0000 [0.0000, 0.0000]	Сумма двух векторов.

Вычислить  $[-3,4; 4,5] - [2,3; 1,4]$

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>4</b> (4ALG)		Переключение в режим ALG
<b>2nd</b> <b>1</b> <b>+/-</b> <b>3</b> <b>.</b> <b>4</b>	[-3.4, 4.5]_	Ввод [-3,4; 4,5]
<b>←</b> <b>,</b> <b>4</b> <b>.</b> <b>5</b> <b>&gt;</b>		
<b>-</b> <b>2nd</b> <b>1</b> <b>2</b> <b>.</b> <b>3</b>	← [-3.4, 4.5] - [2.3, 1.4]	Ввод [2,3; 1,4]
<b>←</b> <b>,</b> <b>1</b> <b>.</b> <b>4</b>		
<b>ENTER</b>	[-3.4, 4.5] - [2.3, 1.4] [-5.7000, 3.1000]	Разность двух векторов.

### ✓ Умножение и деление на скаляр:

1. Введите вектор.
2. Введите скаляр.
3. Нажмите **×** для умножения или **÷** для деления.

✓ Вычислить  $[3; 4] \times 5$

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>5</b> (SRPN)		Переключение в режим RPN.
<b>2nd</b> <b>1</b> <b>3</b> <b>2nd</b> <b>4</b> <b>ENTER</b>	$[3.0000, 4.0000]$ $[3.0000, 4.0000]$	Ввод $[3; 4]$ .
<b>5</b>	$[3.0000, 4.0000]$ 5_	Ввод скаляра 5.
<b>x</b>	0.0000 $[15.0000, 20.0000]$	Выполняем умножение.

Вычислить  $[-2; 4] \div 2$

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>4</b> (4ALG)		Переключение в режим ALG.
<b>2nd</b> <b>1</b> <b>+/-</b> <b>2</b> <b>2nd</b> <b>4</b> <b>&gt;</b>	$[-2, 4]_$	Ввод $[-2; 4]$ .
<b>÷</b> <b>2</b>	$[-2, 4] \div 2$	Ввод скаляра 2.
<b>ENTER</b>	$[-2, 4] \div 2$ $[-1.0000, 2.0000]$	Выполняем деление.

## Абсолютная величина вектора

Функция абсолютной величины "ABS" при применении к вектору дает его абсолютную величину (модуль). Для вектора  $A=(A_1; A_2; \dots; A_n)$  модуль

определяется как  $|A| = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}$ .

1. Нажмите **2nd** **ABS**.
2. Введите вектор.
3. Нажмите **ENTER**.

Пример: Найти абсолютную величину вектора [5; 12]:

**▢** **ABS** **▢** **▢** **5** **▢** **,** **▢** **2** **ENTER**. Ответ – 13. В режиме RPN:  
**MODE** **5** (5RPN) **▢** **▢** **5** **▢** **,** **▢** **2** **▢** **ABS**.

## Скалярное произведение

Функция DOT позволяет рассчитать скалярное произведение двух векторов одинаковой длины. Если попытаться найти скалярное произведение векторов разной длины, то будет выведено сообщение об ошибке "INVALID DATA".

Для двумерных векторов [A; B], [C; D] скалярное произведение определяется как  $[A; B] \cdot [C; D] = A \times C + B \times D$ .

Для трехмерных векторов [A; B; X], [C; D; Y] скалярное произведение определяется как  $[A; B; X] \cdot [C; D; Y] = A \times C + B \times D + X \times Y$

1. Введите первый вектор.
2. Нажмите **▢**.
3. Введите второй вектор.
4. Нажмите **ENTER**.

Примечание. Знак **▢** здесь означает скалярное, а не векторное произведение. Вычисление векторного произведения рассматривается в Главе 17.

Вычислить скалярное произведение двух векторов [1; 2] и [3; 4]:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>4</b> (4ALG)		Переключение в режим ALG.
<b>▢</b> <b>▢</b> <b>1</b> <b>▢</b> <b>,</b> <b>▢</b> <b>2</b> <b>▢</b>	[1,2]_	Вводим первый вектор [1; 2].
<b>▢</b> <b>▢</b> <b>3</b> <b>▢</b> <b>,</b> <b>▢</b> <b>4</b> <b>▢</b>	[1,2]x[3,4]	Нажимаем <b>▢</b> для векторного произведения и вводим второй вектор.
<b>ENTER</b>	11.0000	Скалярное произведение равно 11.



Вычислить скалярное произведение двух векторов [9; 5] и [2; 2]:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>5</b> (5RPN)		Переключение в режим RPN.
<b>→</b> <b>□</b> <b>9</b> <b>←</b> <b>,</b> <b>5</b> <b>ENTER</b>	$[9.0000,5.0000]$ $[9.0000,5.0000]$	Ввод первого вектора [9; 5].
<b>→</b> <b>□</b> <b>2</b> <b>←</b> <b>,</b> <b>2</b> <b>→</b> <b>□</b> <b>2</b> <b>←</b> <b>,</b> <b>2</b>	$[9.0000,5.0000]$ $[2,2]$	Ввод второго вектора [2; 2].
<b>x</b>	28.0000	Нажимаем <b>x</b> и получаем скалярное произведение 28.

## Угол между векторами

Угол между двумя векторами A и B можно выразить как

$$\theta = \text{ACOS}(A \cdot B / |A| |B|)$$

Найти угол между двумя векторами A=[1;0], B=[0;1]:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>4</b> (4ALG)		Переключение в режим ALG.
<b>MODE</b> <b>1</b> (1DEG)		Выбираем режим градусов.
<b>→</b> <b>ACOS</b>	ACOS( )	Функция арккосинус.
<b>→</b> <b>□</b> <b>1</b> <b>←</b> <b>,</b> <b>0</b> <b>&gt;</b>	ACOS([1,0])	Вводим вектор A=[1; 0].
<b>x</b> <b>→</b> <b>□</b> <b>0</b> <b>←</b> <b>,</b> <b>1</b> <b>1</b> <b>&gt;</b>	ACOS([1,0]x[0,1])	Вводим вектор B=[0; 1] для нахождения скалярного произведения A и B.
<b>÷</b> <b>→</b> <b>ABS</b> <b>→</b> <b>□</b> <b>1</b> <b>←</b> <b>,</b> <b>0</b> <b>&gt;</b>	$\leftarrow,1] \div \text{ABS}([1,0]) \rightarrow$	Находим модуль вектора A=[1; 0].
<b>÷</b> <b>→</b> <b>ABS</b> <b>→</b> <b>□</b> <b>0</b> <b>←</b> <b>,</b> <b>1</b> <b>&gt;</b>	$\leftarrow 1,0] \div \text{ABS}([0,1]) \rightarrow$	Находим модуль вектора B=[0; 1].
<b>0</b> <b>←</b> <b>,</b> <b>1</b> <b>ENTER</b>	ACOS([1,0]x[0,1]... 90.0000	Угол между векторами равен 90 (градусов).

✓ Найти угол между двумя векторами  $A=[3; 4]$ ,  $B=[0; 5]$

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>MODE</b> <b>5</b> (5RPN)		Переключение в режим RPN.
<b>MODE</b> <b>1</b> (1DEG)		Выбираем режим градусов.
<b>2nd</b> <b>[ ]</b> <b>3</b> <b>2nd</b> <b>,</b> <b>4</b>	90	Находим скалярное произведение двух векторов.
<b>ENTER</b> <b>2nd</b> <b>[ ]</b> <b>0</b> <b>2nd</b>	20.0000	
<b>,</b> <b>5</b> <b>x</b>		Находим модуль вектора [3; 4].
<b>2nd</b> <b>[ ]</b> <b>3</b> <b>2nd</b> <b>,</b> <b>4</b>	20.0000	
<b>2nd</b> <b>ABS</b>	5.0000	Находим модуль вектора [0; 5].
<b>2nd</b> <b>[ ]</b> <b>0</b> <b>2nd</b> <b>,</b> <b>5</b>	5.0000	
<b>2nd</b> <b>ABS</b>	5.0000	Выполняем умножение.
<b>x</b>	20.0000	
	25.0000	Выполняем деление.
<b>÷</b>	90	
	0.8000	Угол между векторами равен 36,8699 (градусов).
<b>2nd</b> <b>ACOS</b>	90	
	36.8699	

## Векторы в уравнениях

Векторы можно использовать в уравнениях и сохранять в переменных точно так же, как действительные числа. В ответ на запрос значения переменной также можно вводить вектор.

Уравнения, содержащие векторы, допускают решение, однако в случае, если вектор является неизвестной переменной, возможности функции решения ограничены.

Уравнения, содержащие векторы, допускают интегрирование, однако результат уравнения должен представлять собой действительное число или одномерный вектор либо вектор с нулевыми 2-й и 3-й компонентами.

## 10–6 Векторная арифметика

---

## Векторы в программах

Векторы можно использовать в программах точно так же, как действительные или комплексные числа.

Например,  $[5; 6] + 2 \times [7; 8] \times [9; 10]$  в программе выглядит так:

Строки программы:	Описание:
G0001 LBL G	Начало программы
G0002 [5,6] + 2 x [7,8] x [9,10]	[5; 6]
G0003 RTN	

Вектор можно вводить в ответ на запрос значения переменной. Программы, содержащие векторы, допускают решение и интегрирование.

---

## Создание векторов из переменных или регистров

Векторы можно создавать в режиме выполнения или программирования из содержимого переменных памяти, регистров стека или значений косвенных переменных.

В режиме ALG ввод вектора начинается с нажатия  $\left[ \rightarrow \right] \left[ \square \right]$ . В режиме RPN ввод осуществляется аналогично режиму ALG, однако нужно сначала нажать  $\left[ \text{EQN} \right]$ , а затем  $\left[ \rightarrow \right] \left[ \square \right]$ .

Чтобы ввести элемент вектора, содержащий значение буквенной переменной, нажмите  $\left[ \text{RCL} \right]$  и букву переменной.

Чтобы ввести элемент из регистра стека, нажмите клавишу  $\left[ \text{R} \downarrow \right]$ , с помощью клавиш  $\left[ \rightarrow \right]$  и  $\left[ \leftarrow \right]$  установите символ подчеркивания на нужный регистр стека, а затем нажмите  $\left[ \text{ENTER} \right]$ .

Чтобы ввести элемент, косвенно определяемый значением в регистре I или J, нажмите  $\left[ \text{RCL} \right]$ , а затем (I) или (J).

Например, чтобы построить вектор  $[C; \text{REGZ}; (J)]$  в режиме RPN, нажмите  $\left[ \text{EQN} \right] \left[ \rightarrow \right] \left[ \square \right]$ , затем  $\left[ \text{RCL} \right] \left[ \text{C} \right] \left[ \leftarrow \right] \left[ \rightarrow \right] \left[ \text{R} \downarrow \right] \left[ \rightarrow \right] \left[ \text{ENTER} \right] \left[ \leftarrow \right] \left[ \rightarrow \right] \left[ \text{RCL} \right] \left[ (J) \right] \left[ \text{ENTER} \right]$ .



## Системы счисления, арифметика и логика

Меню BASE ( **BASE**) позволяет вводить числа и переключать их отображение в десятичной, двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления.

Меню LOGIC ( **LOGIC**) обеспечивает доступ к логическим функциям.

### Меню BASE

Пункт меню	Описание
DEC	<i>Десятичный режим.</i> Это обычный режим работы калькулятора.
HEX	<i>Шестнадцатеричный режим.</i> Когда режим активен, включается индикатор <b>HEX</b> . Числа отображаются в шестнадцатеричном виде. В режиме RPN для ввода цифр от А до F служат клавиши <b>SIN</b> , <b>COS</b> , <b>TAN</b> , $\sqrt{x}$ , $y^x$ и $1/x$ . В режиме ALG для этого нужно нажимать <b>RCL</b> А, В, С, D, Е или F.
OCT	<i>Восьмеричный режим.</i> Когда режим активен, включается индикатор <b>OCT</b> . Числа отображаются в восьмеричном виде.
BIN	<i>Двоичный режим.</i> Когда режим активен, включается индикатор <b>BIN</b> . Числа отображаются в двоичном виде. Если число содержит больше 12 цифр, его можно просмотреть целиком с помощью клавиш  <b>&gt;</b> и  <b>&lt;</b> (см. раздел "Окна для длинных двоичных чисел" далее в этой главе).
d	Этот символ в конце числа означает, что оно является десятичным.
h	Этот символ в конце числа означает, что оно является шестнадцатеричным. Чтобы ввести шестнадцатеричное число, введите его цифры, а затем "h".

o	Этот символ в конце числа означает, что оно является восьмеричным. Чтобы ввести восьмеричное число, введите его цифры, а затем "o".
b	Этот символ в конце числа означает, что оно является двоичным. Чтобы ввести двоичное число, введите его цифры, а затем "b".

### Примеры: Преобразование систем счисления для чисел.

Следующие примеры иллюстрируют различные преобразования систем счисления.

Преобразовать  $125_{10}$  в шестнадцатеричную, восьмеричную и двоичную запись.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>1</b> <b>2</b> <b>5</b> <b>BASE</b>	7Dh	Преобразуем десятичное число к основанию 16.
<b>2</b> (2HEX)	175o	Основание 8.
<b>BASE</b> <b>3</b> (3OCT)	1111101b	Основание 2.
<b>BASE</b> <b>4</b> (4BIN)	125.0000	
<b>BASE</b> <b>1</b> (1DEC)		

Примечание. Когда выбрана недесятичная система счисления, для отображения на экране используется только целая часть чисел. При этом дробная часть сохраняется (если не выполнять операции, приводящие к ее очистке) и будет снова показана на экране при выборе десятичной системы.

Преобразовать  $24FF_{16}$  в двоичную систему счисления. Двоичное число содержит больше 14 цифр (максимальная ширина экрана).

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>BASE</b> <b>2</b> (2HEX)	24FFh	Цифра "F" вводится клавишей <b>1/x</b> .
<b>2</b> <b>4</b> <b>1/x</b> <b>1/x</b>		
<b>BASE</b> <b>6</b> (6h)		

 <b>BASE</b>  (4BIN)			
	10010011111111	➔	Двоичное число целиком не помещается на экране. Индикатор ➔ показывает, что оно продолжается справа.
 		←	Просмотр остальной части числа. Полное число: 10010011111111 <sub>2</sub> .
 	10010011111111	➔	Снова показаны первые 14 цифр.
 <b>BASE</b>  (1DEC)	9,471.0000		Восстанавливаем основание 10.

В режиме любой системы счисления можно с помощью меню **BASE** задать символ системы счисления b/o/d/h после операнда, чтобы ввести число с основанием 2/8/10/16. Число без символа системы счисления считается десятичным.

Примечания.

В режиме ALG:

1. Система счисления для результата определяется текущими установками системы счисления.
2. Если командная строка не активна (на строке 1 нет мигающего курсора), то при изменении системы счисления число на строке 2 будет приведено к новой системе.
3. После нажатия **ENTER** или изменения режима системы счисления калькулятор автоматически добавит символ текущей системы счисления b/o/h после результата, чтобы представить число с основанием 2/8/16 на строке 2.
4. Чтобы снова начать правку выражения, нажмите  или .

В режиме RPN:

Вводя число на строке 2, нажмите **ENTER**, а затем измените режим системы счисления, при этом калькулятор преобразует числа на строках 1 и 2 в новую систему и добавит после них символ b/o/h, представляющий основание 2/8/16.



- Даже если у числа есть дробная часть, в арифметических вычислениях используется только целая часть.
- Результат операции всегда является целым числом (любые дробные части отбрасываются).

Если при преобразованиях изменяется только способ отображения числа, но не реальное число в регистре X, то при арифметических операциях *меняется* само число в регистре X.

Если результат операции невозможно представить допустимым набором битов, то на экран выводится сообщение **OVERFLOW**, а затем наибольшее возможное положительное или отрицательное число.

### Пример:

Вот несколько примеров арифметических расчетов в шестнадцатеричном, восьмеричном и двоичном режимах:

	$12F_{16} + E9A_{16} = ?$	
	<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>
	<b>BASE</b> <b>2</b> (HEX)	
✓	<b>1</b> <b>2</b> <b>1/x</b> <b>BASE</b> <b>6</b> (6h) <b>ENTER</b> <b>y<sup>x</sup></b> <b>9</b> <b>SIN</b> <b>BASE</b> <b>6</b> (6h) <b>+</b>	FC9h
		<b>Описание:</b>
		Выбираем основание 16; индикатор <b>HEX</b> включен. Результат.
	$7760_8 - 4326_8 = ?$	
	<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>
	<b>BASE</b> <b>3</b> (OCT)	
✓	<b>7</b> <b>7</b> <b>6</b> <b>0</b> <b>BASE</b> <b>7</b> (7o) <b>ENTER</b> <b>4</b> <b>3</b> <b>2</b> <b>6</b> <b>BASE</b> <b>7</b> (7o) <b>-</b>	771o 3432o
		<b>Описание:</b>
		Выбираем основание 8; индикатор <b>OCT</b> включен. Число на экране преобразуется в восьмеричный вид. Результат.
	$100_8 \div 5_8 = ?$	
	<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>
	<b>1</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>BASE</b> <b>7</b> (7o) <b>ENTER</b> <b>5</b> <b>BASE</b> <b>7</b> (7o) <b>÷</b>	14o
✓		<b>Описание:</b>
		Целая часть результата.

$$5A0_{16} + 1001100_2 = ?$$



**[BASE] [2] (2HEX) [5]**

**[SIN] [0] [BASE] [6]**

**(6h) [ENTER]**

**[BASE] [4] (4BIN)**

**[1] [0] [0] [1] [1] [0] [0]**

**[BASE] [8] (8b)**

**5A0h** Выбираем основание 16; индикатор **HEX** включен.

**1001100b**

Переключаемся на основание 2; индикатор **BIN** включен. При этом ввод цифр завершается, поэтому нажимать **[ENTER]** между числами не нужно.



**[+]**

**10111101100b**

Результат в двоичном виде.

**[BASE] [2] (2HEX)**

**5ECh**

Результат в

шестнадцатеричном виде

**[BASE] [1] (1DEC)**

**1,516.0000**

Восстанавливаем

десятичный режим.

## Представление чисел

Хотя отображение числа подвергается преобразованию при изменении системы счисления, его представление в памяти при этом не изменяется, поэтому усечения десятичных чисел не происходит – если только не проводить с ними арифметические операции.

Отображаемое число в шестнадцатеричной, восьмеричной или двоичной системе содержит 36 битов (12 восьмеричных или 9 шестнадцатеричных цифр). Начальные нули не отображаются, однако играют важную роль, показывая, что число является положительным. Например, число  $125_{10}$  в двоичном виде отображается так:

**1111101b**

что эквивалентно следующим 36 двоичным цифрам:

**000000000000000000000000000000001111101b**

## Отрицательные числа

Крайний левый (наиболее значимый или "старший") бит в двоичном представлении числа является знаковым; в отрицательных числах он

установлен (1). Если в числе есть (неотображаемые) начальные нули, то знаковый бит равен 0 (положительное число). Отрицательное число представляет собой дополнение до 2 соответствующего положительного двоичного числа.

Клавиши:	Экран:	Описание:
5 4 6  BASE 2 (2HEX)	222h	Вводим положительное десятичное число и преобразуем его в шестнадцатеричное.
+/- 5 4 6 ENTER	FFFFFFDDEh	Дополнение до 2 (изменение знака).
 BASE 4 (4BIN)	1111111111111111 	Двоичный вид;  указывает на дополнительные цифры.
 >	← 111111111111101 	Просматриваем остальную часть числа, пролистывая экран.
 >  BASE 1 (1DEC)	← 11011110b -546.0000	Просмотр правого окна. Отрицательное десятичное число.

## Диапазон чисел

Размер двоичного числа, равный 36 битам, определяет диапазон чисел, которые можно представить в шестнадцатеричной (9 цифр), восьмеричной (12 цифр) и двоичной (36 цифр) системе счисления, а также диапазон десятичных чисел (11 цифр), которые можно преобразовать к этим основаниям.



0000000000000000

## **Использование систем счисления в программах и уравнениях**

Установки системы счисления влияют на уравнения и программы. Двоичные, восьмеричные и шестнадцатеричные числа можно включать в уравнения и программы, а также вводить в ответ на запросы переменных. Результаты вычислений отображаются в текущей системе счисления.

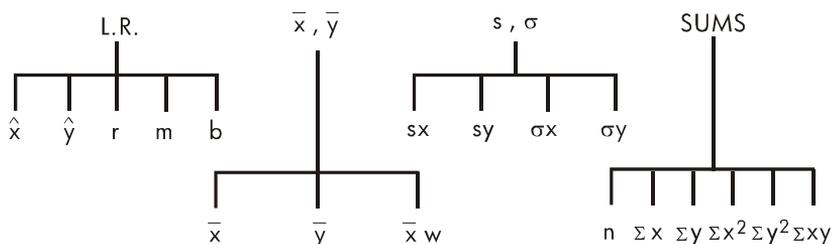


# 12

## Статистические операции

Меню статистики калькулятора HP 35s предлагают функции для статистического анализа набора одно- или двумерных данных (действительных чисел):

- Средние значения, стандартные отклонения выборки и генеральной совокупности.
- Линейная регрессия и линейные оценки ( $\hat{x}$  и  $\hat{y}$ ).
- Взвешенное среднее ( $x$  со взвешиванием по  $y$ ).
- Статистики суммирования:  $n$ ,  $\Sigma x$ ,  $\Sigma y$ ,  $\Sigma x^2$ ,  $\Sigma y^2$  и  $\Sigma xy$ .



## Ввод статистических данных

Ввод (или удаление) одно- и двумерных статистических данных осуществляется аналогичным образом, с помощью клавиши  $\Sigma+$  (или  $\Sigma-$ ). Введенные величины накапливаются в виде статистик суммирования в шести статистических регистрах (с -27 до -32), имена которых представлены в меню SUMS (нажмите  $\rightarrow$  SUMS), и вы увидите  $n \Sigma x \Sigma y \Sigma x^2 \Sigma y^2 \Sigma xy$ .

**Примечание** Всегда очищайте статистические регистры, прежде чем начинать ввод нового набора статистических данных (нажмите  $\rightarrow$  CLEAR 4 (4  $\Sigma$ )).



## Ввод одномерных данных

1. Нажмите  **CLEAR**  ( $4\Sigma$ ), чтобы очистить существующие статистические данные.
2. Введите каждое из значений  $x$ , нажимая после него .
3. На экране отображается  $n$  – число накопленных к данному моменту значений статистических данных.

В действительности при нажатии  в статистические регистры вводятся две переменные, потому что значение, уже находящееся в регистре  $Y$ , накапливается в качестве переменной  $y$ . По этой причине калькулятор может построить линейную регрессию или вывести зависящие от  $y$  значения, даже если вы вводили только величины  $x$  – или вообще ввели разное количество  $x$ - и  $y$ -значений. При этом не выдаются сообщения об ошибках, однако результаты, естественно, не имеют смысла.

Чтобы вернуть значение на экран сразу после его ввода, нажмите .

## ✓ Ввод двумерных данных

Если данные представляют собой пары переменных, сначала введите зависимую переменную (вторую переменную пары) и нажмите , а затем введите независимую переменную (первую переменную пары) и нажмите .

1. Нажмите  **CLEAR**  ( $4\Sigma$ ), чтобы очистить существующие статистические данные.
2. Введите сначала значение  $y$  и нажмите .
3. Введите соответствующее значение  $x$  и нажмите .
4. На экране отображается  $n$  – число накопленных к данному моменту пар статистических данных.
5. Продолжайте ввод пар  $x, y$ . Значение  $n$  обновляется при вводе каждой пары.

Чтобы вернуть значение  $x$  на экран сразу после его ввода, нажмите .

## Исправление ошибок при вводе данных

Если при вводе статистических данных вы сделали ошибку, необходимо удалить неправильные данные и добавить правильные. Даже если ошибку содержит только одно значение из пары  $x$ ,  $y$ , нужно удалить и заново ввести обе величины.

### Для исправления статистических данных:

1. Еще раз введите ошибочные данные, но вместо клавиши  $\Sigma+$  нажмите  $\leftarrow \Sigma-$ . При этом значения будут удалены, а величина  $n$  уменьшится на единицу.
  2. Введите правильные значения с помощью клавиши  $\Sigma+$ .
- ✓ Если ошибка содержится в только что введенных данных, нажмите  $\leftarrow \text{LAST } X$ , чтобы извлечь их, а затем  $\leftarrow \Sigma-$  для их удаления. (Ошибочное значение  $y$  еще находится в регистре  $Y$ , а соответствующее значение  $x$  сохранено в регистре  $\text{LAST } X$ ). После удаления неверных статистических данных калькулятор отображает значение регистра  $Y$  на строке 1, а значение  $n$  на строке 2.

### Пример:

Введите показанные слева значения  $x$ ,  $y$ , а затем внесите исправления, указанные справа:

Исходные $x$ , $y$	Исправленные $x$ , $y$
20, 4	20, 5
400, 6	40, 6

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\leftarrow \text{CLEAR} \leftarrow 4$ ( $4\Sigma$ )		Очистка существующих статистических данных.
✓ $\leftarrow 4 \leftarrow \text{ENTER} \leftarrow 2 \leftarrow 0 \leftarrow \Sigma+$	4.0000 1.0000	Ввод первой пары новых данных.
✓ $\leftarrow 6 \leftarrow \text{ENTER} \leftarrow 4 \leftarrow 0 \leftarrow 0 \leftarrow \Sigma+$	6.0000 2.0000	На экран выводится $n$ – число введенных пар значений.

 LAST x

6.0000  
400.0000

Восстанавливаем последнее значение x. Последнее значение y все еще в регистре Y.

6.0000  
1.0000

Удаление последней пары значений.

✓

 ENTER  0 

6.0000  
2.0000

Повторный ввод последней пары значений.

✓

 ENTER  0 

4.0000  
1.0000

Удаление первой пары значений.



✓

 ENTER  0 

5.0000  
2.0000

Повторный ввод первой пары значений. В статистических регистрах по-прежнему находятся две пары значений.

---

## Статистические вычисления

Когда все необходимые данные введены, можно использовать функции меню статистики.

## Меню статистики

Меню	Клавиша	Описание
L.R.	 L.R.	Меню линейной регрессии: линейные оценки $\hat{x}$ $\hat{y}$ и подгонка кривых $r$ $m$ $b$ . См. раздел "Линейная регрессия" далее в этой главе.
$\bar{x}, \bar{y}$	 $\bar{x}, \bar{y}$	Меню средних значений: $\bar{x}$ $\bar{y}$ $\bar{x}w$ . См. ниже раздел "Средние значения".
$s, \sigma$	 $s, \sigma$	Меню стандартных отклонений: $s_x$ $s_y$ $\sigma_x$ $\sigma_y$ . См. разделы "Стандартное отклонение выборки" и "Стандартное отклонение генеральной совокупности" далее в этой главе.
SUMS	 SUMS	Меню суммирования: $\sum x$ $\sum y$ $\sum x^2$ $\sum y^2$ $\sum xy$ . См. раздел "Статистики суммирования" далее в этой главе.

### Средние значения

Среднее значение представляет собой среднее арифметическое группы чисел.

- Нажмите клавишу   $\bar{x}, \bar{y}$  (  $\bar{x}$  ), чтобы найти среднее для значений  $x$ .
- Нажмите клавишу   $\bar{x}, \bar{y}$   (  $\bar{y}$  ), чтобы найти среднее для значений  $y$ .
- Нажмите клавишу   $\bar{x}, \bar{y}$    (  $\bar{x}w$  ), чтобы найти взвешенное среднее значение значений  $x$ , используя значения  $y$  в качестве весов или частот. Веса могут быть как целочисленными, так и нецелочисленными.

### Пример: Среднее значение (одна переменная).

Менеджер по производству Мэй Китт хочет определить, сколько времени в среднем занимает определенная процедура. Она случайным образом выбирает шесть рабочих, наблюдает за ними при выполнении процедуры и записывает необходимое время (в минутах):

15,5	9,25	10,0
12,5	12,0	8,5

Вычислить среднее значение времени. (Рассматривайте все данные как значения  $x$ ).

Клавиши:	Экран:	Описание:
CLEAR 4 (4Σ)		Очистка статистических регистров.
1 5 . 5 Σ+	1.0000	Ввод первого значения времени.
9 . 2 5 Σ+ 1 0 Σ+ 1 2 . 5 Σ+ 1 2 Σ+ 8 . 5 Σ+	6.0000	Ввод остальных данных; накоплено 6 точек.
$\bar{x}$ $\bar{y}$ ( $\bar{x}$ )	$\bar{x}$ $\bar{y}$ $\bar{x}$ $\bar{w}$ 11.2917	Вычисляем среднее время выполнения процедуры.

### Пример: Взвешенное среднее значение (две переменные).

Производственная компания закупает определенную деталь четыре раза в год. В прошлом году она приобрела следующие партии:

<b>Цена детали (x)</b>	\$4,25	\$4,60	\$4,70	\$4,10
<b>Число деталей (y)</b>	250	800	900	1000

Найти среднюю цену детали (взвешенную по объему закупок). Помните, что значение веса (частоты) у нужно вводить перед значением цены  $x$ .

Клавиши:	Экран:	Описание:
CLEAR 4 (4Σ)		Очистка статистических регистров.
✓ 2 5 0 ENTER 4 . 2 5 Σ+		Ввод данных; на экране отображается $n$ .
✓ 8 0 0 ENTER 4 . 6 Σ+	900.0000	
✓ 9 0 0 ENTER 4 . 7 Σ+	3.0000	
✓ 1 0 0 0 ENTER 4 1 Σ+	1.000.0000 4.0000	Накоплено четыре пары значений.
$\bar{x}$ $\bar{y}$ > > ( $\bar{x}$ $\bar{w}$ )	$\bar{x}$ $\bar{y}$ $\bar{x}$ $\bar{w}$ 4.4314	Вычисляем среднюю цену, взвешенную по объему закупок.

## Стандартное отклонение выборки

Стандартное отклонение является мерой разброса значений данных вокруг среднего значения. Стандартное отклонение выборки предполагает, что набор данных представляет собой выборку из более крупного, полного набора данных, и рассчитывается с использованием делителя  $n - 1$ .

- Нажмите клавишу **S.σ** ( $\Sigma x$ ), чтобы найти стандартное отклонение выборки для значений  $x$ .
- Нажмите клавишу **S.σ** ( $\Sigma y$ ), чтобы найти стандартное отклонение выборки для значений  $y$ .

Именуемые в этом меню пункты  $\sigma x$  и  $\sigma y$  рассматриваются в следующем разделе "Стандартное отклонение генеральной совокупности".

### Пример: Стандартное отклонение выборки.

Используя данные о времени выполнения из вышеприведенного примера для средних значений, Мэй Китт теперь хочет определить стандартное отклонение времени процедуры ( $s_x$ ):

15,5	9,25	10,0
12,5	12,0	8,5

Вычислить стандартное отклонение значений времени. (Рассматривайте все данные как значения  $x$ ).

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>CLEAR</b> <b>4</b> ( $4\Sigma$ )		Очистка статистических регистров.
<b>1</b> <b>5</b> <b>.</b> <b>5</b> <b><math>\Sigma+</math></b>	1.0000	Ввод первого значения времени.
<b>9</b> <b>.</b> <b>2</b> <b>5</b> <b><math>\Sigma+</math></b> <b>1</b> <b>0</b>		Ввод остальных данных;
<b><math>\Sigma+</math></b> <b>1</b> <b>2</b> <b>.</b> <b>5</b> <b><math>\Sigma+</math></b> <b>1</b>		накоплено 6 точек.
<b>2</b> <b><math>\Sigma+</math></b> <b>8</b> <b>.</b> <b>5</b> <b><math>\Sigma+</math></b>	6.0000	
<b>S.σ</b> ( $\Sigma x$ )	$\Sigma x$ $\Sigma y$ $\sigma x$ $\sigma y$	Вычисляем стандартное отклонение времени.
	2.5888	

## Стандартное отклонение генеральной совокупности

Стандартное отклонение является мерой разброса значений данных вокруг среднего значения. Стандартное отклонение генеральной совокупности предполагает, что данные составляют *полный* набор, и рассчитывается с использованием делителя  $n$ .

- Нажмите клавишу     ( $\sigma^*$ ), чтобы найти стандартное отклонение генеральной совокупности для значений  $x$ .
- Нажмите клавишу      ( $\sigma^y$ ), чтобы найти стандартное отклонение генеральной совокупности для значений  $y$ .

### Пример: Стандартное отклонение генеральной совокупности.

У бабушки Хинкль есть четыре взрослых сына, рост которых составляет 170, 173, 174 и 180 см. Найти стандартное отклонение генеральной совокупности для их роста.

Клавиши:	Экран:	Описание:
   ( $4\Sigma$ )		Очистка статистических регистров.
      		Ввод данных. Накоплено 4 точки.
      		
 	4.0000	
    ( $\sigma^*$ )	$\Sigma x \Sigma y \sigma^* \sigma^y$ 3.6315	Вычисляем стандартное отклонение генеральной совокупности.

## Линейная регрессия

Линейная регрессия (называемая также *линейным оцениванием*) представляет собой статистический метод для нахождения прямой линии, которая наилучшим образом соответствует набору данных  $x, y$ .

---

**Примечание** Чтобы избежать сообщения об ошибке **STAT ERROR**, не забудьте ввести данные *перед* выполнением каких-либо функций меню L.R.



### Меню L.R. (линейная регрессия)

Пункт меню	Описание
$\hat{x}$	Оценка (предсказание) значения $x$ для заданного гипотетического значения $y$ по рассчитанной линии, наилучшим образом соответствующей данным.
$\hat{y}$	Оценка (предсказание) значения $y$ для заданного гипотетического значения $x$ по рассчитанной линии, наилучшим образом соответствующей данным.
$r$	Коэффициент корреляции для данных $(x, y)$ . Это число в интервале от $-1$ до $+1$ показывает, насколько точно рассчитанная линия соответствует данным.
$m$	Наклон рассчитанной линии.
$b$	Отсекаемый отрезок (свободный член) рассчитанной линии.

- ✓

 Чтобы найти оценку значения  $x$  (или  $y$ ), введите заданное гипотетическое значение  $y$  (или  $x$ ), а затем нажмите  (  $\hat{x}$  ) (или   (  $\hat{y}$  )).
- Чтобы найти параметры линии, наилучшим образом соответствующей данным, нажмите , а затем  $r$ ,  $m$  или  $b$ .

#### Пример: Подгонка кривых.

Урожай нового сорта риса зависит от количества азотных удобрений. По следующим данным определите параметры линейного соотношения: коэффициент корреляции, наклон и свободный член.

<b>X, количество азота</b> (кг на гектар)	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00
<b>Y, урожай зерна</b> (тонн на гектар)	4,63	5,78	6,61	7,21	7,78

#### Клавиши:

 CLEAR  (4Σ)

#### Экран:

#### Описание:

Очистка всех старых статистических данных.

✓ **4** **.** **6** **3** **ENTER** **0**  
 $\Sigma+$   
**5** **.** **7** **8** **ENTER** **2**  
**0**  $\Sigma+$  7.2100  
 ✓ **6** **.** **6** **1** **ENTER** **4** 4.0000  
**0**  $\Sigma+$   
 ✓ **7** **.** **2** **1** **ENTER** **6**  
**0**  $\Sigma+$   
 ✓ **7** **.** **7** **8** **ENTER** **8** 7.7800  
**0**  $\Sigma+$  5.0000  
 $\leftarrow$  **L.R.**  $\rightarrow$   $\rightarrow$  (**r**)  $\hat{x}$   $\hat{y}$  **r** **m** **b**  
 0.9880  
 ✓  $\rightarrow$   $\hat{x}$   $\hat{y}$  **r** **m** **b**  
 0.0387  
 $\rightarrow$   $\hat{x}$   $\hat{y}$  **r** **m** **b**  
 4.8560

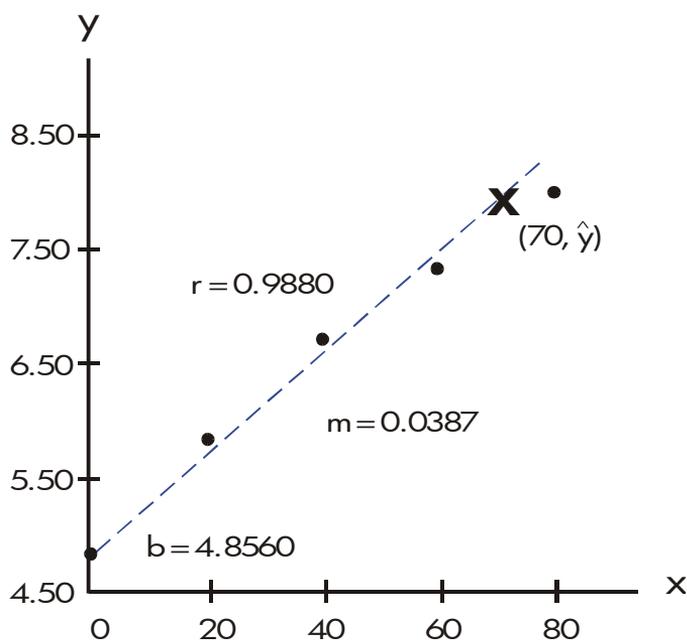
Ввод данных; на экране отображается  $n$ .

Введено пять пар значений.

Вызов меню линейной регрессии.  
 Коэффициент корреляции; данные близко аппроксимируются прямой линией.

Наклон линии.

Свободный член.



## 12-10 Статистические операции

Что произойдет, если применить на рисовом поле 70 кг азотных удобрений? Предскажем урожай зерна на основе вышеприведенных статистических данных.

	Клавиши:	Экран:	Описание:
✓	<b>C</b> <b>7</b> <b>0</b>	7.7800	Вводим гипотетическое значение $x$ .
	<b>LR</b> <b>&gt;</b> ( <b>ŷ</b> )	$\hat{x}$ $\hat{y}$ $r$ $m$ $b$ 7.5615	Оценка урожая (т/га).

## Ограничения по точности данных

Калькулятор производит вычисления с конечной точностью, поэтому при расчетах возникают ограничения, связанные с округлением. Вот два примера:

### Нормализация близких больших чисел

Калькулятор может оказаться не в состоянии правильно вычислить стандартное отклонение и параметры линейной регрессии, когда значения переменных отличаются на относительно небольшую величину. Чтобы избежать этого, следует нормализовать данные, т.е. вводить каждое из значений как разность относительно одного центрального значения (например, среднего). При нормализации значений  $x$  эту величину смещения затем необходимо снова прибавить к вычисленным значениям  $\bar{X}$  и  $\hat{X}$ , а также скорректировать  $\hat{Y}$  и  $b$ . Например, если заданы значения  $x$ , равные 7776999, 7777000 и 7777001, то данные следует вводить как -1, 0 и 1, а затем вновь прибавить 7777000 к  $\bar{X}$  и  $\hat{X}$ . Для расчета  $b$  необходимо вновь прибавить 7777000  $\times m$ . Для расчета  $\hat{Y}$  не забудьте задать значение  $x$ , уменьшенное на 7777000.

Аналогичные неточности могут возникнуть, если значения  $x$  и  $y$  сильно различаются по величине. Этой проблемы также можно избежать путем масштабирования данных.

## Влияние удаленных данных

Функция удаления  $\left[ \left[ \left[ \Sigma^- \right] \right] \right]$  не устраняет возможные ошибки округления в значениях статистических регистров, связанные с исходными значениями данных. Это различие не приводит к серьезным последствиям, если только неправильные данные не окажутся значительно больше правильных по абсолютной величине; в таком случае целесообразно очистить и заново ввести все данные.

---

## Значения сумм и статистические регистры

Статистические регистры представляют собой шесть уникальных областей памяти, где хранятся накопленные значения шести статистик суммирования.

### Статистики суммирования

При нажатии клавиши  $\left[ \left[ \left[ \text{SUMS} \right] \right] \right]$  вы получаете доступ к содержимому статистических регистров:

- $(n)$  – число накопленных элементов данных.
- Нажмите  $\left[ \left[ \left[ \Sigma x \right] \right] \right]$ , чтобы извлечь сумму значений  $x$ .
- Нажмите  $\left[ \left[ \left[ \Sigma y \right] \right] \right]$ , чтобы извлечь сумму значений  $y$ .
- Нажмите  $\left[ \left[ \left[ \Sigma x^2 \right] \right] \right]$ ,  $\left[ \left[ \left[ \Sigma y^2 \right] \right] \right]$  или  $\left[ \left[ \left[ \Sigma xy \right] \right] \right]$ , чтобы извлечь значения сумм квадратов или суммы произведений  $x$  и  $y$  – эти значения полезны, если вам необходимо выполнить другие статистические расчеты, помимо предусмотренных в калькуляторе.

Содержимое статистических регистров можно увидеть, если вы ввели статистические данные. Нажмите  $\left[ \left[ \left[ \text{MEM} \right] \right] \right]$   $\left[ \left[ \left[ 1 \right] \right] \right]$  ( $\text{1VAR}$ )  $\left[ \left[ \left[ \text{ENTER} \right] \right] \right]$ , а затем используйте клавиши  $\left[ \left[ \left[ \wedge \right] \right] \right]$  и  $\left[ \left[ \left[ \vee \right] \right] \right]$  для просмотра статистических регистров.

### Пример: Просмотр статистических регистров.

С помощью клавиши  $\left[ \left[ \left[ \Sigma+ \right] \right] \right]$  сохраните в статистических регистрах пары значений (1; 2) и (3; 4). Затем просмотрите сохраненные значения статистических параметров.

Клавиши:	Экран:	Описание:
CLEAR  4 (4Σ)		Очистка статистических регистров.
✓  2  ENTER  1  Σ+	2.0000 1.0000	Сохраняем первую пару значений (1; 2).
✓  4  ENTER  3  Σ+	4.0000 2.0000	Сохраняем вторую пару значений (3; 4).
VAR	n=	↑ Открываем каталог VAR и
MEM  1 (1VAR)	2.0000	↓ просматриваем регистр n.
^	Σxy=	↑ Просматриваем регистр Σxy.
^	14.0000	↓
^	Σy²=	↑ Просматриваем регистр Σy².
^	20.0000	↓
^	Σx²=	↑ Просматриваем регистр Σx².
^	10.0000	↓
^	Σy=	↑ Просматриваем регистр Σy.
^	6.0000	↓
^	Σx=	↑ Просматриваем регистр Σx.
^	4.0000	↓
^	n=	↑ Просматриваем регистр n.
C	2.0000	↓
	4.0000	Выход из каталога VAR.
	2.0000	

## Доступ к статистическим регистрам

Назначения статистических регистров калькулятора HP 35s приведены в следующей таблице. В выражениях, уравнениях и программах следует ссылаться на регистры суммирования по имени, а не по номеру.

### Статистические регистры

Регистр	Номер	Описание
$n$	-27	Число накопленных пар значений.
$\Sigma x$	-28	Накопленная сумма значений $x$ .
$\Sigma y$	-29	Накопленная сумма значений $y$ .
$\Sigma x^2$	-30	Накопленная сумма квадратов значений $x$ .
$\Sigma y^2$	-31	Накопленная сумма квадратов значений $y$ .
$\Sigma xy$	-32	Накопленная сумма произведений значений $x$ и $y$ .

Чтобы загрузить в статистический регистр значение суммы, можно сохранить номер нужного регистра (от -27 до -32) в переменной  $I$  или  $J$ , а затем сохранить значение суммы (значение  $\text{STO } (I)$  или  $(J)$ ). Точно так же можно нажать  $\text{VIEW } (I)$  или  $(J)$  (либо  $\text{RCL } (I)$  или  $(J)$ ), чтобы просмотреть (или извлечь) значение регистра, причем на экране отображается его имя. Меню SUMS содержит функции для извлечения значений регистров. Дополнительная информация о них приводится в разделе "Косвенная адресация переменных и меток" в Главе 14.

# Часть 2

## Программирование



## Простые программы

В Части 1 этого руководства вы познакомились с функциями и операциями, которые можно использовать *вручную*, то есть нажимая клавиши для каждой отдельной операции. Вы также видели, как с помощью уравнений можно повторять вычисления, не повторяя каждый раз все нажатия клавиш.

В Части 2 вы узнаете, как использовать *программы* для повторяющихся вычислений, которые могут потребовать более полного контроля над вводом и выводом данных или более сложной логики. Программа позволяет многократно выполнять операции и вычисления в точности так, как вам нужно.

В этой главе вы узнаете, как запрограммировать ряд операций. В следующей главе "Приемы программирования" мы рассмотрим подпрограммы и условные инструкции.

### Пример: Простая программа.

Чтобы найти площадь круга радиуса 5, вы можете воспользоваться формулой  $A = \pi r^2$ , нажать

**Режим RPN:** 5  $x^2$   $\leftarrow$   $\pi$   $\times$

**Режим ALG:** 5  $y^x$  2  $\times$   $\leftarrow$   $\pi$  ENTER

и получить для данного круга ответ 78,5398.

Но что делать, если вам нужно находить площадь *множества* различных кругов?

Вместо того, чтобы каждый раз повторять вышеприведенные нажатия клавиш (лишь заменяя "5" на другие значения радиуса), вы можете включить повторяющиеся нажатия в программу:

**Режим RPN**0001  $\times^2$ 0002  $\pi$ 0003  $\times$ **Режим ALG**0001 SQ(X) $\times\pi$ 

Эта очень простая программа предполагает, что в начале ее выполнения значение радиуса находится в регистре X (на экране). Она вычисляет значение площади и оставляет его в регистре X.

В режиме RPN для ввода этой программы в программную память необходимы следующие действия:

<b>Клавиши: (режим RPN)</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
CLEAR <b>3</b>		Очистка памяти.
(ZALL)  (Y)		
PRGM		Активация режима ввода программ (индикатор <b>PRGM</b> включен).
	PRGM TOP	Сбрасываем указатель программы на PRGM TOP.
$\times^2$	0001 $\times^2$	(Радиус) <sup>2</sup>
$\pi$	0002 $\pi$	
$\times$	0003 $\times$	Площадь = $\pi r^2$
PRGM		Выход из режима ввода программ.

Попробуем запустить эту программу, чтобы найти площадь круга радиуса 5:

<b>Клавиши: (режим RPN)</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
		Устанавливаем программу на начало.
5 <b>R/S</b>	78.5398	Ответ!

В режиме ALG для ввода этой программы в программную память необходимы следующие действия:

**Клавиши:  
(режим ALG)**

**[ ]** **CLEAR** **[3]**  
**(ZALL)** **[ ]** **(Y)** **ENTER**  
**[ ]** **PRGM**

**[GTO]** **[.]** **[.]**

**[ ]** **x<sup>2</sup>** **[RCL]** **[X]** **[>]** **[X]**  
**[ ]** **π**  
**[ ]** **PRGM**

**Экран:**

PRGM TOP

0001 SQ(X)×π *Площадь = πx<sup>2</sup>*

**Описание:**

Очистка памяти.

Активация режима ввода программ (индикатор **PRGM** включен).

Сбрасываем указатель программы на PRGM TOP.

Выход из режима ввода программ.

Попробуем запустить эту программу, чтобы найти площадь круга радиуса 5:

**Клавиши:  
(режим ALG)**

**[GTO]** **[.]** **[.]**

**[5]** **[STO]** **[X]** **ENTER**

**[R/S]**

**Экран:**

5→X  
5.0000

78.9358 *Ответ!*

**Описание:**

Устанавливаем программу на начало.

Сохраняем 5 в переменной X

Ответ!

Мы еще будем использовать вышеприведенную программу вычисления площади круга для иллюстрации различных понятий и методов программирования.

---

## Проектирование программы

В последующих разделах мы рассмотрим, какие инструкции можно включать в программу. Они влияют на то, как программа выглядит при просмотре и работает при запуске.

## Выбор режима

Программы, которые были созданы и сохранены в режиме RPN, следует редактировать и выполнять в режиме RPN, а программы и шаги, созданные и сохраненные в режиме ALG, нужно редактировать и выполнять в режиме ALG. В противном случае результаты могут оказаться неправильными.

## Границы программы (LBL и RTN)

Если вы хотите сохранить в программной памяти несколько программ, то в каждой программе необходима метка, отмечающая ее начало (например, `001 LBL A`), и инструкция возврата, отмечающая ее конец (например, `005 RTN`).

Обратите внимание, что к номерам строк программы добавилась буква A, соответствующая ее метке.

## Метки программы

Программы и их фрагменты (так называемые *процедуры*) должны начинаться с метки. Чтобы ввести метку, нажмите:

 **LBL** клавиша-буквы

Метка представляет собой одну букву от A до Z. Для указания меток клавиши букв используются точно так же, как для переменных (см. обсуждение в Главе 3). Одну и ту же метку нельзя присвоить несколько раз (это вызовет сообщение об ошибке `DUPLICATE LABEL`), однако для меток и переменных можно использовать одинаковые буквы.

Одна из программ в памяти (самая верхняя) может не иметь никакой метки, однако метку необходимо вводить для разделения соседних программ.

Программы могут содержать не более 999 строк.

## Возврат из программы

Программы и подпрограммы должны завершаться инструкцией возврата. Для ее ввода нужно нажать:

 **RTN**

Когда программа завершает работу, последняя инструкция RTN возвращает указатель программы на `PRGM TOP` – начало программной памяти.

## 13–4 Простые программы

## Использование RPN, ALG и уравнений в программах

Вычисления в программах можно выполнять точно так же, как с клавиатуры:

- С помощью операций RPN, работающих со стеком (см. Главу 2).
- С помощью операций ALG (см. Приложение С).
- С помощью уравнений (см. Главу 6).

В рассмотренном выше примере мы использовали для вычисления площади круга последовательность *операций RPN*. Вместо этого в программе можно было применить *уравнение* (соответствующий пример приводится далее в этой главе). Многие программы опираются на *сочетание RPN и уравнений*, используя сильные стороны обоих подходов.

### Сильные стороны операций RPN

Используют меньше памяти.

Выполняются быстрее.

### Сильные стороны уравнений и операций ALG

Легче записывать и читать.

Возможен автоматический запрос значений.

При выполнении строки программы, содержащей уравнение, его значение вычисляется таким же образом, как при нажатии клавиши **XEQ** в списке уравнений. Для программы знак "=" в уравнении фактически рассматривается как "\_". (Не существует программной операции, эквивалентной нажатию **ENTER** для уравнений присваивания, хотя можно записать это уравнение как выражение, а затем сохранить его значение в переменной с помощью **STO**).

При использовании обоих видов расчетов в программу можно включать инструкции RPN для управления вводом, выводом и потоком выполнения.

## Ввод и вывод данных

Если программе необходимо получить несколько входных значений или вернуть несколько выходных, вы можете выбрать различные способы ввода и вывода информации.

Для ввода данных можно запросить значение переменной с помощью инструкции **INPUT**, использовать запрос значений переменных при вычислении уравнения или получить значения, заранее введенные в стек.

Для вывода данных вы можете показать значение переменной с помощью инструкции VIEW, вывести на экран сообщение, полученное из уравнения, вывести процесс на строке 1 или результат программы на строке 2, либо оставить в стеке непомяченные значения.

Эти вопросы рассматриваются далее в этой главе в разделе "Ввод и отображение данных".

---

## Ввод программы

Нажатие клавиши  **PRGM** переключает калькулятор в режим ввода программ или из него, при этом включается или выключается индикатор **PRGM**. В режиме ввода программ нажатия клавиш сохраняются в памяти в виде строк программы. Каждая инструкция (команда) или выражение занимает одну строку программы. В режиме ALG выражения можно вводить непосредственно в программу.

### Для ввода программы в память:

1. Нажмите  **PRGM** для включения режима ввода программ.
2. Нажмите   , при этом появляется обозначение PRGM TOP, а указатель программы устанавливается на известную позицию перед всеми программами. Когда вы вводите строки программы, калькулятор вставляет их *перед* строками любых других программ.

Если вам не нужны остальные находящиеся в памяти программы, можно очистить программную память нажатием  **CLEAR**  (3PGM). Чтобы подтвердить, что вы хотите удалить все программы, нажмите  (Y) **ENTER** в ответ на сообщение CLR PGMS? Y\_N.

3. Дайте программе метку – одну букву от A до Z. Нажмите  **LBL** буква. Выберите букву, которая будет напоминать вам о назначении программы, например, "A" для "area" (площадь).

Если появляется сообщение об ошибке DUPLICAT.LBL, укажите другую букву. Вы также можете очистить существующую программу с такой меткой – нажмите  **MEM**  (2PGM), с помощью клавиш  или  найдите метку, а затем нажмите  **CLEAR** и **C**.

4. Чтобы сохранить операции калькулятора в виде инструкций программы, нажимайте те же клавиши, что и для вызова этих операций вручную. Помните, что многие функции не указаны на клавиатуре, и к ним нужно обращаться через меню.  
Указания по вводу уравнений в программу приводятся ниже.
5. Заканчивайте программу инструкцией *возврата*, которая после выполнения программы устанавливает указатель программы назад на PRGM TOP. Нажмите  RTN.
6. Нажмите  (или  PRGM), чтобы отменить режим ввода программ.

Числа хранятся в программах точно в том виде, как вы их ввели, и отображаются в формате ALL или SCI. (Если длинное число было укорочено для показа на экране, нажмите  SHOW, чтобы увидеть все его цифры).

### Для ввода уравнения в строку программы:

1. Нажмите  EQN, чтобы активировать режим ввода уравнений. При этом включается индикатор EQN.
2. Введите уравнение точно так же, как в списке уравнений (подробнее см. Главу 6). Для исправления ошибок при вводе используйте .
3. Нажмите  ENTER, чтобы закончить ввод уравнения и отобразить его начало. (При этом уравнение не включается в список уравнений).

После ввода уравнения можно нажать  SHOW, чтобы проверить его контрольную сумму и длину. Чтобы удержать значения на экране, не отпускайте клавишу .

Для длинных уравнений индикаторы  и  показывают, что для данной строки программы активна прокрутка. Для прокрутки экрана используйте клавиши  < и  >.

### Функции очистки и клавиша возврата

Обратите внимание на следующие особенности ввода программ:

- Клавиша  всегда отменяет ввод программы и никогда не очищает число в нуль.
- В состоянии просмотра строк программы нажатие  удаляет текущую строку программы, а нажатие  /  переходит в состояние редактирования. В состоянии редактирования строки программы нажатие  удаляет символ перед курсором.

- Чтобы запрограммировать функцию очистки регистра X, используйте  CLEAR  (1×).

Операции GTO и XEQ автоматически корректируются при вставке или удалении строки программы, если это необходимо.

Например:

```
A001 LBL A
A002 2+3
A003 1+2
A004 GTO A003
```

Теперь, если удалить строку A002, то строка A004 примет вид "A003 GTO A002"

## Имена функций в программах

Имя функции в программах *не обязательно* совпадает с обозначением функции на клавише, в меню или в уравнении. Как правило, в программах используется более полное сокращение, чем может поместиться на клавише или в меню.

### Пример: Ввод программы с меткой.

Следующие нажатия клавиш удаляют старую программу расчета площади круга и вводят новую, содержащую метку и инструкцию возврата. Если при вводе вы допустили ошибку, нажмите  для удаления текущей строки программы, а затем заново введите правильную строку.

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
 PRGM	PRGM TOP	Включение режима ввода программ (индикатор <b>PRGM</b> ).
 CLEAR  (ЗРGM)  (Y)	PRGM TOP	Очистка всей программной памяти.
ENTER	A001 LBL A	Эта процедура получает метку A (от слова "area").
 LBL 	A001 LBL A	Эта процедура получает метку A (от слова "area").

## 13–8 Простые программы

	A002 $x^2$	Вводим три строки программы.
	A003 $\pi$	
	A004 $x$	
	A005 RTN	
(2PGM)	LBL A LN=15	
	CK=DAF1 LN=15	Контрольная сумма и длина программы.
		Отмена режима ввода программ (индикатор <b>PRGM</b> выключается).

Если значение контрольной суммы отличается, это означает, что программа не была введена точно в указанном виде.

**Пример:** Ввод программы с уравнением.

Следующая программа вычисляет площадь круга с помощью уравнения, а не операций RPN, как предыдущая.

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
	PRGM TOP	Включаем режим ввода программ; устанавливаем указатель на начало памяти.
	E001 LBL E	Даем этой процедуре метку E (от "equation").
	E002 STO R	
	E003 $\pi \times R^2$	Сохраняем радиус в переменной R. Выбираем режим ввода уравнений, вводим уравнение, возвращаемся в режим ввода программ.
	CK=7E5B LN=5	Конец программы.
	E004 RTN	

**←** **MEM** **2** (2PGM) LBL E  
LN=17

**←** **SHOW** CK=2073  
LN=17

**C** **C**

Выводится метка E и  
длина программы в  
байтах.

Контрольная сумма и  
длина программы.

Отмена режима ввода  
программ.

## Запуск программы

Запустить или *выполнить* программу можно только при неактивном режиме ввода программ (номера строк программы не отображаются, индикатор **PRGM** выключен). Для отмены режима ввода программ нажмите **C**.

## Выполнение программы (XEQ)

Чтобы запустить программу, помеченную определенной буквой, нажмите **XEQ** *метка*:

Для запуска программы с начала нажмите **XEQ** *метка* **ENTER** (например, **XEQ** **A** **ENTER**). На экране появится сообщение "XEQ A001", и выполнение начнется с начала процедуры для метки A.

Вы также можете выполнить программу с другой позиции, нажав **XEQ** *метка номер-строки* (например, **XEQ** **A** **0** **0** **5**).

Если в памяти находится только одна программа, для ее выполнения можно также установить указатель на начало программы и нажать клавишу **R/S** (run/stop – запуск/стоп). При этом включается индикатор **PRGM**, а индикатор **B** остается активным, пока программа работает.

Если необходимо, перед выполнением программы введите требуемые данные.

### Пример:

Запустите программы с метками A и E, чтобы найти площади трех различных кругов с радиусами 5, 2,5 и 2π. Не забывайте вводить радиус перед выполнением A или E.

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>5</b> <b>XEQ</b> <b>A</b> <b>ENTER</b>	RUNNING 78.5398	Вводим радиус и запускаем программу A. Выводится вычисленная площадь.
<b>2</b> <b>.</b> <b>5</b> <b>XEQ</b> <b>E</b> <b>ENTER</b>	19.6350	Вычисляем площадь второго круга с помощью программы E.
<b>2</b> <b>π</b> <b>XEQ</b> <b>A</b> <b>ENTER</b>	124.0251	Вычисляем площадь третьего круга.

## Тестирование программы

Если вы знаете, что в программе есть ошибка, но не уверены, где она, то пошаговое выполнение дает хороший способ протестировать программу. Кроме того, длинную или сложную программу всегда разумно протестировать, прежде чем полагаться на ее результаты. Выполняя программу по шагам, строка за строкой, вы можете следить за результатами выполнения каждой строки и проверить обработку известных данных, для которых правильные результаты также известны.

1. Как и для обычного запуска, убедитесь, что режим ввода программ не активен (индикатор **PRGM** выключен).
2. Установите указатель программы на начало программы (т.е. инструкцию LBL). При этом перемещается указатель программы, но не начинается ее выполнение.
3. Нажмите и удерживайте клавишу . При этом текущая строка программы отображается на экране. При отпускании  эта строка выполняется, и отображается результат этого выполнения (он находится в регистре X).  
Чтобы перейти на *предыдущую* строку, можно нажать . При этом выполнения программы не происходит.
4. Указатель программы перемещается на следующую строку. Повторяйте шаг 3, пока не найдете ошибку (будет получен неверный результат) или не достигнете конца программы.

Когда режим ввода программ активен, клавиши  и  просто меняют указатель программы, но не выполняют ее строки. Если при вводе программ нажать и удерживать клавишу курсора, то строки будут прокручиваться автоматически.

### Пример: Тестирование программы.

Выполните по шагам программу с меткой A. Используйте в качестве тестовых данных значение радиуса = 5. Перед началом убедитесь, что режим ввода программ *не активен*:

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
   	5.0000	Перемещаем указатель программы на метку A.

## 13–12 Простые программы

<input type="checkbox"/> (удерживайте)	A001 LBL A	
(отпустите)	5.0000	
<input type="checkbox"/> (удерживайте)	A002 x <sup>2</sup>	Квадрат введенного значения.
(отпустите)	25.0000	
<input type="checkbox"/> (удерживайте)	A003 π	Значение π.
(отпустите)	3.1416	
<input type="checkbox"/> (удерживайте)	A004 x	25π.
(отпустите)	78.5398	
<input type="checkbox"/> (удерживайте)	A005 RTN	Конец программы. Результат
(отпустите)	78.5398	правильный.

## Ввод и отображение данных

Переменные калькулятора используются для хранения введенных данных, промежуточных и окончательных результатов. (Как объясняется в Главе 3, переменные обозначаются буквами от A до Z, однако имена переменных никак не связаны с метками программ).

В программе вы можете получить данные следующими способами:

- С помощью инструкции INPUT, которая запрашивает значение переменной. (Это наиболее удобный способ).
- Из стека. (Вы можете использовать инструкцию STO, чтобы сохранить полученное значение в переменной для дальнейшего использования).
- Из переменных, для которых значения уже сохранены ранее.
- С помощью автоматического запроса при вычислении уравнений (если эта функция включена установкой флага 11).  
(Этот способ также удобен, если вы используете уравнения).

В программе вы можете отобразить информацию следующими способами:

- С помощью инструкции VIEW, выводящей на экран имя и значение переменной. (Это наиболее удобный способ).
- В стеке – отображаются только регистры X и Y. (Чтобы на мгновение вывести на экран регистры X и Y, можно использовать клавишу PSE).
- В виде отображаемого уравнения (если эта функция включена установкой флага 10). (Как правило, "уравнение" представляет собой сообщение, а не настоящее уравнение).

Некоторые из этих способов ввода и вывода рассматриваются в последующих разделах.

## Ввод данных с помощью INPUT

Инструкция INPUT ( INPUT *переменная*) останавливает выполнение программы и выводит запрос значения указанной переменной. На экране также отображается имеющееся значение переменной, например:

```
R?  
0.0000
```

где

"R" – имя переменной,

"?" – признак запроса информации,

0.0000 – текущее значение, сохраненное в данной переменной.

Чтобы возобновить выполнение программы, нажмите  (run/stop). При этом введенное вами значение заменяет содержимое регистра X, а также сохраняется в указанной переменной. Если вы не меняли значение на экране, то оно остается в регистре X.

Программа вычисления площади круга с инструкцией INPUT выглядит так:

Режим RPN	Режим ALG
A001 LBL A	A001 LBL A
A002 INPUT R	A002 INPUT R
A003 $\times^2$	A003 SQ(R) $\times\pi$
A004 $\pi$	A004 RTN
A005 $\times$	
A006 RTN	

### Использование функции INPUT в программе:

1. Определите, какие значения данных вам потребуются, и присвойте им имена. (В примере с расчетом площади круга необходимо вести только радиус, который мы присвоим переменной R).

2. В начале программы вставьте инструкции INPUT для всех переменных, значения которых вам нужны. В дальнейшем, в тех частях программы, где заданное значение применяется в расчете, используйте инструкцию **RCL** *переменная*, чтобы снова извлечь это значение в стек.

Инструкция INPUT также оставляет только что введенное значение в регистре X, так что извлекать его позднее *не обязательно* – вы можете ввести значение с помощью INPUT и использовать, когда оно потребуется. Таким образом можно высвободить определенное пространство в памяти. Тем не менее в длинной программе легче просто ввести все данные с самого начала, а затем по мере необходимости извлекать конкретные переменные.

Кроме того, следует помнить, что пользователь программы может проводить вычисления, пока программа остановлена в ожидании ввода. Такие вычисления могут повлиять на содержимое стека, а значит, на дальнейшие расчеты в программе. Таким образом, в программе не следует предполагать, что содержимое регистров X, Y и Z до и после инструкции INPUT будет одинаковым. Если собрать все данные в начале программы и извлекать их, когда они нужны для расчета, это позволит предотвратить изменение содержимого стека перед самым расчетом.

### Ответ на запросы:

При выполнении программы она останавливается на каждой инструкции INPUT и выводит запрос указанной переменной, например, R?0.0000. На экране отображается (и находится в регистре X) текущее значение R.

- **Чтобы оставить число без изменений**, просто нажмите **R/S**.
- **Чтобы изменить число**, введите новое значение и нажмите **R/S**. Это новое число заменяет старое значение в регистре X. При желании его можно ввести в виде дроби. Если вам нужно вычислить значение числа, проведите расчет с помощью клавиатуры обычным образом, а затем нажмите **R/S**. Например, можно нажать 2 **ENTER** 5 **y<sup>x</sup>** **R/S** в режиме RPN или 2 **y<sup>x</sup>** 5 **ENTER** **R/S** в режиме ALG. (До нажатия **ENTER** выражение отображается в строке 2. После нажатия результат его вычисления заменяет выражение на строке 2, а также сохраняется в регистре X).

- **Чтобы отменить запрос INPUT**, нажмите **[C]**. Текущее значение переменной остается в регистре X. Если нажать **[R/S]** для возобновления программы, то отмененный запрос INPUT будет повторен. Если нажать **[C]** в процессе ввода цифр числа, то оно будет очищено до нуля. Чтобы отменить запрос INPUT, нажмите **[C]** еще раз.

## Отображение данных с помощью VIEW

Инструкция VIEW в программе (**[VIEW]** переменная) останавливает выполнение программы и выводит на экран обозначение и значение указанной переменной, например:

```
R=
78.5398
```

Эта операция затрагивает *только информацию на экране* и не копирует число в регистр X. Если активен режим отображения дробей, то значение будет отображено в виде дроби.

- Нажав клавишу **[ENTER]**, можно скопировать число в регистр X.
- Если длина числа превышает 14 символов (например, для двоичных и комплексных чисел или векторов), то просмотреть остальные символы можно с помощью клавиш **[←]** и **[→]**.
- Нажатие **[C]** (или **[←]**) отменяет режим VIEW и выводит значение регистра X.
- Нажатие **[CLEAR]** очищает содержимое отображаемой переменной.

Чтобы продолжить выполнение программы, нажмите **[R/S]**.

Если остановка программы нежелательна, используйте способ, описанный ниже в разделе "Вывод информации без остановки".

Например, рассмотрим программу "Нормальное и обратное нормальное распределения" в Главе 16. Строки T015 и T016 в конце процедуры T отображают полученное значение X. Заметьте также, что перед инструкцией VIEW в этой программе имеется инструкция RCL. Включать инструкцию RCL необязательно, однако это удобно, поскольку позволяет скопировать значение просматриваемой переменной в регистр X и использовать его для ручных расчетов. (Тот же результат обеспечивает нажатие **[ENTER]** в режиме VIEW). Другие прикладные программы, приведенные в Главах 16 и 17, также помещают значения просматриваемых по VIEW переменных в регистр X.

## 13–16 Простые программы

## Вывод сообщений с помощью уравнений

Допустимость синтаксиса уравнений проверяется только перед их вычислением. Это означает, что в качестве уравнения в программу можно ввести почти любую последовательность символов – точно так же, как любое другое уравнение. В соответствующей строке программы нажмите **EQN**, чтобы начать ввод уравнения. Для ввода чисел и символов используйте клавиши цифр и математических функций. Перед каждой буквой нужно нажимать **RCL**. Чтобы закончить уравнение, нажмите **ENTER**.

Если установлен флаг 10, то уравнения будут не *вычисляться*, а *отображаться*. Другими словами, любое сообщение можно вывести на экран, введя его как уравнение. (Флаги подробно рассматриваются в Главе 14).

Когда на экране отображается сообщение, программа останавливается. Чтобы возобновить ее выполнение, нажмите **R/S**. Если длина сообщения превышает 14 символов, то при его просмотре включается индикатор **➔**. В этом случае можно использовать для прокрутки экрана клавиши **➔** **➤** и **➤** **➔**.

Если остановка программы нежелательна, используйте способ, описанный ниже в разделе "Вывод информации без остановки"..

### Пример: INPUT, VIEW и сообщения в программе.

Запишите уравнения для нахождения площади поверхности и объема цилиндра по заданным радиусу и высоте. Присвойте программе метку **C** (цилиндр) и используйте переменные **S** (площадь поверхности), **V** (объем), **R** (радиус) и **H** (высота). Используйте следующие формулы:

$$V = \pi R^2 H$$

$$S = 2\pi R^2 + 2\pi RH = 2\pi R (R + H)$$

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>➔</b> <b>PRGM</b> <b>➔</b>		Выбор режима ввода программ; очистка программной памяти.
<b>CLEAR</b> <b>3</b> ( <b>3PRGM</b> )	PRGM TOP	
<b>➤</b> <b>Y</b> <b>ENTER</b>		
<b>➔</b> <b>LBL</b> <b>C</b>	C001 LBL C	Метка программы.
<b>➔</b> <b>INPUT</b> <b>R</b>	C002 INPUT R	
<b>➔</b> <b>INPUT</b> <b>H</b>	C003 INPUT H	Инструкции для запроса радиуса и высоты.

**Клавиши:  
(в режиме RPN)**

EQN  $\leftarrow$   $\pi$   $\times$   
 RCL R  $y^x$  2  $\times$   
 RCL H ENTER

$\leftarrow$  SHOW

STO V  
 EQN 2  $\times$   $\leftarrow$   
 $\pi$   $\times$  RCL R  $\times$   
 ( ) RCL R +  
 RCL H ENTER  
 $\leftarrow$  SHOW

STO S

$\leftarrow$  FLAGS 1  
 (1SF)  $\cdot$  0

EQN RCL V  
 RCL O RCL L  
 $\leftarrow$  SPACE +  $\rightarrow$   
 SPACE RCL A  
 RCL R RCL E  
 RCL A ENTER

$\leftarrow$  FLAGS 1  
 (2CF)  $\cdot$  0

$\leftarrow$  VIEW V  
 $\leftarrow$  VIEW S

$\leftarrow$  RTN  
 $\leftarrow$  MEM 2  
 (2PGM)

$\leftarrow$  SHOW

**Экран:**

C004  $\pi \times R^2 \times H$

CK=74FE

LN=7

C005 STO V

C006  $2 \times \pi \times R \times (R + \rightarrow$

CK=19B3

LN=11

C007 STO S

C008 SF 10

C009 VOL + ARE  $\rightarrow$

C010 CF 10

C011 VIEW V

C012 VIEW S

C013 RTN

LBL C

LN=67

CK=97C3

LN=67

**Описание:**

Вычисление объема.

Контрольная сумма и  
длина уравнения.  
Сохраняем объем в V.  
Вычисление площади  
поверхности.

Контрольная сумма и  
длина уравнения.  
Сохраняем площадь  
поверхности в S.  
Устанавливаем флаг 10  
для отображения  
уравнений.  
Выводим сообщение в  
виде уравнения.

Снимаем флаг 10.

Вывод объема.  
Вывод площади  
поверхности.

Конец программы.  
Отображается метка C и  
длина программы в  
байтах.

Контрольная сумма и  
длина программы.

**Клавиши:**  
**(в режиме RPN)**

**C** **C**

**Экран:**

**Описание:**

Выход из режима ввода программ.

Теперь найдем объем и площадь поверхности цилиндра с радиусом  $2^{1/2}$  см и высотой 8 см.

**Клавиши:**  
**(в режиме RPN)**

**XEQ** **C** **ENTER**

R?  
значение

Начинаем выполнение C;  
запрос значения R (выводится значение, оказавшееся в R ранее).

**2** **.** **1** **.** **2**

**R/S**

H?  
значение

Вводим  $2^{1/2}$  в виде дроби.  
Запрос значения H.

**8** **R/S**

**R/S**

VOL + AREA  
V=  
157.0796

Вывод сообщения.  
Объем (см<sup>3</sup>).

**R/S**

S=  
164.9336

Площадь поверхности (см<sup>2</sup>).

## Вывод информации без остановки

Как правило, после отображения переменной с помощью VIEW или вывода сообщения из уравнения программа останавливается, и необходимо нажать **R/S**, чтобы возобновить ее выполнение.

При желании можно сделать так, что программа продолжит работу, а информация останется на экране. Если *следующая* строка программы (после инструкции VIEW или показа уравнения) содержит инструкцию PSE (*pause*), то информация выводится на экран, а выполнение *продолжается* после 1-секундной паузы. В этом случае невозможны прокрутка или ввод данных с клавиатуры.

Изображение на экране очищается при выполнении других операций вывода, а также операции RND, если установлен флаг 7 (округление до дробей).

Чтобы ввести инструкцию PSE в программу, нажмите **PSE**.

При пошаговом (построчном) выполнении программы строки VIEW и PSE – или уравнения и PSE – рассматриваются как одна операция.

---

## Остановка и прерывание программ

### Включение остановки и паузы в программу (STOP, PSE)

- При нажатии клавиши **R/S** (*run/stop*) в ходе ввода программы в нее добавляется инструкция STOP. Она выводит на экран содержимое регистра X и останавливает выполнение программы до тех пор, пока вы не возобновите его нажатием клавиши **R/S**. Инструкцию STOP также можно использовать вместо RTN, чтобы завершить программу, не возвращая указатель программы на начало памяти.
- При нажатии клавиши **PSE** в ходе ввода программы в нее добавляется инструкция PSE (*pause*). Она приостанавливает работающую программу и выводит содержимое регистра X примерно на одну секунду. Исключением являются случаи, когда PSE непосредственно следует за инструкцией VIEW или (при установленном флаге 10) за отображаемым уравнением. В таких случаях вместо регистра X выводится переменная или уравнение, и эта информация остается на экране после 1-секундной паузы.

### Прерывание работающей программы

Вы можете в любой момент прервать работающую программу, нажав клавишу **C** или **R/S**. Перед остановкой программа завершает текущую инструкцию. Чтобы возобновить выполнение программы, нажмите **R/S** (*run/stop*).

Если после прерывания программы нажать **XEQ**, **GTO** или **RTN**, то возобновить ее с помощью **R/S** будет невозможно. Вместо этого нужно заново запустить программу (**XEQ** метка номер-строки).

### Остановки при ошибках

Если в ходе работы программы возникает ошибка, то выполнение программы останавливается, и на экран выводится сообщение об ошибке. (Список сообщений и особых состояний калькулятора приводится в Приложении F).

Чтобы увидеть строку программы, содержащую инструкцию, которая вызвала ошибку, нажмите  PRGM. Программа открывается на точке остановки. (Например, это может быть инструкция “÷”, приведшая к ошибке деления на ноль).

---

## Изменение программы

Вы можете модифицировать находящуюся в программной памяти программу, вставляя, удаляя и изменяя строки программы. Если строка программы содержит уравнение, то его также можно изменять.

### Удаление строки программы:

1. Выберите соответствующую программу или процедуру и с помощью клавиш  и  найдите строку программы, которую нужно изменить. Для непрерывной прокрутки удерживайте клавишу курсора.
2. Для удаления строки просто нажмите  (доступна функция откатки). При этом указатель перемещается на *предыдущую* строку. (Если вам нужно удалить несколько последовательных строк программы, начинайте с *последней* строки группы).
3. Если нужно, введите с клавиатуры новую инструкцию. Она заменяет удаленную строку.
4. Выйдите из режима ввода программ ( или  PRGM).

### Вставка строки в программу:

1. Найдите и выведите на экран строку программы, расположенную *перед* местом, где вы хотите вставить строку.
2. Введите новую инструкцию, и она будет вставлена *после* текущей строки на экране.

Например, если вам нужно вставить новую строку программы между строками A004 и A005, нужно сначала вывести на экран строку A004, а затем ввести новую инструкцию или инструкции. Последующие строки программы (начиная с исходной строки A005) при этом будут сдвинуты вниз и соответствующим образом перенумерованы.

## Изменение операнда, выражения или уравнения в строке программы:

1. Найдите и выведите на экран строку программы, которую нужно изменить.
2. Нажмите  или , чтобы начать редактирование строки программы. Эти клавиши включают курсор правки "\_", но не удаляют в строке никаких символов.  
Клавиша  активирует курсор в начале строки программы.  
Клавиша  активирует курсор в конце строки программы.
3. Установите курсор "\_" и нажимайте , чтобы удалить нежелательное число или функцию, а затем заново введите остальную часть строки программы. (После нажатия  доступна функция откатки).

### Примечания.

1. Когда в строке программы активен курсор, клавиши  и  отключаются.
2. Если вы редактируете строку программы (курсор активен) и эта строка пуста, то нажатие  не оказывает никакого действия. Чтобы стереть строку программы, нажмите , и эта строка будет удалена.
3. С помощью клавиш   и   можно просмотреть длинную строку программы, не редактируя ее.
4. В режиме ALG клавишу  нельзя использовать как функцию, она служит для проверки строки программы.
5. Уравнение можно редактировать в любом режиме, независимо от того, в каком режиме оно было введено.

---

## Программная память

### Просмотр программной памяти

Нажатие клавиши   переключает калькулятор в режим ввода программ (индикатор **PRGM** включен, отображаются строки программы) и из него. Когда режим ввода программ активен, на экран выводится содержимое программной памяти.

Программная память начинается с позиции PRGM TOP. Строки программы образуют кольцевой список, так что указатель программы при перемещении "заворачивается" из конца в начало и наоборот. Когда режим ввода программ активен, существует четыре способа изменить указатель программы (строку на экране):

- Клавиши   и   позволяют переходить от одной метки к другой. Если ни одна метка не определена, они переходят к началу или к концу программы.
- Для перемещения сразу на несколько строк ("прокрутки") нажмите и удерживайте клавишу  или .
- Нажмите   , чтобы установить указатель программы на PRGM TOP.
- Нажмите   метка *nnn*, чтобы перейти на определенную строку.

Если режим ввода программ неактивен (строки программы не отображаются), вы также можете установить указатель программы, нажав  метка номер-строки.

При отмене режима ввода программ положение указателя программы не изменяется.

## Использование памяти

Если в ходе ввода программы вы получаете сообщение MEMORY FULL, это означает, что в программной памяти недостаточно места для строки, которую вы только что попытались ввести. Чтобы высвободить дополнительную память, можно очистить программы или другие данные. См. ниже раздел "Очистка одной или нескольких программ", а также раздел "Управление памятью калькулятора" в Приложении В.

## Каталог программ (MEM)

Каталог программ содержит список всех меток программ с указанием числа байт памяти, используемых для каждой метки и связанных с ней строк программы. Для вывода каталога на экран нажмите    (2PGM), а для перемещения по списку используйте клавиши  и . С помощью этого каталога можно:

- Проверить, какие метки определены в программной памяти и какую нагрузку на память создает каждая из помеченных программ или процедур.
- Выполнить помеченную программу. (Нажмите **XEQ** или **R/S**, когда метка отображается на экране).
- Вывести помеченную программу на экран. (Нажмите **▸** **PRGM**, когда метка отображается на экране).
- Удалить конкретную программу. (Нажмите **▸** **CLEAR**, когда метка отображается на экране).
- Проверить контрольную сумму программы для данного сегмента программы. (Нажмите **◀** **SHOW**).

Каталог показывает, сколько байт памяти использует каждый помеченный сегмент программы. Программы обозначаются соответствующими метками:

LBL C  
LN=67

где 67 – это число байт, занимаемых программой.

## Очистка одной или нескольких программ

### Для очистки конкретной программы из памяти

1. Нажмите **◀** **MEM** **2** (**2PRGM**) **ENTER** и выведите на экран нужную метку программы (с помощью **↓** и **↑**).
2. Нажмите **▸** **CLEAR**.
3. Нажмите **C** для выхода из каталога или **←** для возвращения назад.

### Для очистки всех программ из памяти:

1. Нажмите **▸** **PRGM**, чтобы вывести на экран строки программы (индикатор **PRGM** включен).
2. Нажмите **▸** **CLEAR** **3** (**3PRGM**) для очистки программной памяти.
3. Появляется запрос подтверждения CLR PGMS? Y N. Нажмите **◀** (Y) **ENTER**.
4. Нажмите **▸** **PRGM**, чтобы отменить режим ввода программ.

## 13–24 Простые программы

При очистке всей памяти (**☐** **CLEAR** **3** (**3ALL**)) все программы также будут очищены.

## Контрольная сумма

Контрольная сумма представляет собой уникальное шестнадцатеричное значение, приписываемое каждой метке и связанным с нею строкам программы (до следующей метки). Это число полезно для сравнения с известной контрольной суммой существующей программы, которую вы ввели в программную память. Если известная контрольная сумма совпадает со значением на экране вашего калькулятора, это означает, что все строки программы введены правильно. Для просмотра контрольной суммы:

1. Нажмите **☐** **MEM** **2** (**2PGM**) **☐** (**ENTER**), чтобы открыть каталог меток программ.
2. Если нужно, выведите на экран нужную метку с помощью клавиш курсора.
3. Нажмите и удерживайте клавишу **☐** **SHOW**, чтобы вывести сообщение **СК=контрольная-сумма** и **LN=длина**.

Например, проверим контрольную сумму текущей программы ("цилиндр"):

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>☐</b> <b>MEM</b> <b>2</b> ( <b>2PGM</b> ) <b>☐</b> ( <b>ENTER</b> )	LBL C LN=67	Метка C, в памяти 67 байт.
<b>☐</b> <b>SHOW</b> (hold)	СК=97C3 LN=67	Контрольная сумма и длина.

Если ваша контрольная сумма *не совпадает* с этим числом, то программа введена неправильно.

Вы увидите, что все прикладные программы в Главах 16 и 17 включают значения контрольной суммы для всех помеченных процедур, так что вы в состоянии проверить точность ввода программы.

Помимо этого, контрольная сумма имеется у каждого уравнения в программе (см. раздел "Для ввода уравнения в строку программы" ранее в этой главе).

---

## Недопустимые функции в программах

Следующие функции HP 35s *нельзя* использовать в программах:

CLEAR 3 (ZPRGM)	GTO . .
CLEAR 3 (ZALL)	GTO . метка номер-строки
	MEM
,  ,  ,	SHOW
PRGM	EQN
,  ,	FDISP
UNDO	CLEAR 6 (ECLVARx)

---

## Системы счисления в программах

В программу можно включать инструкции для изменения режима системы счисления с помощью BASE. Эти установки работают в программе точно так же, как при выполнении операций с клавиатуры. Таким образом, вы можете писать программы, которые принимают числа в любой из четырех систем счисления, выполняют арифметические расчеты с использованием любой системы и выводят результаты в любой системе счисления.

При написании программы, использующей числа в других системах счисления, помимо десятичной, установите соответствующий режим как в текущих настройках калькулятора, так и в программе (с помощью инструкции).

### Выбор режима системы счисления в программе

Вставьте в начало программы инструкцию BIN, OCT или HEX. Как правило, в конец программы следует включать инструкцию DEC, чтобы после ее завершения калькулятор вернулся в обычный десятичный режим.

Инструкции изменения режима системы счисления в программе определяют, как будут интерпретироваться вводимые данные и отображаться результаты во время и после выполнения программы, однако они не влияют на строки программы в процессе их ввода.

### Ввод чисел в строки программы

Перед началом ввода программы установите режим системы счисления. Текущий режим определяет результат работы программы.

Выбор режима отражается соответствующим индикатором. Сравните следующие строки программы в десятичном и недесятичном режиме. Все десятичные и недесятичные числа на экране калькулятора выровнены влево.

<b>Выбран десятичный режим:</b>		<b>Выбран двоичный режим:</b>	
⋮		⋮	
<b>PRGM</b>		<b>PRGM BIN</b>	
A009 BIN		A009 BIN	
A010 10	Десятичное число; знак "d" можно опустить	A010 10b	Двоичное число; нужно добавить знак системы счисления "b"
⋮		⋮	

---

## Полиномиальные выражения и метод Хорнера

В некоторых выражениях (например, многочленах) многократно используются одни и те же переменные. Например, выражение

$$Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$$

использует переменную  $x$  в четырех разных местах. Программа для вычисления такого выражения с помощью операций RPN может многократно вызывать сохраненную копию значения  $x$  из переменной.

### Пример:

С помощью операций RPN написать программу для выражения  $5x^4 + 2x^3$ , а затем вычислить его для  $x = 7$ .

**Клавиши:**  
(в режиме RPN)

PRGM GTO  
 . .  
 LBL A  
 INPUT X  
 5  
 RCL X  
 4  
 $y^x$   
 X  
 RCL X  
 3  
 $y^x$   
 2  
 X  
 +  
 RTN  
 MEM 2  
 (2PGM)  
 SHOW  
 C C

**Экран:**

PRGM TOP  
 A001 LBL A  
 A002 INPUT X  
 A003 5  
 A004 RCL X  
 A005 4  
 A006  $y^x$   
 A007 X  
 A008 RCL X  
 A009 3  
 A010  $y^x$   
 A011 2  
 A012 X  
 A013 +  
 A014 RTN  
 LBL A  
 LN=46  
 CK=ER18  
 LN=46

**Описание:**

5  
 $x^4$   
 $5x^4$   
 $x^3$   
 $2x^3$   
 $5x^4 + 2x^3$   
 Метка A, в памяти 46 байт.  
 Контрольная сумма и длина.  
 Выход из режима ввода программ.

Теперь вычислим значение многочлена для  $x = 7$ .

**Клавиши:**  
(в режиме RPN)

XEQ A ENTER  
 7 R/S

**Экран:**

X?  
 значение  
 12,691,0000

**Описание:**

Запрос x.  
 Результат.

Более общая форма этой программы для любого уравнения вида  $Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$  выглядит следующим образом:

```
A001 LBL A
A002 INPUT A
A003 INPUT B
A004 INPUT C
A005 INPUT D
A006 INPUT E
A007 INPUT X
A008 RCL X
A009 RCL× A
A010 RCL+ B
A011 RCL× X
A012 RCL+ C
A013 RCL× X
A014 RCL+ D
A015 RCL× X
A016 RCL+ E
A017 RTN
```

Контрольная сумма и длина: 9E5E 51.



## Приемы программирования

---

В Главе 13 мы познакомились с основами программирования. В данной главе будут рассмотрены более сложные, но полезные приемы:

- Использование подпрограмм для упрощения программы путем выделения и задания меток для частей программы, предназначенных для решения определенных задач. Применение подпрограмм также позволяет уменьшить длину программы, в которой нужно несколько раз выполнить какую-то последовательность действий.
- Использование условных инструкций (сравнения и флаги) для определения выполняемых инструкций или подпрограмм.
- Использование циклов со счетчиками для выполнения определенного набора инструкций заданное число раз.
- Использование косвенной адресации для доступа к различным переменным с помощью одних и тех же инструкций программы.

---

## Процедуры в программах

Программа состоит из одной или нескольких *процедур* – функциональных блоков, которые выполняют какие-то конкретные задачи. В сложных программах процедуры позволяют группировать и разделять задачи, чтобы облегчить написание, чтение, понимание и изменение программы.

Как правило, процедура начинается с метки и заканчивается инструкцией, которая останавливает выполнение программы или процедуры, например, RTN или STOP.

## Вызов подпрограмм (XEQ, RTN)

Подпрограмма представляет собой процедуру, которая вызывается (выполняется) из другой процедуры и после завершения возвращается в ту же самую процедуру.

- Если вы планируете хранить в памяти калькулятора лишь одну программу, то для разделения процедур можно использовать различные метки. Если в памяти должно быть несколько программ, то лучше включать процедуры в основную метку программы, начиная с определенного номера строки.
- Подпрограмма может, в свою очередь, сама вызывать другие подпрограммы.

На диаграммах потока выполнения в этой главе используются следующие обозначения:

D005 STO B001 → ①	Выполнение программы переходит с данной строки на строку, помеченную ← ① ("из 1").
B001 LBL B ← ①	Выполнение программы переходит из строки с обозначением → ① ("на 1") на данную строку.

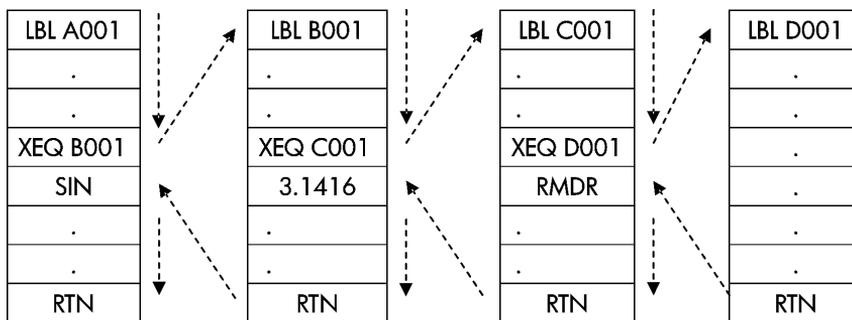
В следующем примере показано, как вызвать подпрограмму для изменения знака введенного числа. Изменение знака осуществляет подпрограмма E, вызываемая из процедуры D строкой D003 XEQ E001. Подпрограмма E завершается инструкцией RTN, которая возвращает выполнение программы назад в процедуру D (для сохранения и отображения результата) на строку D004. Обратите внимание на приведенные ниже диаграммы потока выполнения.

D001 LBL D		Начало выполнения.
D002 INPUT X		
D003 XEQ E001 → ①		Вызов подпрограммы E.
D004 STO X ← ②		Возврат сюда.
D005 VIEW X		
D006 RTN		
E001 LBL E ← ①		Начало подпрограммы.
E002 +/-		Изменение знака числа.
E003 RTN → ②		Возврат в процедуру D.

## Вложенные подпрограммы

Подпрограмма может вызвать другую подпрограмму, эта подпрограмма может вызвать еще одну, и т.д. Такое "вложение" подпрограмм (вызов подпрограммы из другой подпрограммы) ограничивается 20 уровнями глубины стека подпрограмм (не считая программы самого верхнего уровня). Работа вложенных подпрограмм показана ниже:

ГЛАВНАЯ программа  
(верхний уровень)



Конец программы

Если попытаться вызвать вложенную подпрограмму с глубиной больше 20 уровней, то будет выведено сообщение об ошибке XEQ OVERFLOW.

### Пример: Вложенные подпрограммы.

Следующая подпрограмма с меткой S вычисляет значение выражения

$$\sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}$$

в рамках более крупного расчета в большой программе. Эта подпрограмма вызывает еще одну (вложенную) подпрограмму с меткой Q для выполнения повторяющихся операций возведения в квадрат и сложения. Это помогает экономить память, поскольку программа оказывается короче, чем была бы без использования подпрограмм.

В режиме RPN:

S001	LBL S			Начало подпрограммы.
S002	INPUT A			Ввод A.
S003	INPUT B			Ввод B.
S004	INPUT C			Ввод C.
S005	INPUT D			Ввод D.
S006	RCL D			Извлечение данных.
S007	RCL C			
S008	RCL B			
S009	RCL A			
S010	x <sup>2</sup>			A <sup>2</sup> .
S011	XEQ Q001 → ①			A <sup>2</sup> + B <sup>2</sup> .
② →	S012 XEQ Q001 → ③			A <sup>2</sup> + B <sup>2</sup> + C <sup>2</sup>
④ →	S013 XEQ Q001 → ⑤			A <sup>2</sup> + B <sup>2</sup> + C <sup>2</sup> + D <sup>2</sup>
⑥ →	S014 √ x			$\sqrt{A^2 + B^2 + C^2 + D^2}$
	S015 RTN			Возврат в главную процедуру.
	Q001 LBL Q	← ① ③ ⑤		Вложенная подпрограмма.
	Q002 x<>y			
	Q003 x <sup>2</sup>			
	Q004 +			Прибавление x <sup>2</sup> .
② ④ ⑥ ←	Q005 RTN			Возврат в подпрограмму S.

## Переходы (GTO)

Как мы видели на примере подпрограмм, часто желательно перенести выполнение не на следующую строку, а в другую часть программы. Такая операция называется **переходом** или **ветвлением**.

Безусловный переход с помощью инструкции GTO (*go to*) позволяет перейти на определенную строку программы (задается меткой и номером строки).

## Инструкция GTO в программе

Инструкция GTO метка (GTO метка номер-строки) переносит выполнение программы на указанную строку. Работа программы продолжается с новой позиции и **никогда** автоматически не возвращается к исходной точке, поэтому GTO не подходит для вызова подпрограмм.

Например, рассмотрим программу "Подгонка кривых" в Главе 16. Инструкция GTO Z 001 в каждой из трех независимых процедур инициализации осуществляет переход на процедуру LBL Z – общую точку входа в "сердце" программы:

S001 LBL S		Возможная точка начала выполнения.
⋮		
S004 GTO Z001	→ ①	Переход на Z001.
L001 LBL L		Возможная точка начала выполнения.
⋮		
L004 GTO Z001	→ ①	Переход на Z001.
E001 LBL E		Возможная точка начала выполнения.
⋮		
E004 GTO Z001	→ ①	Переход на Z001.
Z001 LBL Z	← ①	Переход сюда.
⋮		

## Использование GTO с клавиатуры

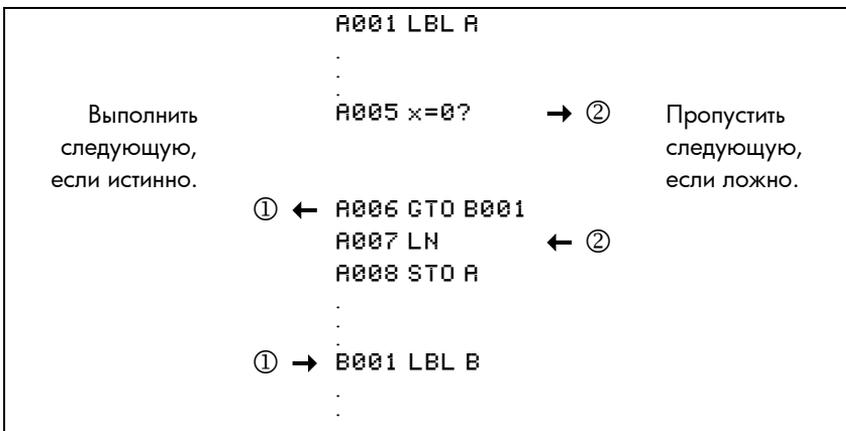
С помощью клавиши **GTO** можно переместить указатель программы на указанную метку и строку, *не начиная* выполнение программы.

- Переход на PRGM TOP: **GTO** **◦** **◦**.
- Переход на строку с определенным номером: **GTO** метка номер-строки (номер-строки < 1000). Например, **GTO** **◦** **A** **0** **0** **5**. Например, нажмите **GTO** **A** **0** **0** **5**. На экран будет выведено "GTO A005".
- Переход на первую строку метки (например, A001): **GTO** **A** **ENTER** (нажмите и удерживайте), на экран будет выведено "GTO A001".

## Условные инструкции

Еще один способ изменения последовательности выполнения программы опирается на *проверки условий* – тесты “истина/ложь”, которые позволяют сравнить два числа и пропустить следующую инструкцию программы, если предположение ложно.

Например, если в строке A005 имеется условная инструкция  $x=0?$  (другими словами, “равно ли  $x$  нулю?”), то программа сравнивает содержимое регистра  $X$  с нулем. Если регистр  $X$  действительно *содержит* нуль, то выполнение программы продолжается на следующей строке. Если регистр  $X$  *не содержит* нуль, то программа *пропускает* следующую строку, тем самым переходя к строке A007. Это правило обычно формулируют как “Выполнить если истинно”.



Вышеприведенный пример иллюстрирует обычный прием использования проверок условий: непосредственно следующая за проверкой строка (которая выполняется только в случае “истинно”) представляет собой *переход* на другую метку. Таким образом, общий результат проверки состоит в том, что при определенных условиях выполнение переходит в другую процедуру.

Существует три типа условных инструкций:

- Проверки сравнения. Эти инструкции сравнивают регистры  $X$  и  $Y$  либо регистр  $X$  и нуль.
- Проверки флагов. Эти инструкции проверяют состояние флагов, которые могут быть установлены или сняты.
- Счетчики цикла. Эти инструкции обычно используются, чтобы повторить определенные операции заданное число раз.

## 14–6 Приемы программирования

## Проверки сравнения (x?y, x?0)

Для использования в программах доступны 12 операций сравнения. При нажатии  $\boxed{\leftarrow} \boxed{x?y}$  и  $\boxed{\rightarrow} \boxed{x?0}$  открываются меню для двух видов проверок:

- $x?y$  – для проверок, сравнивающих  $x$  и  $y$ .
- $x?0$  – для проверок, сравнивающих  $x$  и  $0$ .

Помните, что обозначение  $x$  относится к числу в регистре  $X$ , а обозначение  $y$  – к числу в регистре  $Y$ . Эти операции *не сравнивают переменные*  $X$  и  $Y$ . Операции  $x?y$  и  $x?0$  позволяют сравнить два числа; если содержимое одного из регистров не является действительным числом, то выдается сообщение об ошибке **INVALID DATA**.

Выберите вид сравнения, а затем нажмите клавишу меню для нужной условной инструкции.

### Меню проверки

$x?y$	$x?0$
$\neq$ для $x \neq y?$	$\neq$ для $x \neq 0?$
$\leq$ для $x \leq y?$	$\leq$ для $x \leq 0?$
$<$ для $x < y?$	$<$ для $x < 0?$
$>$ для $x > y?$	$>$ для $x > 0?$
$\geq$ для $x \geq y?$	$\geq$ для $x \geq 0?$
$=$ для $x = y?$	$=$ для $x = 0?$

Если выполнить проверку условия с клавиатуры, то на экран будет выведено **YES** или **NO**.

Например, при  $x = 2$  и  $y = 7$  проверим условие  $x < y$  :

**Клавиши:**

**Экран:**

**Режим RPN**  $\boxed{7} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{2} \boxed{\leftarrow} \boxed{x?y} \boxed{>} \boxed{>} \boxed{(<)} \boxed{\text{ENTER}}$  YES

**Режим ALG**  $\boxed{7} \boxed{x \leftrightarrow y} \boxed{2} \boxed{\leftarrow} \boxed{x?y} \boxed{>} \boxed{>} \boxed{(<)} \boxed{\text{ENTER}}$  YES

### Пример:

Программа "Нормальное и обратное нормальное распределения" в Главе 16 использует условие  $x < y?$  в процедуре T:

### Строки программы: (в режиме RPN)

### Описание:

T009 ÷	Вычисляем поправку для $X_{guess}$ .
T010 STO+ X	Прибавляем поправку, получаем новое $X_{guess}$ .
T011 ABS	
T012 0.0001	
T013 x<y?	Проверяем, является ли поправка значимой.
T014 GTO T001	Если поправка значима, возврат к началу цикла. Если нет, продолжение расчета.
T015 RCL X	
T016 VIEW X	Вывод вычисленного значения X.

Строка T009 вычисляет значение поправки для  $X_{guess}$ . Строка T013 сравнивает абсолютную величину вычисленной поправки со значением 0,0001. Если эта величина меньше 0,0001 ("Выполнить если истинно"), программа выполняет строку T014, а если величина больше или равна 0,0001, то переходит к строке T015.

## Флаги

Флаг представляет собой индикатор состояния. Он может быть либо установлен (истина), либо снят (ложь). Проверка флага – это еще одна проверка условия, которая следует правилу "Выполнить если истинно": выполнение программы продвигается прямо, если проверяемый флаг установлен, и пропускает одну строку, если он снят.

## Значение флагов

Калькулятор HP 35s имеет 12 флагов, которые пронумерованы от 0 до 11. Каждый из флагов можно устанавливать, снимать и проверять как с клавиатуры, так и с помощью инструкций программы. По умолчанию все 12 флагов находятся в снятом состоянии. При операции очистки памяти по нажатию трех клавиш, описанной в Приложении В, очищаются и все флаги. Значения флагов не затрагиваются при нажатии  CLEAR  (3ALL)  (Y) ENTER.

## 14–8 Приемы программирования

- **Флаги 0, 1, 2, 3 и 4** не имеют никакого заранее заданного значения. Другими словами, их состояние может иметь любой смысл, определенный в конкретной программе (см. приведенные ниже примеры).
- **Флаг 5** – Если этот флаг установлен и в программе происходит переполнение, то выполнение программы прерывается, а на экран выводится сообщение `OVERFLOW` и индикатор **▲**. *Переполнение* происходит, когда полученный результат превышает наибольшее число, с которым калькулятор может работать. Это наибольшее возможное число подставляется вместо результата переполнения. Если флаг 5 снят, то работа программы при переполнении не прерывается, хотя сообщение `OVERFLOW` на короткое время появляется на экране, когда программа в конце концов остановится.
- **Флаг 6** устанавливается калькулятором *автоматически* каждый раз, когда возникает переполнение `TOO BIG` (хотя вы также можете установить флаг 6 самостоятельно). Он не влияет на ход расчета, однако его состояние можно проверить. Кроме того, если в программе используются десятичные системы счисления, то флаг 6 также устанавливается при возникновении ошибки `TOO BIG`.

Флаги 5 и 6 позволяют контролировать ситуации переполнения, возникающие в ходе выполнения программы. Если установлен флаг 5, то программа останавливается сразу после строки, которая вызвала переполнение. Проверив в программе состояние флага 6, вы можете изменить поток выполнения программы или заменить результат операции каждый раз, когда возникает переполнение.

- **Флаги 7, 8 и 9** управляют отображением дробей. Флаг 7 также можно изменять с клавиатуры. Когда вы включаете или выключаете режим отображения дробей нажатием  `FDISP`, при этом также устанавливается или снимается флаг 7.

Состояние флага	Флаги управления отображением дробей		
	7	8	9
<b>Снят</b> (по умолчанию)	Отображение дробей выключено; действительные числа отображаются в текущем выбранном формате.	Знаменатели дробей не превышают значение /с.	Производится сокращение дробей до простейшего вида.
<b>Установлен</b>	Отображение дробей включено; действительные числа отображаются в виде дробей.	Знаменатели дробей являются множителями /с.	Сокращение дробей не производится (используется, только если установлен флаг 8).

- **Флаг 10** управляет выполнением уравнений в программе:  
Когда флаг 10 снят (состояние по умолчанию), при выполнении программы производится вычисление уравнений, и результаты помещаются в стек.  
Когда флаг 10 установлен, уравнения при выполнении программы отображаются в качестве сообщений, так что их поведение напоминает инструкцию VIEW:
  1. Выполнение программы останавливается.
  2. Указатель программы перемещается на следующую строку программы.
  3. Уравнение выводится на экран, при этом стек не затрагивается. Чтобы очистить экран, нажмите  или . При нажатии любой другой клавиши выполняется функция, соответствующая этой клавише.
  4. Если следующая строка программы представляет собой инструкцию PSE, выполнение программы продолжается после 1-секундной паузы.Состояние флага 10 можно изменить только с помощью операций SF и CF с клавиатуры или инструкций SF и CF в программе.

- **Флаг 11** управляет запросом значений при выполнении уравнений в программе – он не влияет на автоматические запросы при вычислении уравнения с клавиатуры:

Когда флаг 11 снят (состояние по умолчанию), то операции вычисления уравнений, SOLVE и  $\int$  FN в программах производятся без прерывания программы. Текущие значения всех входящих в уравнение переменных автоматически извлекаются каждый раз, когда соответствующая переменная встречается. Это не влияет на запросы по инструкции INPUT.

Если флаг 11 установлен, калькулятор запрашивает значение каждой переменной, когда она первый раз встречается в уравнении. Запрос переменной происходит только один раз независимо от числа вхождений переменной в уравнение. При решении уравнения не запрашивается неизвестная переменная; при интегрировании не запрашивается переменная интегрирования. Выполнение программы при запросе останавливается. При нажатии **R/S** расчет возобновляется с использованием введенного вами значения переменной либо отображаемого на экране (текущего) значения, если в ответ на запрос просто нажать **R/S**.

Флаг 11 автоматически очищается после выполнения в программе операций вычисления уравнения, SOLVE или  $\int$  FN. Состоянием этого флага также можно управлять с помощью операций SF и CF с клавиатуры или инструкций SF и CF в программе.

### **Индикаторы установки флагов**

Для флагов 0, 1, 2, 3 и 4 на экране имеются индикаторы, которые включаются, когда соответствующий флаг установлен. По наличию или отсутствию индикатора **0**, **1**, **2**, **3** или **4** вы в любой момент можете узнать, установлен ли какой-то из этих пяти флагов. С другой стороны, для состояния флагов с 5 до 11 такие индикаторы не предусмотрены. Состояние этих флагов можно определить, выполнив с клавиатуры инструкцию FS? (см. ниже раздел "Использование флагов").

## Использование флагов

При нажатии  **FLAGS** открывается меню FLAGS: SF CF FS?

После выбора желаемой функции калькулятор запрашивает номер флага (0–11). Например, нажмите  **FLAGS** **1**(1SF) **0** для установки флага 0,  **FLAGS** **1**(1SF) **.** **0** для установки флага 10 или  **FLAGS** **1**(1SF) **.** **1** для установки флага 11.

### Меню FLAGS

Пункт меню	Описание
SF <i>n</i>	Установить флаг. Установка флага <i>n</i> .
CF <i>n</i>	Снять флаг. Очистка флага <i>n</i> .
FS? <i>n</i>	Флаг установлен? Проверка состояния флага <i>n</i> .

Проверка флага представляет собой проверку условия и влияет на выполнение программы точно так же, как проверки сравнения. Инструкция FS? *n* проверяет, установлен ли заданный флаг. Если это так, то выполняется следующая строка программы, а в противном случае следующая строка пропускается. Здесь тоже соблюдается правило "Выполнить если истинно", рассмотренное в разделе "Условные инструкции" ранее в этой главе.

При проверке флага с клавиатуры на экран калькулятора выводится "YES" или "NO".

При написании программ весьма полезно следить, чтобы любые проверяемые условия исходно имели известное состояние. Текущие установки флагов зависят от того, в каком состоянии их оставили ранее запускавшиеся программы. Не следует *предполагать*, например, что какой-то флаг очищен и будет установлен, только если его установила соответствующая инструкция программы. Нужно *гарантировать* это, очистив его до возникновения ситуаций, в которых возможна установка флага. Рассмотрим следующий пример.

### Пример: Использование флагов.

#### Строки программы: (в режиме RPN)

#### Описание:

S001 LBL S	
S002 CF 0	Очистка флага 0 – индикатор для $\ln X$ .
S003 CF 1	Очистка флага 1 – индикатор для $\ln Y$ .
S004 INPUT X	Запрос и сохранение X
S005 FS? 0	Если флаг 0 установлен...
S006 LN	... вычисляем натуральный логарифм X.
S007 STO X	Сохраняем значение в X после проверки флага
S008 INPUT Y	Запрос и сохранение Y
S009 FS? 1	Если флаг 1 установлен...
S010 LN	... вычисляем натуральный логарифм Y.
S011 STO Y	Сохраняем значение в Y после проверки флага
S012 VIEW X	Вывод значения
S013 VIEW Y	Вывод значения
S014 RTN	

Контрольная сумма и длина: 16B3 42

Если записать строки S002 CF0 и S003 CF1 (как показано выше), то флаги 0 и 1 будут очищены, так что вычисление натуральных логарифмов введенных значений X и Y в строках S006 и S010 не производится.

Если заменить строки S002 и S003 инструкциями SF0 и CF1, то флаг 0 будет установлен, поэтому строка S006 вычислит натуральный логарифм введенного значения X.

Если заменить строки S002 и S003 инструкциями CF0 и SF1, то флаг 1 будет установлен, поэтому строка S010 вычислит натуральный логарифм введенного значения Y.

Если заменить строки S002 и S003 инструкциями SF0 и SF1, то флаги 0 и 1 будут установлены, поэтому строки S006 и S010 вычислят натуральные логарифмы введенных значений X и Y.

Попрактикуйтесь в использовании флагов на примере вышеприведенной программы.

**Клавиши:  
(в режиме RPN)**

**Экран:**

**Описание:**

<b>XEQ</b> <b>S</b> <b>ENTER</b>	X? значение	Выполнение метки S; запрос значения X.
<b>1</b> <b>R/S</b>	Y? значение	Сохранение 1 в X; запрос значения Y.
<b>1</b> <b>R/S</b>	X= 1.0000	Сохранение 1 в Y; вывод значения X после проверки флага.
<b>R/S</b>	Y= 1.0000	Вывод значения Y после проверки флага.

Теперь попробуйте три других случая. После этого не забудьте нажать **←** **FLAGS** **2** (**DCF**) **0** и **←** **FLAGS** **2** (**DCF**) **1** для очистки флагов 0 и 1.

**Пример: Управление отображением дробей.**

Следующая программа позволяет поэкспериментировать с имеющимися в калькуляторе возможностями отображения дробей. Программа запрашивает и использует введенные вами значения дробного числа и знаменателя (значения /с). Программа также содержит примеры использования трех флагов отображения дробей (7, 8 и 9) и флага "отображения сообщений" (10).

Сообщения в программе представлены в виде MESSAGE, а вводить их нужно как уравнения:

1. Установите режим ввода уравнений нажатием **EQN** (включается индикатор **EQN**).
2. Для ввода буквенных символов в сообщении нажимайте **RCL** буква; символы пробела вводятся нажатием **→** **SPACE**.
3. Нажмите **ENTER**, чтобы вставить сообщение в текущую строку программы и выйти из режима ввода уравнений.

<b>Строки программы: (в режиме RPN)</b>	<b>Описание:</b>
F001 LBL F	Начало программы работы с дробями.
F002 CF 7	Очищаем три флага отображения дробей.
F003 CF 8	
F004 CF 9	
F005 SF 10	Сообщения выводятся на экран.
F006 DEC	Выбираем десятичную систему счисления.
F007 INPUT V	Запрос числа.
F008 INPUT D	Запрос знаменателя (2 – 4095).
F009 RCL V	Выводим сообщение, а затем десятичное представление числа.
F010 <b>DECIMAL</b>	
F011 PSE	
F012 STOP	
F013 RCL D	
F014 /C	Устанавливаем значение /C и флаг 7.
F015 RCL V	
F016 <b>MOST PRECISE</b>	Выводим сообщение, а затем наиболее точную дробь.
F017 PSE	
F018 STOP	
F019 SF 8	Устанавливаем флаг 8.
F020 <b>FACTOR DENOM</b>	Выводим сообщение, а затем дробь с множителями знаменателя.
F021 PSE	
F022 STOP	
F023 SF 9	Устанавливаем флаг 9.
F024 <b>FIXED DENOM</b>	Выводим сообщение, а затем дробь с фиксированным знаменателем.
F025 PSE	
F026 STOP	
F027 GTO F001	Переход к началу программы.

Контрольная сумма и длина: BE54 123

Воспользуемся этой программой, чтобы увидеть различные формы отображения дробей:

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>XEQ</b> <b>F</b> <b>ENTER</b>	V? значение	Запуск метки F; запрос значения дробного числа (V).
<b>2</b> <b>.</b> <b>5</b> <b>3</b> <b>R/S</b>	D? значение	Сохранение 2,53 в V; запрос значения знаменателя (D).
<b>1</b> <b>6</b> <b>R/S</b>	DECIMAL 16.0000 2.5300	Сохранение 16 как значения /с. Выводится сообщение, а затем десятичное число.
<b>R/S</b>	MOST PRECISE 2 8/15 ▼ 2 8/15	Сообщение указывает формат дроби (знаменатель не больше 16), а затем выводится дробь. Индикатор ▼ показывает, что числитель "немного меньше" 8.
<b>R/S</b>	FACTOR DENOM 2 1/2 ▲ 2 1/2	Сообщение указывает формат дроби (знаменатель является множителем 16), а затем выводится дробь.
<b>R/S</b>	FIXED DENOM 2 8/16 ▲	Сообщение указывает формат дроби (знаменатель равен 16), а затем выводится дробь.
<b>R/S</b> <b>C</b> <b>↵</b> <b>FLAGS</b>	2.5300	Остановка программы и очистка флага 10.
<b>2</b> (2CF) <b>.</b> <b>0</b>	2.5300	

## Циклы

Переходы назад (т.е. на одну из предыдущих строк) позволяют выполнить какой-то фрагмент программы несколько раз. Такое выполнение называется *циклом*.

```

D001 LBL D
D002 INPUT M
D003 INPUT N
D004 INPUT T
D005 GTO D001
  
```

Данная процедура является примером *бесконечного цикла*. Ее можно использовать для сбора исходных данных. Введя три значения, вы должны вручную прервать цикл и нажать **[XEQ]** метка номер-строки, чтобы запустить другую процедуру.

## Циклы по условию (GTO)

Если вам необходимо выполнять какую-то операцию до выполнения определенного условия, но вы не знаете, сколько раз придется повторить цикл, вы можете создать цикл с проверкой условия и инструкцией GTO.

Например, следующая процедура с помощью цикла уменьшает значение  $A$  на постоянную величину  $B$  до тех пор, пока полученное значение  $A$  не окажется меньше или равно  $B$ .

### Строки программы: (в режиме RPN)

### Описание:

S001 LBL S	
S002 INPUT A	
S003 INPUT B	
S004 RCL A	Легче извлечь значение $A$ , чем следить, где оно находится в стеке.
S005 RCL- B	Вычисляем $A - B$ .
S006 STO A	Заменяем старое значение $A$ на результат.
S007 RCL B	Извлекаем константу для сравнения.
S008 x<y?	$B < \text{новое } A$ ?
S009 GTO S004	Да: переход по циклу на следующее вычитание.
S010 VIEW A	Нет: выводим новое $A$ .
S011 RTN	
Контрольная сумма и длина: 2737 33	

## Циклы со счетчиками (DSE, ISG)

Когда цикл необходимо выполнить определенное число раз, можно использовать клавиши условных операций  ISG (инкремент; пропустить если больше) или  DSE (декремент; пропустить если равно или меньше). Каждый раз, когда программа выполняет функцию цикла, она автоматически уменьшает (декремент) или увеличивает (инкремент) находящееся в переменной значение счетчика. Затем она сравнивает текущее значение счетчика с конечным значением и в зависимости от результата продолжает цикл или выходит из него.

Для цикла с отсчетом вниз используйте  DSE переменная

Для цикла с отсчетом вверх используйте  ISG переменная

Эти функции обеспечивают такой же результат, что и цикл FOR-NEXT в языке программирования BASIC:

```
FOR переменная = начальное-значение TO конечное-значение STEP шаг
:
:
NEXT переменная
```

Инструкция DSE аналогична циклу FOR-NEXT с отрицательным шагом.

После нажатия регистровой клавиши ISG или DSE ( ISG или  DSE) калькулятор запрашивает имя переменной, которая будет содержать код управления циклом (см. ниже).

### Код управления циклом

Указанная переменная должна содержать код управления циклом вида  $\pm scccccc,fffii$ , где:

- $\pm scccccc$  – текущее значение счетчика (от 1 до 12 цифр). Это значение *изменяется* по ходу выполнения цикла.
- $fff$  – конечное значение счетчика (должно состоять из трех цифр). Это значение *не изменяется* по ходу выполнения цикла. Если значение  $fff$  не задано, то принимается 000.
- $ii$  – значение шага увеличения или уменьшения (должно состоять из двух цифр или отсутствовать). Это значение *не изменяется*. Если значение  $ii$  не задано, то принимается 01 (увеличение/уменьшение на 1).

Если задан код управления циклом  $sssscc,fffii$ , то инструкция DSE уменьшает  $sssscc$  до  $sssscc - ii$ , сравнивает новое значение  $sssscc$  и  $fff$ , а затем пропускает следующую строку программы, если  $sssscc \leq fff$ .

Если задан код управления циклом  $sssscc,fffii$ , то инструкция ISG увеличивает  $sssscc$  до  $sssscc + ii$ , сравнивает новое значение  $sssscc$  и  $fff$ , а затем пропускает следующую строку программы, если  $sssscc > fff$ .

<p>Если текущее значение <math>&gt;</math> конечного, продолжить цикл.</p>	① →	W001 LBL W			
		.			
		.	W009 DSE A	→ ②	<p>Если текущее значение <math>\leq</math> конечного, выйти из цикла.</p>
	① ←	W010 GTO W001			
		W011 XEQ X001	← ②		
	.				
	.				
<p>Если текущее значение <math>\leq</math> конечного, продолжить цикл</p>	① →	W001 LBL W			
		.			
		.	W009 ISG A	→ ②	<p>Если текущее значение <math>&gt;</math> конечного, выйти из цикла.</p>
	① ←	W010 GTO W001			
		W011 XEQ X001	← ②		
	.				
	.				

Например, код управления циклом  $0,050$  для ISG означает: начать отсчет с нуля и досчитать до 50, на каждом шаге цикла увеличивая число на 1.

Если переменная кода управления циклом содержит комплексное число или вектор, то для управления циклом будет использоваться его действительная часть или первая компонента.

Следующая программа в режиме RPN повторяет цикл 10 раз с помощью инструкции ISG. Счетчик цикла (1,010) хранится в переменной Z. Начальные и конечные нули можно опустить.

```
L001 LBL L
L002 1.01
L003 ST0 Z
L004 ISG Z
L005 GTO L004
L006 RTN
```

Нажмите **XEQ** **L** **ENTER**, а затем **VIEW** **Z**, и вы увидите, что код управления циклом теперь равен 11,0100.

---

## Косвенная адресация переменных и меток

*Косвенная адресация* – это специальный прием программирования, который позволяет сослаться на переменную или метку и при этом *заранее точно не определять, на какую именно*. Это будет определено в процессе выполнения программы в зависимости от введенных значений или промежуточных результатов ее работы.

Для косвенной адресации используются четыре разные клавиши: **I**, **(I)**, **J** и **(J)**.

Эти клавиши активны при многих операциях, требующих ввода переменной или метки от A до Z.

- *I* и *J* – это переменные, содержимое которых может ссылаться на другие переменные. Они содержат числа точно так же, как любые другие переменные (от A до Z).
- **(I)** и **(J)** – это функции программирования, которые означают "Использовать число в переменной I или J, чтобы определить, какая переменная или метка адресуется". Они представляют собой *косвенные адреса* (а обозначения от A до Z – *прямые адреса*).

Для создания косвенного адреса необходимы обе клавиши **I** и **(I)** (или **J** и **(J)**).

Сами по себе переменные **(I)** и **(J)** либо не определены (если в переменной **(I)** или **(J)** нет числа), либо имеют неконтролируемые значения (если используется число, случайно оставшееся в **I** или **J**).

## Переменные "I" и "J"

Содержимое переменных I и J можно сохранять, извлекать и использовать точно так же, как для любых других переменных. Возможно даже решение уравнений относительно I или J и интегрирование по I или J. Переменную "I" (а также J) можно использовать в следующих функциях.

STO I	INPUT I	DSE I
RCL I	VIEW I	ISG I
STO +, -, ×, ÷ I	∫ FN d I	x < > I
RCL +, -, ×, ÷ I	SOLVE I	

## Косвенные адреса, (I) и (J)

Многие функции, работающие с переменными или метками от A до Z, позволяют использовать (I) или (J) для косвенной ссылки на переменные или метки A–Z либо статистические регистры. Функции (I) и (J) определяют адресуемую переменную, метку или регистр по значению переменной I или J, как показано в следующей таблице.

Значение I/J:	(I)/(J) адресует:
-1	Переменная A или метка A
.	.
.	.
-26	Переменная Z или метка Z
-27	Регистр $n$
-28	Регистр $\Sigma x$
-29	Регистр $\Sigma y$
-30	Регистр $\Sigma x^2$
-31	Регистр $\Sigma y^2$
-32	Регистр $\Sigma xy$
0	Начало неименованных косвенных переменных
.	.
.	.
.	.
800	Максимальный адрес 800
I<-32 или I>800 или переменная не определена	Ошибка: INVALID (I)
J<-32 или J>800 или переменная не определена	Ошибка: INVALID (J)

При операциях INPUT(I), INPUT(J) и VIEW(I), VIEW(J) на экран выводится обозначение косвенно адресуемой переменной или регистра.

Меню SUMS позволяет извлекать значения из статистических регистров, однако для выполнения других операций (например, STO, VIEW и INPUT) необходимо использовать косвенную адресацию.

Перечисленные ниже функции могут использовать в качестве адреса (I) или (J). Для FN= обозначение (I) или (J) относится к метке, а для всех остальных функций – к переменной или регистру.

STO(I)/(J)	INPUT(I)/(J)
RCL(I)/(J)	VIEW(I)/(J)
STO +, -, ×, ÷, (I)/(J)	DSE(I)/(J)
RCL +, -, ×, ÷, (I)/(J)	ISG(I)/(J)
X<>(I)/(J)	SOLVE(I)/(J)
FN=(I)/(J)	∫ FN d(I)/(J)

Неименованные переменные и статистические регистры нельзя использовать для решения или интегрирования.

## Управление программой с помощью (I)/(J)

Содержимое *I* может меняться при каждом запуске программы (и даже в разных частях одной и той же программы), поэтому инструкции типа STO (I) или (J) могут в разные моменты сохранять значения в различных переменных. Например, STO(-1) указывает, что значение сохраняется в переменной A. Это обеспечивает дополнительную гибкость, оставляя открытым (до момента запуска программы) вопрос о том, какие именно переменные или метки программ будут использованы.

Косвенная адресация очень полезна для подсчета и управления циклами. Переменная *I* или *J* играет роль *индекса* и содержит адрес переменной, в которой находится код управления цикла для функций DSE или ISG.

## Уравнения с использованием (I)/(J)

Функции **(I)** или **(J)** можно использовать для косвенного задания переменной в уравнении. Обратите внимание, что запись **<I>** или **<J>** означает переменную, определяемую числом в переменной *I* или *J* (косвенная ссылка), тогда как обозначения *I* или *J* и **<I>** или **<J>** (введенные с помощью пользовательских скобок, а не клавиш (I) или (J)) относятся к переменным *I* или *J*.

## Неименованные косвенные переменные

Поместив положительное число в переменную *I* или *J*, можно получить доступ к 801 косвенной переменной. Их использование иллюстрирует следующий пример.

**Строки программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание:**

A001 LBL A

A002 100

A003 STO I

A004 12345

A005 STO (I)

Определяем диапазон адресов хранения "0-100" и сохраняем значение "12345" по адресу 100.

A006 150

A007 STO I

A008 67890

A009 STO (I)

Сохраняем значение "67890" по адресу 150. Теперь определен диапазон косвенных адресов хранения "0-150".

A010 100

A011 STO I

A012 0

A013 STO (I)

Сохраняем значение 0 в косвенном регистре 100. По-прежнему определен диапазон "0-150".

A014 170

A015 STO I

A016 RCL(I)

Выдается сообщение "INVALID (I)", поскольку адрес "170" не определен.

A017 RTN

**Примечания.**

1. Если попытаться извлечь значение из неопределенного адреса хранения, выводится сообщение об ошибке "INVALID (I)" (см. строку A014).
2. Калькулятор выделяет память для переменных от переменной 0 до последней ненулевой переменной. Закончив работу с переменными, важно помещать в них 0, чтобы освободить память. Каждый выделенный косвенный регистр использует 37 байт программной памяти.
3. Вы можете использовать не более 801 переменной.



## Решение и интегрирование программ

---

### Решение программы

В Главе 7 мы видели, как можно ввести уравнение (оно добавляется в список уравнений), а затем решить его относительно любой переменной. Вы также можете ввести *программу* для вычисления какой-то функции, а затем *решить* ее и найти любую переменную. Это особенно полезно, если решаемое уравнение меняется в зависимости от определенных условий или требует повторяющихся вычислений.

#### Решение функции, заданной с помощью программы:

1. Введите программу, определяющую нужную функцию (см. ниже раздел "Как писать программу для SOLVE").
2. Выберите программу для решения: нажмите  **FN=** метка (при повторном решении той же программы этот шаг можно пропустить).
3. Решите программу для нахождения неизвестной переменной: нажмите  **SOLVE** переменная.

Обратите внимание, что нажатие FN= требуется при решении функции, заданной с помощью программы, но не для уравнений из списка уравнений.

Чтобы остановить расчет, нажмите **C** или **R/S**, при этом на строке 2 выводится сообщение INTERRUPTED. Наилучшая на данный момент оценка корня находится в неизвестной переменной; с помощью клавиши  **VIEW** ее можно просмотреть, не затрагивая стек. Чтобы возобновить расчет, нажмите **R/S**.

#### Как писать программу для SOLVE:

В программе можно использовать уравнения, а также операции ALG или RPN в любом удобном сочетании.

1. Начните программу с метки. Такая метка позволит указать функцию, которую SOLVE будет вычислять (FN=метка).
2. Включите инструкции INPUT для всех переменных, в том числе и неизвестной. Это позволит решать функцию, содержащую несколько переменных, относительно любой из них. Калькулятор игнорирует инструкцию INPUT для неизвестной переменной, так что вам достаточно написать всего одну программу, содержащую отдельные инструкции INPUT для каждой переменной (в том числе неизвестной).  
Если инструкции INPUT отсутствуют, то программа будет использовать значения, хранящиеся в переменных или введенные в ответ на запросы уравнений.
3. Введите инструкции для вычисления функции.
  - Функция, определяемая последовательностью строк программы в режиме RPN или ALG, должна иметь вид выражения, которое обращается в нуль в точке решения. Если вам нужно решить уравнение  $f(x) = g(x)$ , то программа должна вычислять  $f(x) - g(x)$ . Условие "=0" при этом подразумевается.
  - Функция, заданная в программе как уравнение, может использовать уравнения любого типа – равенства, присваивания или выражения. Программа вычисляет это уравнение, а в точке решения его значение должно обращаться в нуль. Если вместо включения инструкций INPUT вы хотите, чтобы значения переменных запрашивались в уравнении, не забудьте установить флаг П1.
4. Закончите программу инструкцией RTN. В конце выполнения программы значение функции должно находиться в регистре X.

### **Пример: Программа с использованием операций ALG.**

Написать с помощью операций ALG программу, позволяющую решить уравнение состояния идеального газа относительно любой неизвестной переменной. Уравнение имеет следующий вид:

$$P \times V = N \times R \times T$$

где

P = Давление (атм или Н/м<sup>2</sup>).

V = Объем (л).

N = Число молей газа.

## **15–2 Решение и интегрирование программ**

$R$  = Универсальная газовая постоянная  
(0,0821 л·атм/моль·К или 8,314 Дж/моль·К).

$T$  = Температура (К;  $K = ^\circ\text{C} + 273,1$ ).

Прежде всего переведите калькулятор в режим ввода программ и установите указатель программы на начало программной памяти (если необходимо).

**Клавиши:**  
**(в режиме ALG)**



**Экран:**

PRGM TOP

**Описание:**

Выбор режима ввода программ.

Введите программу:

**Строки программы:**  
**(в режиме ALG)**

G001 LBL G  
G002 INPUT P  
G003 INPUT V  
G004 INPUT N  
G005 INPUT R  
G006 INPUT T  
G007  $P \times V = N \times R \times T$   
G008 RTN

**Описание:**

Обозначение программной функции.  
Сохраняем давление в  $P$   
Сохраняем объем в  $V$   
Сохраняем число молей газа в  $N$   
Сохраняем газовую постоянную в  $R$   
Сохраняем температуру в  $T$   
Нажмите клавишу **EQN**  
Давление  $\times$  Объем = Моли  $\times R \times$  Температура  
Конец программы.

Контрольная сумма и длина: F425 33

Нажмите **C** для отмены режима ввода программ.

Воспользуемся программой "G", чтобы найти давление 0,005 моль диоксида углерода в сосуде объемом 2 л при 24°C.

**Клавиши:**  
**(в режиме ALG)**



**Экран:**

**Описание:**

Выбираем "G" как программу для вычисления SOLVE при решении.

<b>[ ] SOLVE [ P ]</b>	V?	Выбираем P для решения;
	значение	запрос V.
<b>[ 2 ] R/S</b>	N?	Сохранение 2 в V; запрос N.
	значение	
<b>[ . ] [ 0 ] [ 0 ] [ 5 ] R/S</b>	R?	Сохранение 0,005 в N;
	значение	запрос R.
<b>[ . ] [ 0 ] [ 8 ] [ 2 ] [ 1 ]</b>	T?	Сохранение 0,0821 в R;
<b>R/S</b>	значение	запрос T.
<b>[ 2 ] [ 4 ] [ + ] [ 2 ] [ 7 ]</b>	T?	Вычисление T.
<b>[ 3 ] [ . ] [ 1 ] ENTER</b>	297.1000	
<b>R/S</b>	SOLVING	Сохранение 297,1 в T;
	P=	решение относительно P.
	0.0610	Давление равно 0,0610 атм.

### Пример: Программа с использованием уравнения.

Написать программу для решения закона состояния идеального газа с использованием уравнения.

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>[ ] PRGM</b>		Выбор режима ввода программы; установка указателя программы на начало списка программ.
<b>[ GTO ] [ . ] [ . ]</b>	PRGM TOP	
<b>[ ] LBL H</b>	H001 LBL H	Метка программы.
<b>[ ] FLAGS [ 1 ]</b>		Включение запросов в уравнениях.
<b>(1SF) [ . ] [ 1 ]</b>	H002 SF 11	Вычисляем уравнение, флаг 11 снимается. (Контрольная сумма и длина: EDC8 9).
<b>[ EQN ]</b>		
<b>[ RCL ] [ P ] [ X ]</b>		
<b>[ RCL ] [ V ] [ ] [ ]</b>		
<b>[ RCL ] [ N ] [ X ]</b>		
<b>[ RCL ] [ R ] [ X ]</b>		
<b>[ RCL ] [ T ] ENTER</b>	H003 P×V=N×R×T	
<b>[ ] RTN</b>	H004 RTN	Конец программы.
<b>[ C ]</b>	0.0610	Отмена режима ввода программ.

Контрольная сумма и длина программы: DF52 21

## 15–4 Решение и интегрирование программ

Теперь вычислим, как изменится давление диоксида углерода, если его температура упадет на 10°C по сравнению с предыдущим примером.

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>STO</b> <b>L</b>	0.0610	Сохраняем старое значение давления.
<b>FN</b> <b>=</b> <b>H</b>	0.0610	Выбираем программу "H".
<b>SOLVE</b> <b>P</b>	V? 2.0000	Выбираем переменную P; запрос V.
<b>R/S</b>	N? 0.0050	Оставляем 2 в V; запрос N.
<b>R/S</b>	R? 0.0821	Оставляем 0,005 в N; запрос R.
<b>R/S</b>	T? 297.1000	Оставляем 0,0821 в R; запрос T.
<b>ENTER</b> <b>1</b> <b>0</b> <b>-</b>	T? 287.1000	Вычисляем новое T.
<b>R/S</b>	SOLVING P= 0.0589	Сохраняем 287,1 в T; решение для определения нового P.
<b>RCL</b> <b>L</b> <b>-</b>	-0.0021	Вычисляем изменение давления газа при падении температуры с 297,1 К до 287,1 К (отрицательное значение означает, что давление упало).

---

## Использование SOLVE в программе

Операции SOLVE можно использовать как часть программы.

Если необходимо, перед выполнением инструкции SOLVE *переменная* задайте или запросите значения начальных приближений (они должны находиться в неизвестной переменной и в регистре X). В программе две инструкции для решения уравнения относительно неизвестной переменной имеют вид:

FN= *метка*

SOLVE *переменная*

Инструкция SOLVE в программе не выводит на экран обозначение и значение переменной (*переменная* = *значение*), поскольку отображение этой информации может не иметь значения для пользователя программы (например, если с этим числом необходимо провести дополнительные расчеты и лишь затем вывести результат). Если вам все же нужно показать результат, добавьте инструкцию VIEW *переменная* после инструкции SOLVE.

Если решение для неизвестной переменной найти не удалось, то следующая строка программы пропускается (в соответствии с правилом "Выполнить если истинно", рассмотренным в Главе 14). В таком случае программа должна обработать ситуацию отсутствия корня, например, выбрать новые начальные приближения или изменить исходные значения других переменных.

### Пример: SOLVE в программе.

Следующий фрагмент программы позволяет решить уравнение относительно  $x$  или  $y$ , нажимая клавиши  $\boxed{XEQ}$  X или  $\boxed{YEQ}$  Y.

**Строки программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание:**

X001 LBL X	Подготовка для X.
X002 24	Индекс переменной X.
X003 GTO L001	Переход к главной процедуре.
Контрольная сумма и длина: 62A0 11	
Y001 LBL Y	Подготовка для Y.
Y002 25	Индекс переменной Y.
Y003 GTO L001	Переход к главной процедуре.
Контрольная сумма и длина: 221E 11	
L001 LBL L	Главная процедура.
L002 STO I	Сохранение индекса в I
L003 FN= F	Определяем программу для решения.
L004 SOLVE(I)	Решаем относительно нужной переменной.
L005 VIEW(I)	Выводим решение на экран.
L006 RTN	Конец программы.
Контрольная сумма и длина: D45B 18	
F001 LBL F	Вычисление $f(x,y)$ . Если необходимо, включите инструкции INPUT или запросы уравнений.
:	
:	
F010 RTN	

---

## Интегрирование программы

В Главе 8 мы видели, как можно ввести уравнение или выражение (оно добавляется в список уравнений), а затем проинтегрировать его по любой переменной. Вы также можете ввести *программу* для вычисления какой-то функции, а затем *проинтегрировать* ее по любой переменной. Это особенно полезно, если интегрируемая функция меняется в зависимости от определенных условий или требует повторяющихся вычислений.

### Интегрирование функции, заданной с помощью программы:

1. Введите программу, определяющую интегрируемую функцию (см. ниже раздел "Как писать программу для  $\int$  FN").
2. Выберите программу для интегрирования: нажмите   метка (при повторном интегрировании той же программы этот шаг можно пропустить).
3. Задайте пределы интегрирования: введите *нижний предел* и нажмите , затем введите *верхний предел*.
4. Выберите переменную и запустите расчет: нажмите   *переменная*.

Обратите внимание, что нажатие FN= требуется при интегрировании функции, заданной с помощью программы, но не для уравнений из списка уравнений.

Чтобы остановить расчет интеграла, нажмите  или , при этом на строке 2 выводится сообщение INTERRUPTED, однако возобновить расчет нельзя. Любую информацию о результатах интегрирования можно получить только после нормального завершения расчета.

Если во время расчета интеграла нажать , то операция   будет отменена. В этом случае нужно снова запустить   с самого начала.

### Как писать программу для $\int$ FN:

В программе можно использовать уравнения, а также операции ALG или RPN в любом удобном сочетании.

1. Начните программу с метки. Такая метка позволит указать функцию для интегрирования (FN=метка).
2. Включите инструкции INPUT для всех переменных, в том числе переменной интегрирования. Это позволит интегрировать функцию, содержащую несколько переменных, относительно любой из них. Калькулятор игнорирует инструкцию INPUT для переменной интегрирования, так что вам достаточно написать всего одну программу, содержащую *отдельные* инструкции INPUT для *каждой* переменной (в том числе переменной интегрирования).  
Если инструкции INPUT отсутствуют, то программа будет использовать значения, хранящиеся в переменных или введенные в ответ на запросы уравнений.
3. Введите инструкции для вычисления функции.

## 15–8 Решение и интегрирование программ



MODE 1 (1DEG)

1.6054

Восстанавливаем режим  
градусов.

## Использование интегрирования в программах

Операции интегрирования можно выполнять из программы. Не забывайте перед их запуском задать или запросить значения пределов интегрирования. Помните также, что точность и время интегрирования зависят от формата отображения, выбранного в момент выполнения программы. В программе две инструкции для интегрирования имеют вид:

FN= *метка*

$\int$  FN  $\Leftarrow$  *переменная*

Инструкция  $\int$  FN в программе не выводит на экран обозначение и значение интеграла ( $\int$  = значение), поскольку отображение этой информации может не иметь значения для пользователя программы (например, если с этим числом необходимо провести дополнительные расчеты и лишь затем вывести результат). Если вам все же нужно показать результат, добавьте после  $\int$  FN инструкцию PSE ( $\rightarrow$  PSE) или STOP (R/S), чтобы отобразить на экране значение регистра X.

Если инструкция PSE следует непосредственно за отображаемым уравнением (флаг 10 установлен), то при каждой итерации интегрирования или решения это уравнение выводится на экран в течение 1 секунды, а затем выполнение продолжается до конца итерации. Во время отображения уравнения невозможна прокрутка и ввод данных с клавиатуры.

### Пример: $\int$ FN в программе.

Программа "Нормальное и обратное нормальное распределения" в Главе 16 включает интегрирование уравнения функции плотности нормального распределения

$$\frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_M^D e^{-\frac{(D-M)^2}{2S^2}} dD.$$

Функция  $e^{((D-M)+S)^2+2}$  вычисляется в процедуре с меткой F. Другие процедуры запрашивают известные данные и выполняют дополнительные расчеты для нахождения  $Q(D)$  – площади под нормальной кривой справа от D. Подготовка к интегрированию и само интегрирование выполняются в процедуре Q:

Q001 LBL Q

Q002 RCL M        Извлекаем нижний предел интегрирования.

Q003 RCL X        Извлекаем верхний предел интегрирования ( $X = D$ ).

Q004 FN= F        Определяем функцию.

Q005 ∫ FN d D    Интегрируем функцию нормального распределения по вспомогательной переменной D.

---

## Ограничения при решении и интегрировании

Операции SOLVE *переменная* и ∫ FN d *переменная* не могут вызывать процедуры, содержащие другую инструкцию SOLVE или ∫ FN. Другими словами, ни одну из этих инструкций нельзя использовать рекурсивно. Например, если попытаться вычислить кратный интеграл, это вызовет сообщение об ошибке ∫ ( ∫ FN ). Кроме того, SOLVE и ∫ FN не могут вызывать процедуры, содержащие инструкцию FN=*метка*; при такой попытке выдается сообщение об ошибке SOLVE ACTIVE или ∫ FN ACTIVE. Инструкции SOLVE не могут вызывать процедуры с инструкцией ∫ FN (ошибка SOLVE ( ∫ FN )), а инструкции ∫ FN не могут вызывать процедуры с инструкцией SOLVE (ошибка ∫ ( SOLVE )).

Инструкции SOLVE *переменная* и ∫ FN d *переменная* в программе используют один из 20 доступных в калькуляторе уровней возврата из вложенных подпрограмм (см. раздел "Вложенные подпрограммы:" в Главе 14).



## Статистические программы

---

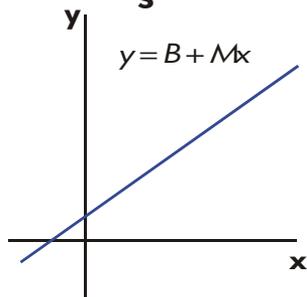
### Подгонка кривых

Рассмотренную ниже программу можно использовать для нахождения модельного уравнения одного из четырех типов, которое наилучшим образом соответствует вашим данным. Доступны следующие типы моделей: прямая линия, логарифмическая кривая, экспоненциальная кривая и степенная кривая. Программа получает две или несколько пар значений данных  $(x, y)$ , а затем вычисляет коэффициент корреляции  $r$  и два коэффициента регрессии  $m$  и  $b$ . Кроме того, программа включает процедуру для вычисления оценок  $\hat{x}$  и  $\hat{y}$ . (Определения этих величин см. в разделе "Линейная регрессия" в Главе 12).

Примеры кривых указанных типов и соответствующие уравнения приведены ниже. Для расчета коэффициентов регрессии используются внутренние функции регрессии калькулятора HP 35s.

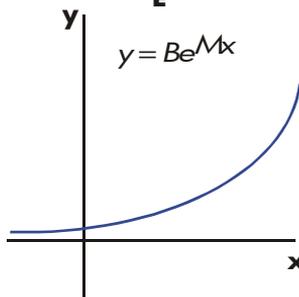
**Прямая линия**

**S**



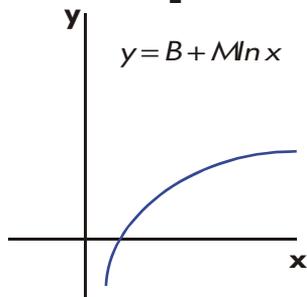
**Экспоненциальная кривая**

**E**



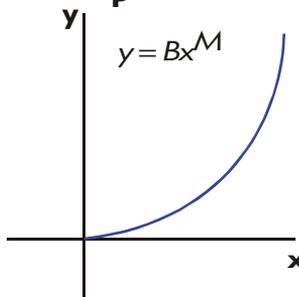
**Логарифмическая кривая**

**L**



**Степенная кривая**

**P**



Для подгонки логарифмических кривых значения  $x$  должны быть положительными. Для подгонки экспоненциальных кривых значения  $y$  должны быть положительными. Для подгонки степенных кривых значения  $x$  и  $y$  должны быть положительными. Если в этих случаях ввести отрицательное число, то возникнет ошибка LOG(NEG).

Значения данных с большой абсолютной величиной и относительно небольшими различиями, а также значения, сильно различающиеся по абсолютной величине, могут вызвать проблемы с точностью. Этот вопрос рассматривается в разделе "Ограничения точности данных" в Главе 12.

## Листинг программы:

Строки программы: (в режиме RPN)	Описание
S001 LBL S	Процедура устанавливает параметры для модели прямой линии.
S002 CF 0	Очистка флага 0 – индикатор для ln X.
S003 CF 1	Очистка флага 1 – индикатор для ln Y.
S004 GTO Z001	Переход на общую точку входа Z.
Контрольная сумма и длина: 8E85 12	
L001 LBL L	Процедура устанавливает параметры для логарифмической модели.
L002 SF 0	Установка флага 0 – индикатор для ln X.
L003 CF 1	Очистка флага 1 – индикатор для ln Y.
L004 GTO Z001	Переход на общую точку входа Z.
Контрольная сумма и длина: AD1B 12	
E001 LBL E	Процедура устанавливает параметры для экспоненциальной модели.
E002 CF 0	Очистка флага 0 – индикатор для ln X.
E003 SF 1	Установка флага 1 – индикатор для ln Y.
E004 GTO Z001	Переход на общую точку входа Z.
Контрольная сумма и длина: D6F1 12	
P001 LBL P	Процедура устанавливает параметры для степенной модели.
P002 SF 0	Установка флага 0 – индикатор для ln X.
P003 SF 1	Установка флага 1 – индикатор для ln Y.
Контрольная сумма и длина: 3800 9	
Z001 LBL Z	Общая точка входа для всех моделей.
Z002 CLRΣ	Очистка статистических регистров (нажмите  CLEAR  (4Σ) ).
Z003 0	Установка счетчика цикла на нуль для ввода первой пары значений.
Контрольная сумма и длина: 8611 10	

**Строки  
программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание**

W001 LBL W	Метка отмечает начало цикла ввода.
W002 1	Коррекция счетчика цикла на 1 для запроса ввода.
W003 +	
W004 STO X	Сохраняем счетчик цикла в X, чтобы он выводился в запросе X.
W005 INPUT X	Выводим запрос и счетчик, сохраняем введенное X.
W006 FS? 0	Если флаг 0 установлен...
W007 LN	... вычисляем натуральный логарифм введенного X.
W008 STO B	Сохраняем значение для процедуры коррекции.
W009 INPUT Y	Запрос и сохранение Y.
W010 FS? 1	Если флаг 1 установлен...
W011 LN	... вычисляем натуральный логарифм введенного Y.
W012 STO R	
W013 RCL B	
W014 $\Sigma+$	Накапливаем значения B и R как пару (x,y) в статистических регистрах.
W015 GTO W001	Цикл для следующей пары X, Y.
Контрольная сумма и длина: 9560 46	
U001 LBL U	Метка начала процедуры "откатки".
U002 RCL R	Извлекаем последнюю пару значений данных.
U003 RCL B	
U004 $\Sigma-$	Удаляем эту пару из статистических регистров.
U005 GTO W001	Цикл для следующей пары X, Y.
Контрольная сумма и длина: A79F 15	
R001 LBL R	Метка начала процедуры вывода результатов.
R002 r	Вычисляем коэффициент корреляции.
R003 STO R	Сохраняем его в R.
R004 VIEW R	Выводим коэффициент корреляции.
R005 b	Вычисляем коэффициент b.
R006 FS? 1	Если флаг 1 установлен, вычисляем натуральный антилогарифм b.
R007 e <sup>x</sup>	

**Строки  
программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание**

R008 STO B Сохраняем  $b$  в  $B$ .  
 R009 VIEW B Выводим значение.  
 R010 m Вычисляем коэффициент  $m$ .  
 R011 STO M Сохраняем  $m$  в  $M$ .  
 R012 VIEW M Выводим значение.  
 Контрольная сумма и длина: 850C 36

Y001 LBL Y Метка начала цикла оценки (прогноза).  
 Y002 INPUT X Выводим, запрашиваем и (в случае изменения)  
 сохраняем значение  $x$  в  $X$ .  
 Y003 FS?0 Если флаг 0 установлен...  
 Y004 GTO K001 Переход на K001  
 Y005 GTO M001 Переход на M001  
 Y006 STO Y Сохраняем значение  $\hat{y}$  в  $Y$ .  
 Y007 INPUT Y Выводим, запрашиваем и (в случае изменения)  
 сохраняем значение  $y$  в  $Y$ .  
 Y008 FS?0 Если флаг 0 установлен...  
 Y009 GTO O001 Переход на O001  
 Y010 GTO N001 Переход на N001  
 Y011 STO X Сохраняем  $\hat{x}$  в  $X$  для следующего цикла.  
 Y012 GTO Y001 Цикл для следующей оценки.  
 Контрольная сумма и длина: C3B7 36

A001 LBL A Процедура вычисляет  $\hat{y}$  для модели прямой линии.  
 A002 RCL M  
 A003 RCL  $\times$  X  
 A004 RCL + B Вычисление  $\hat{y} = MX + B$ .  
 A005 RTN Возврат в вызывающую процедуру.  
 Контрольная сумма и длина: 9688 15

G001 LBL G Процедура вычисляет  $\hat{x}$  для модели прямой линии.  
 G002 RCL Y  
 G003 RCL - B  
 G004 RCL  $\div$  M Вычисление  $\hat{x} = (Y - B) \div M$ .

**Строки  
программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание**

G005 RTN	Возврат в вызывающую процедуру Контрольная сумма и длина: 9C0F 15
V001 LBL B	Процедура вычисляет $\hat{y}$ для логарифмической модели.
V002 RCL X	
V003 LN	
V004 RCL $\times$ M	
V005 RCL + B	
V006 RTN	Возврат в вызывающую процедуру Контрольная сумма и длина: 889C 18
H001 LBL H	Процедура вычисляет $\hat{x}$ для логарифмической модели.
H002 RCL Y	
H003 RCL - B	
H004 RCL $\div$ M	
H005 e <sup>X</sup>	
H006 RTN	Возврат в вызывающую процедуру Контрольная сумма и длина: 0DBE 18
C001 LBL C	Процедура вычисляет $\hat{y}$ для экспоненциальной модели.
C002 RCL M	
C003 RCL $\times$ X	
C004 e <sup>X</sup>	
C005 RCL $\times$ B	
C006 GTO M005	Переход на M005 Контрольная сумма и длина: 9327 18
I001 LBL I	Процедура вычисляет $\hat{x}$ для экспоненциальной модели.
I002 RCL Y	
I003 RCL $\div$ B	
I004 LN	
I005 RCL $\div$ M	

**Строки  
программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание**

I006 GTO N005      Переход на N005  
Контрольная сумма и длина: 7219 18

D001 LBL D          Процедура вычисляет  $\hat{y}$  для степенной модели.  
D002 RCL X  
D003 RCL M  
D004  $\times$   
D005 RCL  $\times$  B      Вычисление  $Y = B(X^M)$ .  
D006 GTO K005      Переход на K005  
Контрольная сумма и длина: 11B3 18

J001 LBL J          Процедура вычисляет  $\hat{x}$  для степенной модели.  
J002 RCL Y  
J003 RCL  $\div$  B  
J004 RCL M  
J005  $1/\times$   
J006  $\times$               Вычисление  $\hat{x} = (Y/B)^{1/M}$   
J007GTO O005      Переход на O005  
Контрольная сумма и длина: 8524 21

K001 LBL K          Определяем, нужно ли выполнять D001 или B001.  
K002 FS?1          Если флаг 1 установлен...  
K003 XEQ D001      Выполняем D001.  
K004 XEQ B001      Выполняем B001.  
K005 GTO Y006      Переход на Y006.  
Контрольная сумма и длина: 4BFA 15

M001 LBL M          Определяем, нужно ли выполнять C001 или A001.  
M002 FS?1          Если флаг 1 установлен...  
M003 XEQ C001      Выполняем C001.  
M004 XEQ A001      Выполняем A001.  
M005 GTO Y006      Переход на Y006.  
Контрольная сумма и длина: 1C4D 15

O001 LBL O          Определяем, нужно ли выполнять J001 или H001.

**Строки  
программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание**

0002 FS?1      Если флаг 1 установлен...  
0003 XEQ J001    Выполняем J001.  
0004 XEQ H001    Выполняем H001.  
0005 GTO Y011    Переход на Y011.

Контрольная сумма и длина: 0AA5 15

N001 LBL N      Определяем, нужно ли выполнять I001 или G001.  
N002 FS?1      Если флаг 1 установлен...  
N003 XEQ I001    Выполняем I001.  
N004 XEQ G001    Выполняем G001.  
N005 GTO Y011    Переход на Y011.

Контрольная сумма и длина: 666D 15

**Используемые флаги:**

Флаг 0 устанавливается, если необходимо вычислять натуральный логарифм введенного X. Флаг 1 устанавливается, если необходимо вычислять натуральный логарифм введенного Y.

В процедуре N, если флаг 1 установлен, то выполняется I001. Если флаг 1 снят, то выполняется G001.

**Инструкции по работе с программой:**

1. Введите входящие в программу процедуры; после окончания ввода нажмите **C**.
2. Нажмите **XEQ** и выберите желаемый тип кривой для подгонки с помощью следующих клавиш:
  - **S** **ENTER** для прямой линии
  - **L** **ENTER** для логарифмической кривой
  - **E** **ENTER** для экспоненциальной кривой
  - **P** **ENTER** для степенной кривой
3. Введите значение x и нажмите **R/S**.

4. Введите значение  $y$  и нажмите **[R/S]**.
5. Повторите шаги 3 и 4 для каждой пары значений данных. Если вы обнаружили ошибку после нажатия **[R/S]** на шаге 3 (когда на экране еще находится запрос  $Y?$  значение), нажмите **[R/S]** еще раз (появится запрос  $X?$  значение), а затем нажмите **[XEQ] [U] [ENTER]** для откатки (удаления) последней пары значений. Если вы обнаружили ошибку после шага 4, нажмите **[XEQ] [U] [ENTER]**. В любом случае ввод продолжается с шага 3.
6. Когда все данные введены, нажмите **[XEQ] [R] [ENTER]**, чтобы вывести коэффициент корреляции  $R$ .
7. Нажмите **[R/S]**, чтобы вывести коэффициент регрессии  $B$ .
8. Нажмите **[R/S]**, чтобы вывести коэффициент регрессии  $M$ .
9. Нажмите **[R/S]**, чтобы вывести запрос  $X?$  значение для процедуры оценки  $\hat{x}, \hat{y}$ .
10. Если вам нужно оценить значение  $\hat{y}$  по  $x$ , введите значение  $x$  в ответ на запрос  $X?$  значение, а затем нажмите **[R/S]**, чтобы вывести  $\hat{y}$  ( $Y?$ ).
11. Если вам нужно оценить значение  $\hat{x}$  по  $y$ , нажмите **[R/S]** для вывода запроса  $Y?$  значение, введите значение  $y$ , а затем нажмите **[R/S]**, чтобы вывести  $\hat{x}$  ( $X?$ ).
12. Чтобы вычислить следующую оценку, перейдите к шагу 10 или 11.
13. Для решения новой задачи перейдите к шагу 2.

### Используемые переменные:

$B$	Коэффициент регрессии (отсекаемый отрезок по $y$ для прямой линии); используется также для временного хранения данных.
$M$	Коэффициент регрессии (наклон для прямой линии).
$R$	Коэффициент корреляции; используется также для временного хранения данных.
$X$	Значение $x$ в паре значений при вводе данных; гипотетическое значение $x$ при прогнозировании $\hat{y}$ или оценка $\hat{x}$ при заданном гипотетическом $y$ .
$Y$	Значение $y$ в паре значений при вводе данных; гипотетическое значение $y$ при прогнозировании $\hat{x}$ или оценка $\hat{y}$ при заданном гипотетическом $x$ .
Статистические регистры	Накопление статистических величин.

### Пример 1:

Аппроксимируйте приведенные ниже данные прямой линией. При вводе третьей пары значений специально сделайте ошибку и исправьте ее с помощью процедуры откатки. Кроме того, оцените значение  $y$  для значения  $x=37$  и значение  $x$  для значения  $y=101$ .

$X$	40,5	38,6	37,9	36,2	35,1	34,6
$Y$	104,5	102	100	97,5	95,5	94

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
$\boxed{\text{XEQ}} \boxed{\text{S}} \boxed{\text{ENTER}}$	$X?$ 1.0000	Запуск процедуры подгонки для прямой линии.
$\boxed{4} \boxed{0} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{\text{R/S}}$	$Y?$ значение	Ввод значения $x$ из пары значений.
$\boxed{1} \boxed{0} \boxed{4} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{\text{R/S}}$	$X?$ 2.0000	Ввод значения $y$ из пары значений.
$\boxed{3} \boxed{8} \boxed{\cdot} \boxed{6} \boxed{\text{R/S}}$	$Y?$ 104.5000	Ввод значения $x$ из пары значений.

<b>1 0 2 R/S</b>	X?	Ввод значения у из пары значений.
	3.0000	

Теперь давайте специально введем 379 вместо 37,9, чтобы посмотреть, как можно исправить ошибочно введенные данные.

<b>Клавиши: (в режиме RPN)</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
<b>3 7 9 R/S</b>	Y?	Ввод неправильного значения х из пары значений.
	102.0000	
<b>R/S</b>	X?	Снова выводим запрос X?.
	4.0000	
<b>XEQ U ENTER</b>	X?	Удаляем последнюю пару значений. Теперь можно ввести правильные данные.
	3.0000	
<b>3 7 . 9 R/S</b>	Y?	Ввод правильного значения х из пары значений.
	102.0000	
<b>1 0 0 R/S</b>	X?	Ввод значения у из пары значений.
	4.0000	
<b>3 6 . 2 R/S</b>	Y?	Ввод значения х из пары значений.
	100.0000	
<b>9 7 . 5 R/S</b>	X?	Ввод значения у из пары значений.
	5.0000	
<b>3 5 . 1 R/S</b>	Y?	Ввод значения х из пары значений.
	97.5000	
<b>9 5 . 5 R/S</b>	X?	Ввод значения у из пары значений.
	6.0000	
<b>3 4 . 6 R/S</b>	Y?	Ввод значения х из пары значений.
	95.5000	
<b>9 4 R/S</b>	X?	Ввод значения у из пары значений.
	7.0000	
<b>XEQ R ENTER</b>	R=	Вычисляем коэффициент корреляции.
	0.9955	
<b>R/S</b>	B=	Вычисляем коэффициент регрессии B.
	33.5271	
<b>R/S</b>	M=	Вычисляем коэффициент регрессии M.
	1.7601	

<b>R/S</b>	X?	Запрос гипотетического значения $x$ .
	7.0000	
<b>3 7 R/S</b>	Y?	Сохранение 37 в X и вычисление $\hat{y}$ .
	98.6526	
<b>1 0 1 R/S</b>	X?	Сохранение 101 в Y и вычисление $\hat{x}$ .
	38.3336	

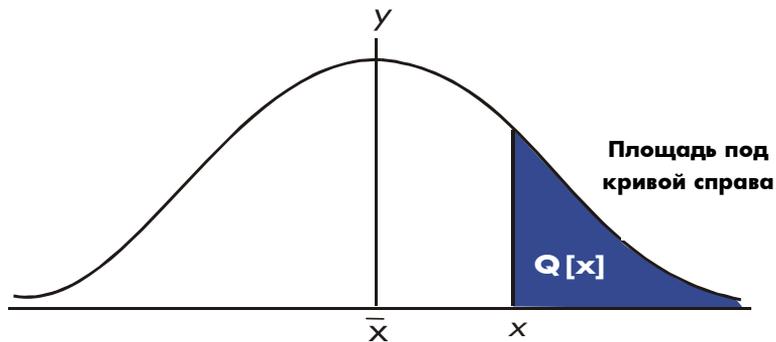
### Пример 2:

Повторите пример 1 (с теми же данными) для подгонки логарифмической, экспоненциальной и степенной кривой. В следующей таблице для каждого типа кривых показаны метки начала выполнения и получаемые результаты (коэффициент корреляции, коэффициенты регрессии и значения оценок  $x$  и  $y$ ). Значения данных необходимо повторно вводить при каждом запуске программы для разных типов кривых.

	Логарифмическая	Экспоненциальная	Степенная
Запуск:	<b>XEQ L ENTER</b>	<b>XEQ E ENTER</b>	<b>XEQ P ENTER</b>
R	0,9965	0,9945	0,9959
B	-139,0088	51,1312	8,9730
M	65,8446	0,0177	0,6640
Y ( $\hat{y}$ при X=37)	98,7508	98,5870	98,6845
X ( $\hat{x}$ при Y=101)	38,2857	38,3628	38,3151

## Нормальное и обратное нормальное распределения

Нормальное распределение часто применяется для моделирования случайных отклонений переменной от среднего значения. Эта модель предполагает, что выборочное распределение симметрично относительно среднего значения  $M$ , имеет стандартное отклонение  $S$  и приближенно описывается показанной ниже колоколообразной кривой. По заданному значению  $x$  рассматриваемая программа вычисляет вероятность того, что случайно выбранное значение окажется более высоким. Это так называемая "площадь под кривой справа"  $Q(x)$ . Кроме того, программа позволяет провести обратный расчет: по заданному значению  $Q(x)$  рассчитать соответствующее значение  $x$ .



$$Q(x) = 0.5 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\bar{x}}^x e^{-((x-\bar{x})/\sigma)^2/2} dx$$

Эта программа выполняет интегрирование уравнения кривой плотности нормального распределения, используя встроенную функцию интегрирования калькулятора HP 35s. При решении обратной задачи с помощью метода Ньютона выполняется итерационный поиск значения  $x$ , которое обеспечивает требуемую вероятность  $Q(x)$ .

### Листинг программы:

Строки программы: (в режиме RPN)	Описание
S001 LBL S	Процедура инициализации программы нормального распределения.
S002 0	Сохраняем используемое по умолчанию среднее значение.
S003 STO M	
S004 INPUT M	Запрос и сохранение среднего значения $M$ .
S005 1	Сохраняем используемое по умолчанию стандартное отклонение.
S006 STO S	
S007 INPUT S	Запрос и сохранение стандартного отклонения $S$ .
S008 RTN	Остановка; на экране значение стандартного отклонения.
Контрольная сумма и длина: 70BF 26	
D001 LBL D	Процедура вычисления $Q(X)$ по заданному $X$ .
D002 INPUT X	Запрос и сохранение $X$ .
D003 XEQ Q001	Вычисление площади под кривой справа.
D004 STO Q	Сохраняем значение в $Q$ , чтобы его можно было вывести с помощью функции VIEW.
D005 VIEW Q	Отображение $Q(X)$ .
D006 GTO D001	Переход по циклу для вычисления другого значения $Q(X)$ .
Контрольная сумма и длина: 042A 18	
I001 LBL I	Процедура вычисления $X$ по заданному $Q(X)$ .
I002 INPUT Q	Запрос и сохранение $Q(X)$ .
I003 RCL M	Извлекаем значение среднего.
I004 STO X	Сохраняем его как начальное приближение для $X$ (обозначается $X_{guess}$ ).
Контрольная сумма и длина: A970 12	
T001 LBL T	Метка обозначает начало итерационного цикла.
T002 XEQ Q001	Вычисляем $(Q(X_{guess}) - Q(X))$ .

### 16–14 Статистические программы

**Строки  
программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание**

T003 RCL- Q	
T004 RCL X	
T005 STO D	
T006 R↓	
T007 XEQ F001	Вычисляем производную в точке $X_{guess}$ .
T008 RCL÷ T	
T009 ÷	Вычисляем поправку для $X_{guess}$ .
T010 STO+ X	Прибавляем поправку, получаем новое $X_{guess}$ .
T011 ABS	
T012 0.0001	
T013 x<y?	Проверяем, является ли поправка значимой.
T014 GTO T001	Если поправка значима, возврат к началу цикла. Если нет, продолжение расчета.
T015 RCL X	
T016 VIEW X	Вывод вычисленного значения X.
T017 GTO I001	Переход по циклу для вычисления другого значения X.
Контрольная сумма и длина: EDF4 57	
Q001 LBL Q	Подпрограмма вычисления площади под кривой справа $Q(x)$ .
Q002 RCL M	Извлекаем нижний предел интегрирования.
Q003 RCL X	Извлекаем верхний предел интегрирования.
Q004 FN= F	Выбираем для интегрирования функцию, заданную меткой LBL F.
Q005 ∫ FN d D	Интегрируем функцию плотности нормального распределения по вспомогательной переменной D.
Q006 2	
Q007 π	
Q008 ×	
Q009 √ x	
Q010 RCL× S	Вычисляем $S \times \sqrt{2\pi}$ .
Q011 STO T	Временно сохраняем результат для обратной процедуры.
Q012 ÷	

**Строки  
программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание**

Q013 +/-

Q014 0.5

Q015 +

Прибавляем половину площади под кривой, поскольку в качестве нижнего предела интегрирования использовалось среднее значение.

Q0016 RTN

Возврат в вызывающую процедуру.

Контрольная сумма и длина: 8387 52

F001 LBL F

Подпрограмма расчета интегрируемой функции плотности нормального распределения  $e^{-((X-M)\div S)^2\div 2}$

F002 RCL D

F003 RCL - M

F004 RCL ÷ S

F005  $\times^2$

F006 2

F007 ÷

F008 +/-

F009 e<sup>x</sup>

F010 RTN

Возврат в вызывающую процедуру.

Контрольная сумма и длина: ВЗЕВ 31

**Используемые флаги:**

Нет.

**Замечания:**

Точность этой программы зависит от выбранного режима отображения. Для исходных значений, лежащих в области  $\pm 3$  стандартных отклонения, для большинства задач достаточно точности отображения 4 значащие цифры или более.

При полной точности пределы исходных значений расширяются до  $\pm 5$  стандартных отклонений. При уменьшении числа отображаемых знаков скорость расчета значительно возрастает.

В процедуре Q константу 0,5 можно заменить на 2 с последующей операцией  $\boxed{1/x}$ .

Если вам не нужна функция обратного нормального распределения, то соответствующие процедуры (метки I и T) можно не вводить.

### **Инструкции по работе с программой:**

1. Введите входящие в программу процедуры; после окончания ввода нажмите  $\boxed{C}$ .
2. Нажмите  $\boxed{XEQ} \boxed{S} \boxed{ENTER}$ .
3. В ответ на запрос M введите среднее значение для генеральной совокупности и нажмите  $\boxed{R/S}$  (если среднее равно нулю, просто нажмите  $\boxed{R/S}$ ).
4. В ответ на запрос S введите стандартное отклонение для генеральной совокупности и нажмите  $\boxed{R/S}$  (если стандартное отклонение равно 1, просто нажмите  $\boxed{R/S}$ ).
5. Чтобы вычислить X по заданному Q(X), перейдите к шагу 9.
6. Чтобы вычислить Q(X) по заданному X, нажмите  $\boxed{XEQ} \boxed{D} \boxed{ENTER}$ .
7. В ответ на запрос введите значение X и нажмите  $\boxed{R/S}$ . На экран выводится результат Q(X).
8. Чтобы вычислить Q(X) для нового значения X при том же среднем значении и стандартном отклонении, нажмите  $\boxed{R/S}$  и перейдите к шагу 7.
9. Чтобы вычислить X по заданному Q(X), нажмите  $\boxed{XEQ} \boxed{I} \boxed{ENTER}$ .
10. В ответ на запрос введите значение Q(X) и нажмите  $\boxed{R/S}$ . На экран выводится результат X.
11. Чтобы вычислить X для нового значения Q(X) при том же среднем значении и стандартном отклонении, нажмите  $\boxed{R/S}$  и перейдите к шагу 10.

### Используемые переменные:

$D$	Вспомогательная переменная интегрирования.
$M$	Среднее значение генеральной совокупности (по умолчанию $0$ ).
$Q$	Вероятность, соответствующая площади под кривой справа.
$S$	Стандартное отклонение генеральной совокупности (по умолчанию $1$ ).
$T$	Временная переменная, используемая для передачи значения $S \times \sqrt{2\pi}$ в процедуру обратного распределения.
$X$	Исходное значение, определяющее левую границу области под кривой справа.

### Пример 1:

Хороший знакомый сообщил вам, что девушка, с которой у вас назначено "свидание вслепую", имеет интеллектуальный уровень " $3\sigma$ ". Другими словами, она умнее большинства местных жителей, за исключением тех, чей интеллектуальный уровень более чем на три стандартных отклонения превышает средний.

Предположим, что в вашем городе 10000 девушек, готовых на свидание вслепую. Сколько из них попадает в область " $3\sigma$ "? Поскольку задача сформулирована в терминах стандартного отклонения, мы можем использовать заданные по умолчанию значения  $0$  для  $M$  и  $1$  для  $S$ .

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>XEQ</b> <b>S</b> <b>ENTER</b>	M? 0.0000	Запуск процедуры инициализации.
<b>R/S</b>	S? 1.0000	Принимаем значение по умолчанию $M=0$ .
<b>R/S</b>	1.0000	Принимаем значение по умолчанию $S=1$ .

<b>XEQ</b> <b>D</b> <b>ENTER</b>	X?	Запуск программы распределения, запрос значения X.
	<i>значение</i>	
<b>3</b> <b>R/S</b>	Q=	Вводим 3 в качестве X и начинаем расчет Q(X). Отображается доля населения, чей интеллектуальный уровень превышает 3 стандартных отклонения от среднего.
	0.0013	
<b>1</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>0</b>	13.4984	Умножаем на численность населения. Отображается примерное число девушек в городе, удовлетворяющих заданным критериям.
<b>X</b>		

За вашим знакомым иногда замечается склонность к преувеличениям, поэтому вы хотите узнать, насколько редко встречаются девушки уровня "2σ". Заметьте, что для повторного запуска программы достаточно просто нажать **R/S**.

<b>Клавиши:</b> <b>(в режиме RPN)</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
<b>R/S</b>	X? 3.0000	Возобновление программы.
<b>2</b> <b>R/S</b>	Q= 0.0228	Вводим значение X=2 и вычисляем Q(X).
<b>1</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>0</b>	227.5012	Умножаем на численность населения и получаем исправленную оценку.
<b>X</b>		

### Пример 2:

Среднее значение оценок на экзамене составляет 55 баллов, а стандартное отклонение равно 15,3. Если предположить, что стандартная нормальная кривая дает адекватную модель их распределения, то какова вероятность, что случайно выбранный студент получил оценку не ниже 90 баллов? Найдите уровень оценки, превышения которого можно ожидать всего от 10% студентов. Какое число баллов, скорее всего, не смогут набрать лишь 20% студентов?

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
XEQ [S] ENTER	M? 0.0000	Запуск процедуры инициализации.
5 5 R/S	S? 1.0000	Сохраняем значение среднего 55.
1 5 . 3 R/S	15.3000	Сохраняем значение стандартного отклонения 15,3.
XEQ [D] ENTER	X? значение	Запуск программы распределения, запрос значения X.
9 0 R/S	Q= 0.0111	Вводим X=90 и вычисляем Q(X).

Таким образом, можно ожидать, что результат выше 90 получат всего около 1% студентов.

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
XEQ [I] ENTER	Q? 0.0111	Запуск обратной процедуры.
0 . 1 R/S	X= 74.6077	Сохраняем значение $Q(X) = 0,1$ (10%) и вычисляем X.
R/S	Q? 0.1000	Снова запускаем обратную процедуру.
0 . 8 R/S	X= 42.1232	Сохраняем значение $Q(X) = 0,8$ (100% – 20%) и вычисляем X.

## Стандартное отклонение для группированных данных

Стандартное отклонение группированных данных  $S_{xg}$  представляет собой стандартное отклонение множества значений  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , встречающихся с положительными целочисленными частотами  $f_1, f_2, \dots, f_n$ .

$$S_{xg} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 f_i - \frac{(\sum x_i f_i)^2}{\sum f_i}}{(\sum f_i) - 1}}$$

Следующая программа позволяет вводить группированные данные, корректировать их и вычислять стандартное отклонение и взвешенное среднее значение.

### Листинг программы:

<b>Строки программы: (в режиме ALG)</b>	<b>Описание</b>
S001 LBL S	Начало программы расчета стандартного отклонения для группированных данных.
S002 CLΣ	Очистка статистических регистров (с -27 до -32).
S003 0	
S004 STO N	Очистка счетчика $N$ .
Контрольная сумма и длина: E5BC 13	
I001 LBL I	Ввод значений статистических данных.
I002 INPUT X	Сохраняем величину значения в $X$ .
I003 INPUT F	Сохраняем частоту значения в $F$ .
I004 1	Вводим величину приращения для $N$ .
I005 STO B	
I006 RCL F	Извлекаем частоту значения $f_i$ .
Контрольная сумма и длина: 3387 19	
F001 LBL F	Накопление сумм.
F002 -27	
F003 STO I	Сохраняем индекс для регистра -27.
F004 RCL F	
F005 STO+(I)	Обновляем $\sum f_i$ в регистре -27.
F006 RCL× X	$x_i f_i$
F007 STO Z	
F008 -28	
F009 STO I	Сохраняем индекс для регистра -28.
F010 RCL Z	
F011 STO+(I)	Обновляем $\sum x_i f_i$ в регистре -28.
F012 RCL× X	$x_i^2 f_i$
F013 STO Z	Сохраняем индекс для регистра -30.
F014 -30	
F015 STO I	

**Строки программы:  
(в режиме ALG)**

**Описание**

F016 RCL Z	
F017 STO+(I)	Обновляем $\sum x_i^2 f_i$ в регистре -30.
F018 RCL B	
F019 STO+ N	Увеличиваем (или уменьшаем) $N$ .
F020 RCL N	
F021 RCL F	
F022 ABS	
F023 STO F	
F024 VIEW N	Выводим текущее число пар значений.
F025 GTO I001	Переходим на строку с меткой $I$ для ввода следующего значения.
Контрольная сумма и длина: F6CB 84	
G001 LBL G	Вычисление статистических параметров для группированных данных.
G002 $s_x$	Стандартное отклонение для группированных данных.
G003 STO S	
G004 VIEW S	Вывод величины стандартного отклонения для группированных данных.
G005 $\bar{x}$	Взвешенное среднее значение.
G006 STO M	
G007 VIEW M	Вывод величины взвешенного среднего значения.
G008 GTO I001	Возврат для ввода дополнительных значений.
Контрольная сумма и длина: DAF2 24	
U001 LBL U	Откатка ошибок при вводе данных.
U002 -1	Вводим величину уменьшения $N$ .
U003 STO B	
U004 RCL F	Извлекаем частоту последнего введенного значения.
U005 +/-	Изменяем знак $f_i$ .
U006 STO F	
U007 GTO F001	Корректируем счетчик и накопленные суммы.
Контрольная сумма и длина: 03F4 23	

### Используемые флаги:

Нет.

### Инструкции по работе с программой:

1. Введите входящие в программу процедуры; после окончания ввода нажмите **C**.
2. Нажмите **XEQ S ENTER**, чтобы начать ввод новых данных.
3. Введите величину  $x_i$  (значение точки) и нажмите **R/S**.
4. Введите величину  $f_i$  (частоту) и нажмите **R/S**.
5. Нажмите **R/S** после отображения числа введенных значений (с помощью VIEW).
6. Повторите шаги 3–5 для каждого значения данных.

Если вы обнаружили ошибку при вводе значений данных ( $x_i$  или  $f_i$ ) после нажатия **R/S** на шаге 4, нажмите **XEQ U ENTER**, а затем снова нажмите **R/S**. После этого вернитесь к шагу 3 и введите правильные данные.

7. Закончив ввод последней пары значений, нажмите **XEQ G ENTER**, чтобы рассчитать и вывести стандартное отклонение для группированных данных.
8. Нажмите **R/S** для вывода взвешенного среднего значения для группированных данных.
9. Чтобы ввести дополнительные значения данных, нажмите **R/S** и продолжите работу с шага 3.  
Чтобы начать новую задачу, перейдите к шагу 2.

### Используемые переменные:

$X$	Значение точки.
$F$	Частота значения.
$N$	Счетчик пар данных.
$S$	Стандартное отклонение для группированных данных.
$M$	Взвешенное среднее значение.
$i$	Индексная переменная для косвенной адресации статистических регистров.
Регистр -27	Сумма $\sum f_i$ .
Регистр -28	Сумма $\sum x_i f_i$ .
Регистр -30	Сумма $\sum x_i^2 f_i$ .

### Пример:

Введите следующие данные и вычислите стандартное отклонение для группированных данных.

Группа	1	2	3	4	5	6
$x_i$	5	8	13	15	22	37
$f_i$	17	26	37	43	73	115

#### Клавиши: (в режиме ALG)

**XEQ** **S** **ENTER**

X?  
значение

Запрос первого  $x_i$ .

**5** **R/S**

F?  
значение

Сохранение 5 в X; запрос первого  $f_i$ .

**1** **7** **R/S**

N=  
1.0000

Сохранение 17 в F; вывод счетчика.

**R/S**

X?  
5.0000

Запрос второго  $x_i$ .

**8** **R/S**

F?  
17.0000

Запрос второго  $f_i$ .

**2** **6** **R/S**

N=  
2.0000

Вывод счетчика.

<b>R/S</b>	X?	Запрос третьего $x_i$ .
	8.0000	
<b>1 4 R/S</b>	F?	Запрос третьего $f_i$ .
	26.0000	
<b>3 7 R/S</b>	N=	Вывод счетчика.
	3.0000	
Вы ошибочно ввели 14 вместо 13 в качестве $x_3$ . Чтобы исправить ошибку, выполните процедуру U:		
<b>XEQ U ENTER</b>	N=	Удаление ошибочных данных; вывод исправленного счетчика.
	2.0000	
<b>R/S</b>	X?	Запрос нового третьего $x_i$ .
	14.0000	
<b>1 3 R/S</b>	F?	Запрос нового третьего $f_i$ .
	37.0000	
<b>R/S</b>	N=	Вывод счетчика.
	3.0000	
<b>R/S</b>	X?	Запрос четвертого $x_i$ .
	13.0000	
<b>1 5 R/S</b>	F?	Запрос четвертого $f_i$ .
	37.0000	
<b>4 3 R/S</b>	N=	Вывод счетчика.
	4.0000	
<b>R/S</b>	X?	Запрос пятого $x_i$ .
	15.0000	
<b>2 2 R/S</b>	F?	Запрос пятого $f_i$ .
	43.0000	
<b>7 3 R/S</b>	N=	Вывод счетчика.
	5.0000	
<b>R/S</b>	X?	Запрос шестого $x_i$ .
	22.0000	
<b>3 7 R/S</b>	F?	Запрос шестого $f_i$ .
	73.0000	
<b>1 1 5 R/S</b>	N=	Вывод счетчика.
	6.0000	

**XEQ** **G** **ENTER**

S=  
11.4118

Вычисление и вывод  
стандартного отклонения для  
группированных данных ( $s_x$ )  
для шести значений.

**R/S**

M=  
23.4084

Вычисление и вывод взвешен-  
ного среднего значения ( $\bar{X}$ ).

**C**

23.4084

Отмена VIEW.

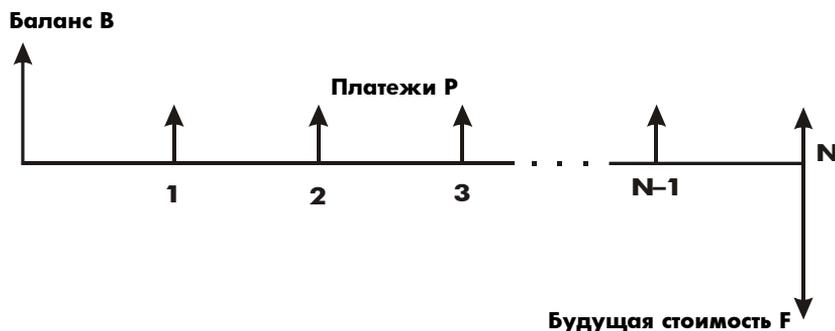
## Различные программы и уравнения

### Временная стоимость денег

Если заданы любые четыре из пяти величин, входящих в "уравнение временной стоимости денег" (ВСД), т.е. зависимости стоимости денег от времени, то его можно решить относительно пятой. Это уравнение полезно в самых разных финансовых приложениях, включая потребительские и ипотечные кредиты и сберегательные счета.

Уравнение ВСД имеет вид:

$$P \left[ \frac{1 - (1 + I/100)^{-N}}{I/100} \right] + F(1 + (I/100))^{-N} + B = 0$$



Знаки денежных сумм (баланса  $B$ , платежа  $P$  и будущего баланса  $F$ ) соответствуют направлению денежного потока. Деньги, которые вы получаете, имеют положительный знак, а деньги, которые вы платите – отрицательный. Обратите внимание, что любую задачу можно рассматривать с двух точек зрения. Кредитор и заемщик имеют дело с одной и той же задачей, но с противоположными знаками.

## Ввод уравнения:

Введите следующее уравнение:

$$P \times 100 \times (1 - (1 + I \div 100)^{-N}) \div I + F \times (1 + I \div 100)^{-N} + B$$

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>	EQN LIST TOP	Выбор режима уравнений.
<b>RCL P</b> <b>x</b> <b>1</b> <b>0</b> <b>0</b>	или текущее уравнение $P \times 100$ _	Начало ввода уравнения.
<b>x</b> <b>( )</b> <b>1</b> <b>-</b>	$P \times 100 \times (1 -$ _	
<b>( )</b> <b>1</b> <b>+</b>	$P \times 100 \times (1 - (1 +$ _	
<b>RCL I</b> <b>÷</b> <b>1</b> <b>0</b> <b>0</b>	$\leftarrow 0 \times (1 - (1 + I \div 100)$ _ <b>→</b>	
<b>&gt;</b> <b>y<sup>x</sup></b>	$\leftarrow (1 - (1 + I \div 100)^$ _ <b>→</b>	
<b>+/-</b> <b>RCL N</b> <b>&gt;</b>	$\leftarrow (1 + I \div 100)^{-N}$ _	
<b>÷</b> <b>RCL I</b> <b>+</b> <b>RCL F</b>	$\leftarrow 100)^{-N} \div I + F$ _	
<b>x</b>		
<b>( )</b> <b>1</b> <b>+</b> <b>RCL I</b>	$\leftarrow ^{-N} \div I + F \times (1 + I$ _	
<b>÷</b> <b>1</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>&gt;</b>	$\leftarrow I + F \times (1 + I \div 100)$ _	
<b>y<sup>x</sup></b> <b>+/-</b> <b>RCL N</b>	$\leftarrow \times (1 + I \div 100)^{-N}$ _	
<b>+</b> <b>RCL B</b>	$\leftarrow 1 + I \div 100)^{-N} + B$ _	
<b>ENTER</b>	$P \times 100 \times (1 - (1 + I \div$ <b>→</b>	Завершаем ввод уравнения.
<b>↵</b> <b>SHOW</b> (hold)	CK=CEFA LN=41	Контрольная сумма и длина.

## Замечания:

Переменная *I* в уравнении ВСД не должна принимать нулевое значение, чтобы избежать ошибки DIVIDE BY 0. Если вы решаете уравнение относительно *I* и не уверены в ее текущем значении, нажмите **1** **↵** **STO** **1**, прежде чем начинать расчет с помощью функции SOLVE (**↵** **SOLVE** **( )**).

Порядок запроса значений переменных зависит от того, относительно какой переменной идет решение.

## 17-2 Различные программы и уравнения

### Инструкции для решения:

1. Если *первый* расчет по уравнению ВСД связан с решением относительно величины процентной ставки  $i$ , нажмите **1** **▣** **STO** **1**.
2. Нажмите **EQN**. Если необходимо, пролистайте список с помощью клавиш **^** или **v**, пока не найдете уравнение ВСД.
3. Выполните одну из следующих пяти операций:
  - a. Нажмите **▣** **SOLVE** **N**, чтобы найти число периодов начисления процентов.
  - b. Нажмите **▣** **SOLVE** **1**, чтобы найти процентную ставку за период.

Для ежемесячных платежей получаемое значение  $i$  представляет собой *месячную* процентную ставку  $i$ ; чтобы узнать годовую процентную ставку, нажмите **12** **x**.

- c. Нажмите **▣** **SOLVE** **B**, чтобы найти начальный баланс кредита или сберегательного счета.
  - d. Нажмите **▣** **SOLVE** **P**, чтобы найти сумму периодического платежа.
  - e. Нажмите **▣** **SOLVE** **F**, чтобы найти будущую стоимость или баланс кредита.
4. В ответ на соответствующие приглашения введите значения четырех известных переменных; после каждого значения нажимайте **R/S**.
  5. После последнего нажатия **R/S** калькулятор вычисляет и выводит на экран значение неизвестной переменной.
  6. Чтобы найти другую переменную или повторить расчет той же переменной с другими исходными значениями, вернитесь к шагу 2.

В этой задаче SOLVE эффективно работает без предварительного задания начальных приближений.

### Используемые переменные:

$N$	Число периодов начисления процентов.
$I$	Процентная ставка за период (в процентах). (Например, если годовая процентная ставка равна 15% и за год делается 12 платежей, то процентная ставка за период $i$ составит $15 \div 12 = 1,25\%$ ).
$B$	Начальный баланс кредита или сберегательного счета.
$P$	Сумма периодического платежа.
$F$	Будущая стоимость сберегательного счета или баланс кредита.

### Пример:

**Часть 1.** Вы финансируете приобретение автомобиля с помощью кредита на 3 года (36 месяцев) по ставке 10,5% годовых с ежемесячным начислением. Цена продажи автомобиля составляет \$7250, а первоначальный платеж \$1500.



**Клавиши:**  
(в режиме RPN)

**Экран:**

**Описание:**

**DISPLAY** **1** (FIX) **2**

Выбираем формат отображения FIX 2.

**EQN** ( $\downarrow$ ) если необходимо)

$P \times 100 \times (1 - (1 + I)^{-N}) \div I \rightarrow$

Выводится начало уравнения ВСД.

**SOLVE** **P**

$I?$

Выбор  $P$ ; запрос  $I$ .

значение

**1 0 . 5** **ENTER**

$I?$

Пересчитываем годовую процентную ставку в эквивалентную месячную.

**1 2**  $\div$

0.88

<b>R/S</b>	N?	Сохранение 0,88 в I; запрос N.
<b>3 6 R/S</b>	F?	Сохранение 36 в N; запрос F.
<b>0 R/S</b>	B?	Сохранение 0 в F; запрос B.
<b>7 2 5 0 ENTER</b>	B?	Вычисляем начальный баланс кредита B.
<b>1 5 0 0 -</b>	5,750.00	
<b>R/S</b>	SOLVING	Сохранение 5750 в B; расчет ежемесячного платежа P.
	P=	
	-186.89	

Мы получили отрицательный ответ, поскольку кредит рассматривается с точки зрения заемщика. Полученная заемщиком сумма (начальный баланс) является положительной, а выплачиваемые средства – отрицательными.

**Часть 2.** При какой процентной ставке сумма ежемесячного платежа уменьшится на \$10?

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>	$P \times 100 \times (1 - (1 + I)^{-N})$	Выводится начало уравнения ВСД.
<b>SOLVE</b> <b>I</b>	P? -186.89	Выбор $I$ ; запрос $P$ .
<b>RND</b>	P? -186.89	Округляем сумму платежа до двух десятичных знаков.
<b>1</b> <b>0</b> <b>+</b>	P? -176.89	Вычисляем новый платеж.
<b>R/S</b>	N? 36.00	Сохранение -176,89 в $P$ ; запрос $N$ .
<b>R/S</b>	F? 0.00	Оставляем 36 в $N$ ; запрос $F$ .
<b>R/S</b>	B? 5,750.00	Оставляем 0 в $F$ ; запрос $B$ .
<b>R/S</b>	SOLVING I= 0.56	Оставляем 5750 в $B$ ; расчет месячной процентной ставки.
<b>1</b> <b>2</b> <b>x</b>	6.75	Вычисляем годовую процентную ставку.

Обратите внимание, что после расчета в части 1 процентная ставка *не равна* нулю, поэтому при расчете нового значения  $I$  не возникнет ошибка DIVIDE BY 0.

**Часть 3.** Используя вычисленную процентную ставку (6,75%), предположим, что через 2 года вы продадите этот автомобиль. Какую сумму вы еще будете должны? Другими словами, чему равен будущий баланс через 2 года?

Клавиши: (в режиме RPN)	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>	$P \times 100 \times (1 - (1 + I)^{-N})$	Выводится начало уравнения ВСД.

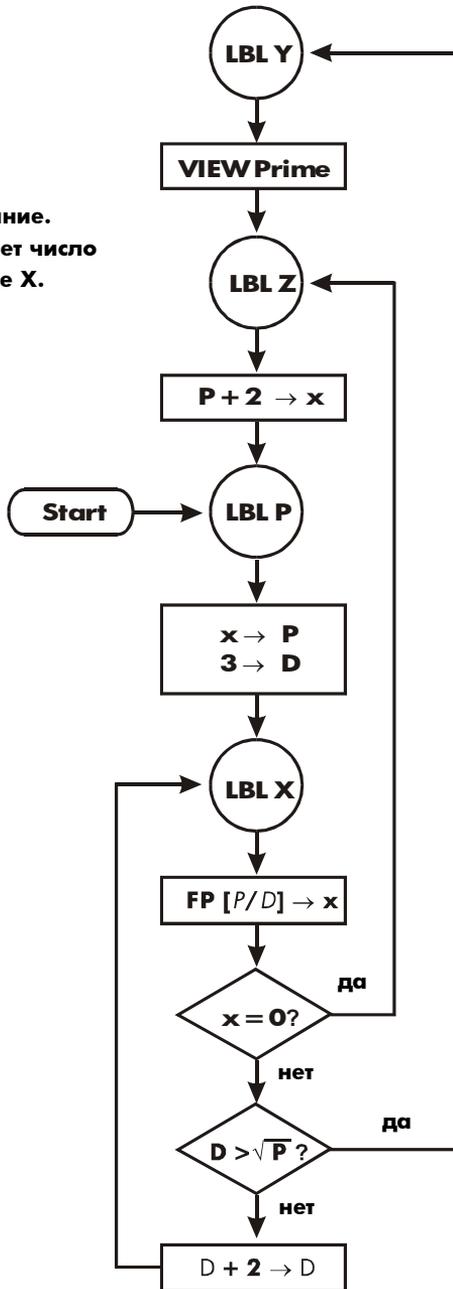
<b>▸</b> SOLVE <b>F</b>	P?	Выбор $F$ ; запрос $P$ .
	-176.89	
<b>R/S</b>	I?	Оставляем $P$ ; запрос $I$ .
	0.56	
<b>R/S</b>	N?	Оставляем 0,56 в $I$ ; запрос $N$ .
	36.00	
<b>2</b> <b>4</b> <b>R/S</b>	B?	Сохраняем 24 в $N$ ; запрос $B$ .
	5.750.00	
<b>R/S</b>	SOLVING	Оставляем 5750 в $B$ ; расчет
	F=	будущего баланса $F$ . Знак
	-2.047.05	результата снова отрицателен,
		показывая, что вы должны
		выплатить эти деньги.
<b>◀</b> DISPLAY <b>1</b>		Устанавливаем формат
(FIX) <b>4</b>		отображения FIX 4.

## Генератор простых чисел

Данная программа принимает любое положительное целое число больше 3. Если оно является простым (не делится нацело на другие целые числа, кроме самого себя и 1), то программа возвращает введенное значение. Если значение не является простым, то она возвращает первое простое число, которое больше введенного.

Программа определяет числа, не являющиеся простыми, путем исчерпывающей проверки всех возможных множителей. Если число не простое, программа прибавляет 2 (так, чтобы значение оставалось нечетным) и проверяет, не найдено ли теперь простое число. Этот процесс продолжается, пока простое число не будет обнаружено.

Примечание.  
x означает число  
в регистре X.



## Листинг программы:

Строки программы: (в режиме ALG)	Описание
Y001 LBL Y	Эта процедура выводит на экран простое число $P$ .
Y002 VIEW P	
Контрольная сумма и длина: 2CC5 6	
Z001 LBL Z	Эта процедура прибавляет 2 к $P$ .
Z002 2+ P	
Контрольная сумма и длина: EFB2 9	
P001 LBL P	Эта процедура сохраняет введенное значение $P$ .
P002 LASTx► P	
P003 FP<P÷2>	
P004 x<>y	
P005 0	
P006 x=y?	Проверка четности введенного числа.
P007 1+P►P	Если число четное, увеличиваем $P$ на единицу.
P008 3►D	Сохраняем 3 как значение пробного делителя $D$
Контрольная сумма и длина: EA89 47	
X001 LBL X	Эта процедура проверяет, является ли $P$ простым.
X002 FP<P÷D>	Находим дробную часть $P ÷ D$ .
X003 x=0?	Проверяем, является ли остаток нулевым (число не простое).
X004 GTO Z001	Если число не простое, пробуем следующий вариант.
X005 SQRT<P>	
X006 x<>y	
X007 0	
X008 x>y?	Проверяем, испробованы ли уже все возможные множители.
X009 GTO Y001	Если испробованы все множители, переход на процедуру отображения.
X010 2+0►D	
X011 GTO X001	Переход для проверки потенциального простого числа с новым множителем.
Контрольная сумма и длина: C6B5 53	

## Используемые флаги:

Нет.

### Инструкции по работе с программой:

1. Введите входящие в программу процедуры; после окончания ввода нажмите **C**.
2. Введите положительное целое число больше 3.
3. Нажмите **XEQ** **P** **ENTER**, чтобы запустить программу. На экран будет выведено простое число  $P$ .
4. Чтобы увидеть следующее простое число, нажмите **R/S**.

### Используемые переменные:

$P$	Значения простого числа и потенциальных простых чисел.
$D$	Делитель для проверки текущего значения $P$ .

### Замечания:

Программа не проверяет, действительно ли введенное число больше 3.

### Пример:

Каково первое простое число после 789? А следующее простое число?

Клавиши: (в режиме ALG)	Экран:	Описание:
<b>7</b> <b>8</b> <b>9</b> <b>XEQ</b>	P= 797.0000	Вычисляем следующее простое число после 789.
<b>P</b> <b>ENTER</b>		
<b>R/S</b>	P= 809.0000	Вычисляем следующее простое число после 797.

---

## Векторное произведение векторов

Этот пример показывает, как использовать функции программы для вычисления векторного (перекрестного) произведения двух векторов.

Векторное произведение:

$$\mathbf{v}_1 \times \mathbf{v}_2 = (YW - ZV)\mathbf{i} + (ZU - XW)\mathbf{j} + (XV - YU)\mathbf{k}$$

## 17–10 Различные программы и уравнения

где

$$\mathbf{v}_1 = X\mathbf{i} + Y\mathbf{j} + Z\mathbf{k}$$

и

$$\mathbf{v}_2 = U\mathbf{i} + V\mathbf{j} + W\mathbf{k}$$

**Строки  
программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание**

R001 LBL R	Начало процедуры ввода/отображения декартовых координат.
R002 INPUT X	Отображение или ввод значения X.
R003 INPUT Y	Отображение или ввод значения Y.
R004 INPUT Z	Отображение или ввод значения Z.
R005 GTO R001	Переход на R001 для ввода векторов.

Контрольная сумма и длина: D82E 15

E001 LBL E	Начало процедуры ввода векторов.
E002 RCL X	Копируем значения X, Y, Z в переменные U, V, W соответственно.
E003 STO U	
E004 RCL Y	
E005 STO V	
E006 RCL Z	
E007 STO W	
E008 GTO R001	Переход на R001 для ввода векторов.

Контрольная сумма и длина: B6AF 24

C001 LBL C	Начало процедуры расчета векторного произведения.
C002 RCL Y	
C003 RCL× W	
C004 RCL Z	
C005 RCL× V	
C006 -	Вычисляем значение $(YW - ZV)$ , т.е. компоненты X.
C007 STO R	
C008 RCL Z	

**Строки  
программы:  
(в режиме RPN)**

**Описание**

C009 RCLx U	
C010 RCL X	
C011 RCLx W	
C012 -	Вычисляем значение $(ZU - WX)$ , т.е. компоненты Y.
C013 STO B	
C014 RCL X	
C015 RCLx V	
C016 RCL Y	
C017 RCLx U	
C018 -	
C019 STO Z	Сохраняем значение $(XV - YU)$ , т.е. компоненты Z.
C020 RCL A	
C021 STO X	Сохраняем значение компоненты X.
C022 RCL B	
C023 STO Y	Сохраняем значение компоненты Y.
C024 GTO R001	Переход на R001 для ввода векторов.

Контрольная сумма и длина: 838D 72

**Пример:**

Вычислить векторное произведение двух векторов  $v_1 = 2i + 5j + 4k$  и  $v_2 = i - 2j + 3k$

<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
<b>XEQ</b> <b>R</b> <b>ENTER</b>	X?	Запуск процедуры R для ввода значений векторов.
<b>1</b> <b>R/S</b>	y?	Ввод v2: компонента x.
<b>2</b> <b>+/-</b> <b>R/S</b>	z?	Ввод v2: компонента y.
<b>3</b> <b>R/S</b>	X?	Ввод v2: компонента z.
<b>XEQ</b> <b>E</b> <b>ENTER</b>	X?	1 Запуск процедуры E для переноса компонент v2 в переменные U, V и W.

<b>2</b> <b>R/S</b>	$v?$	Ввод $v_1$ : компонента $x$ .
		-2
<b>5</b> <b>R/S</b>	$z?$	Ввод $v_1$ : компонента $y$ .
		3
<b>4</b> <b>R/S</b>	$x?$	Ввод $v_1$ : компонента $z$ .
		2
<b>XEQ</b> <b>C</b> <b>ENTER</b>	$x?$	Запуск процедуры C для
		23 расчета $x$ -компоненты
		векторного произведения.
<b>R/S</b>	$v?$	Вычисление $y$ -компоненты
		-2 векторного произведения.
<b>R/S</b>	$z?$	Вычисление $z$ -компоненты
		-9 векторного произведения.



# Часть 3

## **Приложения и справочная информация**

---



# A

## Поддержка, батареи и обслуживание

---

### Поддержка пользователей калькулятора

Наш отдел поддержки калькуляторов будет рад ответить на все вопросы, касающиеся работы с калькулятором. Опыт показывает, что у многих пользователей при работе с нашей продукцией возникают аналогичные вопросы, поэтому мы подготовили “Ответы на типичные вопросы” (см. следующий раздел). Если вы не нашли ответа на свой вопрос, свяжитесь с отделом поддержки калькуляторов по телефонам, указанным ниже в разделе “Поддержка пользователей”.

### Ответы на типичные вопросы

В: Как убедиться, что калькулятор работает правильно?

О: Обратитесь к описанию процедуры самодиагностики на стр. А-6.

В: В числах на экране вместо десятичных точек отображаются запятые. Как вернуть точки обратно?

О: Используйте функцию  **DISPLAY**  (5.) (стр. 1-23).

В: Как изменить число десятичных знаков на экране?

О: Используйте меню  **DISPLAY** (стр. 1-21).

В: Как очистить всю память или какие-то ее части?

О: При нажатии  **CLEAR** выводится меню CLEAR, которое позволяет очистить  $x$  (число в регистре  $X$ ), все прямые переменные, всю память, все статистические данные, все уровни стека и все косвенные переменные.

В: Что означает буква “E” в числе (например,  $2,51E-13$ )?

О: Это обозначение *показателя степени* десяти, т.е. записано число  $2,51 \times 10^{-13}$ .

В: Калькулятор выводит сообщение MEMORY FULL. Что делать?

О: Перед дальнейшей работой необходимо очистить какую-то часть памяти (см. Приложение В).

В: Почему при вычислении синуса (или тангенса) угла  $\pi$  радиан получается очень маленькое число, но не 0?

О: Число  $\pi$  невозможно точно представить, используя 12 знаков точности калькулятора.

В: Почему я получаю неверные результаты при работе с тригонометрическими функциями?

О: Убедитесь, что калькулятор работает в правильном угловом режиме (**MODE** 1DEG, 2RAD или 3GRD).

В: Что означает индикатор на экране?

О: Он указывает на определенное состояние калькулятора (см. раздел "Индикаторы" в Главе 1).

В: Числа выводятся в виде дробей. Как получить ответ в виде десятичных чисел?

О: Нажмите  **FDISP**.

---

## Требования к окружающей среде

Чтобы обеспечить надежную работу устройства, необходимо соблюдать следующие пределы температуры и влажности:

- Рабочая температура: от 0 до 45°C.
- Температура при хранении: от -20 до 65°C.
- Влажность при работе и хранении: относительная влажность не более 90% при 40°C.

---

## Замена батарей

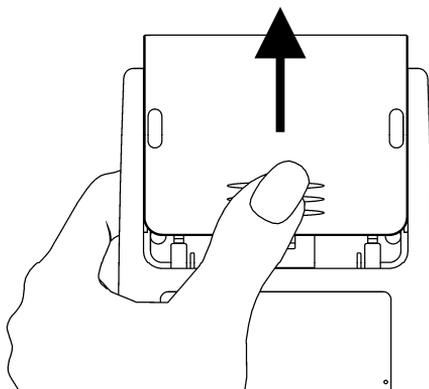
Питание калькулятора обеспечивают две литиевые пуговичные батареи CR2032 напряжением 3 В.

При появлении индикатора разряда батарей (  ) необходимо как можно скорее заменить их. Если индикатор разряда батарей включен и яркость экрана уменьшилась, то может произойти потеря данных. В случае такой потери выводится сообщение MEMORY CLEAR.

*Чтобы избежать потери хранящейся в калькуляторе информации, после удаления батарей их необходимо снова установить на место в течение 2 минут. (Прежде чем открывать батарейный отсек, убедитесь, что новые батареи готовы и находятся под рукой).*

### Установка батарей:

1. Приготовьте две свежие пуговичные батареи. Старайтесь не касаться контактов батарей, берите их только за края.
2. Убедитесь, что калькулятор **ВЫКЛЮЧЕН**. **Больше не нажимайте кнопку ON (  ), пока процедура замены батарей не будет полностью завершена. Если калькулятор окажется включен в момент удаления батарей, то содержимое постоянной памяти будет потеряно.**
3. Переверните калькулятор и сдвиньте крышку батарейного отсека.



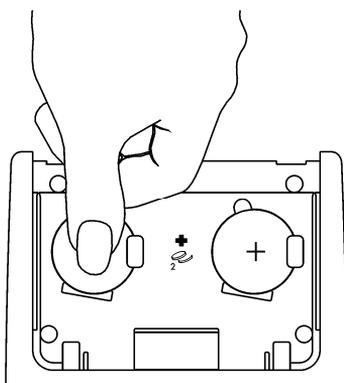
4. Чтобы предотвратить потерю памяти, никогда не удаляйте одновременно обе старые батареи. Будьте внимательны и проводите удаление и установку батарей по одной.

---

**Осторожно** Ни в коем случае нельзя нарушать форму батарей, пробивать их или бросать в огонь. При этом они могут лопнуть или взорваться с выбросом опасных химических веществ.



5. Вставьте новую литиевую батарею CR2032, следя за тем, чтобы обозначение положительного контакта (+) находилось снаружи.



6. Удалите вторую батарею и вставьте на ее место новую, повторяя шаги 4 и 5. Убедитесь, что обозначение положительного контакта (+) на обеих батареях находится снаружи.
7. Установите на место крышку батарейного отсека.
8. Нажмите **C**.

---

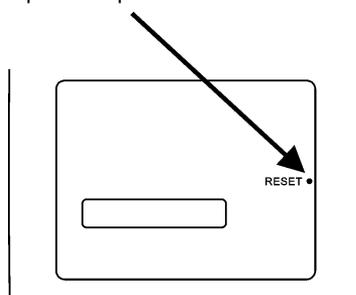
## Проверка работы калькулятора

Следующие рекомендации помогут вам определить, правильно ли калькулятор работает. После каждого шага проверяйте калькулятор, чтобы узнать, восстановлена ли его нормальная работа. Если калькулятор требует сервисного обслуживания, обратитесь к разделу “Поддержка пользователей” ниже.

- **Калькулятор не включается (шаги 1–4) или не реагирует на нажатия клавиш (шаги 1–3):**

1. Выполните сброс калькулятора. Удерживайте клавишу **C** и нажмите **GTO**. Возможно, эту операцию потребуется повторить несколько раз.
2. Выполните очистку памяти. Нажмите и удерживайте клавишу **C**, а затем нажмите и удерживайте клавиши **R/S** и **i**. При отпускании всех трех клавиш производится очистка памяти и выводится сообщение **MEMORY CLEAR**.
3. Удалите батареи (см. раздел "Замена батарей") и слегка нажмите монетой на контакты обеих батарей. Установите батареи на место и включите калькулятор. На экране должно появиться сообщение **MEMORY CLEAR**.
4. Если калькулятор по-прежнему не реагирует на нажатия клавиш, с помощью тонкого заостренного предмета нажмите кнопку сброса в отверстии, обозначенном **RESET**. Хранящиеся в калькуляторе данные при этом, как правило, не затрагиваются.

Отверстие сброса



Если с помощью этих мер восстановить работу калькулятора не удастся, то он требует сервисного обслуживания.

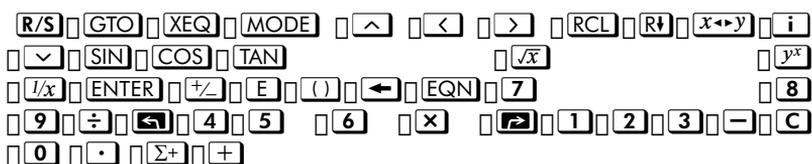
- **Если калькулятор реагирует на нажатия клавиш, но вы подозреваете, что он работает неправильно:**
  1. Выполните процедуру самодиагностики, описанную в следующем разделе. Если калькулятор не проходит ее, он требует сервисного обслуживания.
  2. Если калькулятор проходит самодиагностику, возможно, вы сделали ошибку при работе с ним. Перечитайте соответствующие разделы руководства пользователя и проверьте "Ответы на типичные вопросы" (стр. А-1).

3. Свяжитесь с отделом поддержки калькуляторов по телефонам, указанным ниже в разделе “Поддержка пользователей”.

## Самодиагностика

Если вы можете включить калькулятор и информация выводится на экран, но вам кажется, что калькулятор работает неправильно, проведите следующую процедуру самодиагностики.

1. Нажмите и удерживайте клавишу **C**, а затем нажмите **XEQ**.
2. Восемь раз нажмите на любую клавишу и следите за различными изображениями, выводимыми на экран. После восьмого нажатия калькулятор выводит сообщение об авторских правах © 2007 HP DEV CO. L. P., а затем сообщение KBD 01.
3. Нажимайте клавиши калькулятора в следующем порядке:



- Если клавиши нажимаются в правильной последовательности и работают правильно, то калькулятор выводит сообщения KBD, включающие двузначное число (калькулятор считает клавиши в шестнадцатеричной системе).
  - Если нажать клавишу не по порядку или если она работает неправильно, то при следующем нажатии выводится сообщение о сбое (см. шаг 4).
4. Процедура самодиагностики приводит к одному из следующих двух результатов:
    - Если самодиагностика успешно пройдена, то калькулятор выводит сообщение 35S-OK. Перейдите к шагу 5.

- Если самодиагностика не пройдена, то калькулятор выводит сообщение **3SS-FAIL** и однозначное число. Если вы получили это сообщение из-за того, что нажали клавиши в неверном порядке, выполните сброс калькулятора (удерживая клавишу **[C]**, нажмите **[GTO]**) и снова проведите самодиагностику. Если вы нажимали клавиши правильно, но все равно получили такое сообщение, повторите самодиагностику, чтобы подтвердить ее результаты. Если снова будет обнаружен сбой, то калькулятор требует сервисного обслуживания (см. раздел “Поддержка пользователей” ниже). При отправке калькулятора в сервисный центр приложите запись сообщения о сбое самодиагностики.
- 5.** Чтобы выйти из режима самодиагностики, выполните сброс калькулятора (удерживая клавишу **[C]**, нажмите **[GTO]**).

При нажатии клавиш **[C]** и **[MODE]** запускается процедура непрерывной самодиагностики, используемая на заводе. Чтобы прервать ее, нажмите любую клавишу.

---

## Гарантия

Научный калькулятор HP 35s. Гарантийный срок: 12 месяцев

- 1.** Компания HP гарантирует вам как конечному пользователю, что все устройства, принадлежности и расходные материалы компании HP не будут иметь дефектов, связанных с материалами и изготовлением, в течение указанного выше срока со дня приобретения. Получив уведомление о подобных дефектах в течение гарантийного срока, компания HP по своему усмотрению отремонтирует либо заменит оказавшиеся дефектными изделия. Заменяющие изделия могут быть либо новыми, либо аналогичными новым по состоянию.
- 2.** Компания HP гарантирует, что программное обеспечение HP при правильной установке и эксплуатации будет выполнять свои программные функции в течение указанного выше срока со дня приобретения без сбоев из-за дефектов, связанных с материалами и изготовлением. Получив уведомление о подобных дефектах в течение гарантийного срока, компания HP заменит носители с программным обеспечением, не выполняющим свои программные функции из-за подобных дефектов.

3. Компания HP не гарантирует, что работа ее изделий будет бесперебойной и безошибочной. Если компания HP в течение разумного времени не сможет отремонтировать или заменить какое-либо изделие в соответствии с гарантией, покупатель будет иметь право на возмещение стоимости приобретения изделия в случае своевременного возврата изделия с приложением документов, подтверждающих его приобретение.
4. Изделия компании HP могут включать в себя восстановленные детали, эквивалентные новым по характеристикам, или ранее подвергаться эпизодическому использованию.
5. Гарантия не распространяется на дефекты, которые вызваны (a) неправильным или недостаточным обслуживанием или калибровкой, (b) использованием программ, интерфейсов, деталей или расходных материалов, не поставляемых компанией HP, (c) несанкционированной модификацией или неправильным использованием, (d) эксплуатацией в условиях, не соответствующих указанным в документации пределам для данного изделия, (e) неправильной подготовкой или обслуживанием места эксплуатации.
6. КОМПАНИЯ HP НЕ ДАЕТ НИКАКИХ ДРУГИХ ЯВНЫХ ГАРАНТИЙ ИЛИ УСЛОВИЙ В ПИСЬМЕННОЙ ИЛИ УСТНОЙ ФОРМЕ. В ТОЙ СТЕПЕНИ, В КОТОРОЙ ЭТО РАЗРЕШЕНО МЕСТНЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ, ВСЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ИЛИ УСЛОВИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДАЖИ, УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА ИЛИ ПРИГОДНОСТИ К КОНКРЕТНОЙ ЦЕЛИ ОГРАНИЧИВАЮТСЯ УСТАНОВЛЕННЫМ ВЫШЕ СРОКОМ ЯВНОЙ ГАРАНТИИ. В некоторых странах, штатах и провинциях не допускается ограничение подразумеваемых гарантий, поэтому вышеупомянутое ограничение может не распространяться на вас. Эта гарантия дает вам определенные юридические права; кроме того, у вас могут быть иные права, зависящие от законов конкретной страны, штата или провинции.

- 7.** В ТОЙ СТЕПЕНИ, В КОТОРОЙ ЭТО РАЗРЕШЕНО МЕСТНЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ, ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ ЭТИМ ЗАЯВЛЕНИЕМ О ГАРАНТИИ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЯВЛЯЮТСЯ ДЛЯ ВАС ЕДИНСТВЕННЫМИ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫМИ. ПОМИМО ОГОВОРЕННЫХ ВЫШЕ СЛУЧАЕВ, КОМПАНИЯ HP И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ НЕ БУДУТ НЕСТИ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПОТЕРЮ ДАННЫХ ИЛИ ЗА ПРЯМОЙ, ОСОБЫЙ, СЛУЧАЙНЫЙ, СОПРЯЖЕННЫЙ (ВКЛЮЧАЯ УПУЩЕННУЮ ВЫГОДУ ИЛИ ПОТЕРЮ ДАННЫХ) ИЛИ ИНОЙ УЩЕРБ НА ОСНОВАНИИ ДОГОВОРА, ДЕЛИКТА ЛИБО ИНЫХ УСЛОВИЙ. В некоторых странах, штатах и провинциях не допускается исключение или ограничение ответственности за случайный или сопряженный ущерб, так что вышеупомянутое ограничение может не распространяться на вас.
- 8.** Гарантии для изделий и услуг компании HP устанавливаются исключительно в специальных заявлениях о гарантии, сопровождающих эти изделия и услуги. Компания HP не будет нести ответственность за технические или редакторские ошибки или упущения в этом документе.

**ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ С КЛИЕНТАМИ В АВСТРАЛИИ И НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ: УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ, ОПИСАННЫЕ В ЭТОМ ЗАЯВЛЕНИИ, ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ТЕХ СЛУЧАЕВ, КОГДА ЭТО РАЗРЕШЕНО ЗАКОНАМИ, НЕ ИСКЛЮЧАЮТ, НЕ ОГРАНИЧИВАЮТ И НЕ ИЗМЕНЯЮТ, А ДОПОЛНЯЮТ СОБОЙ ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ЗАКОННЫЕ ПРАВА, СВЯЗАННЫЕ С ПРОДАЖЕЙ ВАМ ЭТОГО ИЗДЕЛИЯ.**

## Поддержка пользователей

Азиатско-тихоокеанский регион	Страна	Номера телефонов
	Австралия	1300-551-664 или 03-9841-5211
Китай	010-68002397	
Гонконг	2805-2563	
Индонезия	+65 6100 6682	
Япония	+852 2805-2563	
Малайзия	+65 6100 6682	

Новая Зеландия	09-574-2700
Филиппины	+65 6100 6682
Сингапур	6100 6682
Южная Корея	2-561-2700
Тайвань	+852 2805-2563
Таиланд	+65 6100 6682
Вьетнам	+65 6100 6682

**Европа,  
Ближний  
Восток и  
Африка**

<b>Страна</b>	<b>Номера телефонов</b>
Австрия	01 360 277 1203
Бельгия	02 620 00 86
Бельгия	02 620 00 85
Чешская Республика	296 335 612
Дания	82 33 28 44
Финляндия	09 8171 0281
Франция	01 4993 9006
Германия	069 9530 7103
Греция	210 969 6421
Нидерланды	020 654 5301
Ирландия	01 605 0356
Италия	02 754 19 782
Люксембург	2730 2146
Норвегия	23500027
Португалия	021 318 0093
Россия	495 228 3050
Южная Африка	0800980410
Испания	913753382
Швеция	08 5199 2065
Швейцария	022 827 8780 (франц. язык)
Швейцария	01 439 5358 (нем. язык)
Швейцария	022 567 5308 (итал. язык)
Великобритания	0207 458 0161

**Латинская  
Америка**

<b>Страна</b>	<b>Номера телефонов</b>
Ангилья	1-800-711-2884
Антигуа	1-800-711-2884
Аргентина	0-800- 555-5000
Аруба	800-8000 ♦ 800-711-2884
Багамские Острова	1-800-711-2884
Барбадос	1-800-711-2884
Бермудские Острова	1-800-711-2884
Боливия	800-100-193
Бразилия	0-800-709-7751
Виргинские Острова (Британские)	1-800-711-2884
Кайман, Острова	1-800-711-2884
Курасао	001-800-872-2881 + 800-711-2884
Чили	800-360-999
Колумбия	01-8000-51-4746-8368 (01-8000-51- HP INVENT)
Коста-Рика	0-800-011-0524
Доминика	1-800-711-2884
Доминиканская Республика	1-800-711-2884
Эквадор	1-999-119 ♦ 800-711-2884 (Andinatel) 1-800-225-528 ♦ 800-711-2884 (Pacifitel)
Сальвадор	800-6160
Антильские Острова (Французские)	0-800-990-011 ♦ 800-711-2884
Французская Гвиана	0-800-990-011 ♦ 800-711-2884
Гренада	1-800-711-2884
Гваделупе	0-800-990-011 ♦ 800-711-2884
Гватемала	1-800-999-5105
Гайана	159 ♦ 800-711-2884
Гаити	183 ♦ 800-711-2884
Гондурас	800-0-123 ♦ 800-711-2884

Ямайка	1-800-711-2884
Мартиника	0-800-990-011 ♦ 877-219-8671
Мексика	01-800-474-68368 (800 HP INVENT)
Монтсеррат	1-800-711-2884
Антильские Острова (Нидерландские)	001-800-872-2881 ♦ 800-711-2884
Никарагуа	1-800-0164 ♦ 800-711-2884
Панама	001-800-711-2884
Парагвай	(009) 800-541-0006
Перу	0-800-10111
Пуэрто-Рико	1-877 232 0589
Сент-Люсия	1-800-478-4602
Сент-Винсент	01-800-711-2884
Сент-Китс и Невис	1-800-711-2884
Сент-Мартин	1-800-711-2884
Суринам	156 ♦ 800-711-2884
Тринидад и Тобаго	1-800-711-2884
Теркс и Кайкос	01-800-711-2884
Виргинские Острова (США)	1-800-711-2884
Уругвай	0004-054-177
Венесуэла	0-800-474-68368 (0-800 HP INVENT)

**Северная Америка**

Страна	Номера телефонов
Канада	800-HP-INVENT
США	800-HP INVENT

Самую свежую информацию об обслуживании и поддержке можно получить по адресу <http://www.hp.com>.

---

## **Соответствие нормативным требованиям**

### **Уведомление Федеральной комиссии США по связи (FCC)**

Данное устройство было протестировано и признано соответствующим допустимым пределам для цифровых устройств класса В согласно части 15 Правил Федеральной комиссии США по связи (FCC). Эти допустимые пределы должны обеспечивать разумную защиту от вредных помех при установке в жилых помещениях. Данное устройство генерирует, использует и может излучать энергию в радиочастотном диапазоне. При несоблюдении инструкций по установке и эксплуатации оно способно создать вредные помехи для средств радиосвязи. Тем не менее нет никакой гарантии, что такие помехи не возникнут в условиях конкретной установки. Если данное устройство создает помехи для теле- и радиоприема (что можно определить, включая и выключая устройство), пользователю следует попытаться устранить эти помехи, приняв какие-либо из перечисленных ниже мер:

- Изменить ориентацию или положение приемной антенны.
- Увеличить расстояние между данным устройством и приемником.
- Подключить данное устройство и приемник к розеткам, связанным с разными ветвями электрической сети.
- Обратиться за помощью к поставщику или к квалифицированному специалисту по радиосвязи или телевидению.

#### **Модификации**

В соответствии с правилами FCC пользователь должен быть уведомлен о том, что любые изменения или модификации устройства без явного разрешения компании Hewlett-Packard могут привести к лишению пользователя права на эксплуатацию данного устройства.

#### **Заявление о соответствии для изделий с логотипом FCC (только для США)**

Данное устройство соответствует части 15 Правил FCC. При эксплуатации данного устройства должны соблюдаться следующие два условия: (1) данное устройство не должно создавать вредных помех; (2) данное устройство должно принимать все полученные помехи, в том числе способные вызвать сбой в работе.

Любые вопросы в отношении данного изделия, не связанные с этим заявлением, следует направлять по адресу:

Hewlett-Packard Company  
P. O. Box 692000, Mail Stop 530113  
Houston, TX 77269-2000

Вопросы в связи с данным заявлением FCC направляйте по адресу:

Hewlett-Packard Company  
P. O. Box 692000, Mail Stop 510101  
Houston, TX 77269-2000

или звоните в компанию HP по телефону 281-514-3333

Чтобы идентифицировать свое устройство, сообщите указанный на нем номер артикула, серии или модели.

### **Уведомление для Канады**

Данный цифровой прибор класса B соответствует всем требованиям канадских нормативных актов об оборудовании, создающем помехи.

### **Avis Canadien**

Cet appareil numérique de la classe B respecte toutes les exigences du Règlement sur le matériel brouilleur du Canada.

### **Уведомление о нормах Европейского Союза**

Данное изделие отвечает требованиям следующих директив ЕС:

- Директива о низковольтном оборудовании 2006/95/EC
- Директива об электромагнитной совместимости 2004/108/EC

Соответствие этим директивам подразумевает соблюдение применимых согласованным европейскими стандартов (европейских норм), которые перечислены в Заявлении о соответствии требованиям ЕС, выпущенном компанией Hewlett-Packard для данного изделия или семейства изделий.

На такое соответствие указывает следующая маркировка, нанесенная на изделие:

 <p>Данная маркировка действительна для изделий, не являющихся средствами связи, а также для средств связи, по которым имеются согласованные нормы ЕС (например, Bluetooth).</p>	 <p>Данная маркировка действительна для средств связи, по которым не приняты согласованные нормы ЕС. *Числовой код ведомства, куда подано уведомление (используется только если применимо – см. этикетку изделия).</p>
---	--

Hewlett-Packard GmbH, HQ-TRE, Herrenberger Strasse 140, 71034 Böblingen, Germany

## Уведомление для Японии

この装置は、情報処理装置等電波障害自主規制協議会（VCCI）の基準に基づくクラス B 情報技術装置です。この装置は、家庭環境で使用することを目的としていますが、この装置がラジオやテレビジョン受信機に近接して使用されると、受信障害を引き起こすことがあります。

取扱説明書に従って正しい取り扱いをして下さい。

## Утилизация отслужившего оборудования пользователями в частных домовладениях стран Европейского Союза



Данный символ на самом изделии или его упаковке означает, что это изделие запрещается утилизировать вместе с бытовым мусором. Вместо этого пользователь обязан отправить утилизируемое оборудование на специальный пункт приема отслужившего электрического и электронного оборудования для переработки. Раздельный сбор и переработка утилизируемого отслужившего оборудования помогут защитить природные ресурсы и обеспечить его переработку способами, безопасными для здоровья людей и окружающей среды. За дополнительными сведениями о пунктах приема отслужившего оборудования для переработки следует обращаться в органы местного самоуправления, в службу по уборке мусора или в магазин, где изделие было приобретено.

## Содержание перхлората – особые условия утилизации

Батарея, обеспечивающая питание резервной памяти данного калькулятора, может содержать перхлораты, поэтому при переработке или утилизации калькулятора в Калифорнии может потребоваться соблюдение особых условий.



# В

## Пользовательская память и стек

---

В данном приложении рассматриваются следующие вопросы:

- Распределение и требования к пользовательской памяти.
- Как выполнить сброс калькулятора, не затрагивая память
- Как очистить всю пользовательскую память и установить системные параметры по умолчанию
- Какие операции влияют на подъем стека

---

### Управление памятью калькулятора

Калькулятор HP 35s имеет 30 Кб пользовательской памяти, которую можно использовать для хранения данных в любых сочетаниях (переменные, уравнения, программы). Пользовательская память требуется также для работы функций SOLVE, ∫ FN и статистических расчетов. (Особенно “дорого” обходится выполнение операции ∫ FN).

Все записанные вами данные сохраняются до тех пор, пока вы явно не очистите их. Сообщение MEMORY FULL означает, что доступной в данный момент памяти недостаточно для операции, которую вы только что попытались выполнить. Вам необходимо очистить какие-то (или все) области пользовательской памяти. Например, вы можете:

- Очистить любое или все уравнения (см. раздел "Изменение и очистка уравнений" в Главе 6).
- Очистить любую или все программы (см. раздел "Очистка одной или нескольких программ" в Главе 13).
- Очистить всю пользовательскую память (нажмите  CLEAR  (3) (3ALL)).

Чтобы увидеть, сколько памяти доступно, нажмите  $\left[ \leftarrow \right] \left[ \text{MEM} \right]$ . На экране отображается число доступных байт памяти.

Чтобы проверить требования к памяти для конкретных уравнений в списке уравнений:

1. Нажмите  $\left[ \text{EQN} \right]$  для включения режима уравнений. (На экране появится обозначение EQN LIST TOP или начало текущего уравнения).
2. Если необходимо, пролистайте список уравнений (нажимая  $\left[ \wedge \right]$  или  $\left[ \vee \right]$ ), пока не увидите нужное уравнение.
3. Нажмите  $\left[ \leftarrow \right] \left[ \text{SHOW} \right]$ , чтобы вывести на экран контрольную сумму уравнения (в шестнадцатеричном виде) и его длину (в байтах). Например, СК=382E LN=41.

Чтобы проверить общие требования к памяти для конкретных программ:

1. Нажмите  $\left[ \leftarrow \right] \left[ \text{MEM} \right] \left[ 2 \right]$  (2PGM), чтобы вывести первую метку из списка программ.
2. Проллистайте список программ (нажимайте  $\left[ \wedge \right]$  или  $\left[ \vee \right]$ ), пока не увидите метку и размер нужной программы. Например, LBL F LN=57.
3. Дополнительно: Вы можете нажать  $\left[ \leftarrow \right] \left[ \text{SHOW} \right]$ , чтобы вывести на экран контрольную сумму программы (в шестнадцатеричном виде) и ее длину (в байтах). Например, СК=9CC9 LN=57.

Чтобы проверить требования к памяти для уравнения в программе:

1. Выведите на экран строку программы, содержащую уравнение.
2. Нажмите  $\left[ \leftarrow \right] \left[ \text{SHOW} \right]$ , чтобы увидеть его контрольную сумму и длину. Например, СК=AB71 LN=15.

---

## Сброс калькулятора

Если калькулятор не реагирует на нажатия клавиш или ведет себя каким-то еще необычным образом, попытайтесь выполнить его сброс. При сбросе калькулятора останавливается текущий расчет и отменяются режим ввода программ, режим ввода цифр, выполнение программы, вычисления с помощью SOLVE или  $\int$  FN, вывод данных по VIEW или INPUT. Сохраненные данные, как правило, не затрагиваются.

Чтобы выполнить сброс калькулятора, удерживайте нажатой клавишу **C**, а затем нажмите **GTO**. Если выполнить сброс не удается, попробуйте установить свежие батареи. Если сброс невозможен или калькулятор продолжает работать неправильно, нужно попытаться очистить память с помощью специальной процедуры, описанной в следующем разделе.

Если калькулятор по-прежнему не реагирует на нажатия клавиш, с помощью тонкого заостренного предмета нажмите кнопку сброса в отверстии, обозначенном RESET.

Сброс также может происходить без участия пользователя в случае падения калькулятора или прерывания питания.

---

## Очистка памяти

Обычный способ очистки пользовательской памяти состоит в нажатии **▶ CLEAR 3** (3ALL). Тем не менее существует также более мощная процедура очистки, которая сбрасывает определенную дополнительную информацию. Она полезна, если клавиатура работает неправильно.

Если калькулятор не реагирует на нажатия клавиш и вам не удается восстановить его работу путем сброса или замены батарей, попробуйте выполнить описанную далее процедуру MEMORY CLEAR. Эта комбинация клавиш очищает всю память, выполняет сброс калькулятора, а также восстанавливает для всех форматов и режимов их первоначальные установки по умолчанию (см. ниже).

1. Нажмите и удерживайте клавишу **C**.
2. Нажмите и удерживайте клавишу **R/S**.
3. Нажмите **i**. (Одновременно должны быть нажаты три клавиши). Когда вы отпустите все три клавиши, на экране в случае успешного выполнения операции появится сообщение MEMORY CLEAR.

<b>Параметр</b>	<b>CLEAR ALL</b>	<b>MEMORY CLEAR (установка по умолчанию)</b>
Угловой режим	Не изменяется	Градусы
Режим системы счисления	Не изменяется	Десятичная
Контрастность	Не изменяется	Средняя
Десятичная точка	Не изменяется	" , "
Разделитель тысяч	Не изменяется	"1,000"
Знаменатель (значение /с)	Не изменяется	4095
Формат отображения	Не изменяется	FIX 4
Флаги	Не изменяется	Сняты
Режим комплексных чисел	Не изменяется	xiу
Режим отображения дробей	Не изменяется	Выключен
Начальное значение генератора случайных чисел	Не изменяется	0
Указатель уравнений	EQN LIST TOP	EQN LIST TOP
Список уравнений	Очищен	Очищен
FN = метка	Пусто	Пусто
Указатель программы	PRGM TOP	PRGM TOP
Программная память	Очищена	Очищена
Подъем стека	Включен	Включен
Регистры стека	Сброшены в нуль	Сброшены в нуль
Переменные	Сброшены в нуль	Сброшены в нуль
Косвенные переменные	Не определены	Не определены
Логика	Не изменяется	RPN

Очистка памяти также может происходить непреднамеренно в случае падения калькулятора или прерывания питания.

## Состояние подъема стека

Четыре регистра стека калькулятора всегда активны, а у стека всегда есть состояние подъема стека. Другими словами, подъем стека всегда либо включен, либо выключен, что влияет на поведение стека при помещении следующего числа в регистр X (см. главу 2 "Автоматический стек памяти").

При всех операциях, кроме указанных в следующих двух разделах, подъем стека включается.

## Операции, отключающие подъем стека

Подъем стека отключается при следующих пяти операциях: **ENTER**, **Σ+**, **Σ-**, **CLEAR 1** (1X) и **CLEAR 5** (5STK). Число, вводимое после одной из таких операций, будет записано поверх числа, находящегося в данный момент в регистре X. Регистры Y, Z и T при этом остаются без изменений.

Кроме того, когда клавиши **C** и **←** действуют как CLx, они также отключают подъем стека.

Функция INPUT отключает подъем стека, прерывая программу для вывода запроса (так что любое вводимое при этом число заменяет содержимое регистра X), однако вновь включает его при возобновлении программы.

## Операции, нейтральные к подъему стека

Следующие операции не влияют на состояние подъема стека:

DEG, RAD, GRAD	FIX, SCI, ENG, ALL	DEC, HEX, OCT, BIN	CLVARS
PSE	SHOW	RADIX . RADIX ,	CLΣ
<b>OFF</b> <b>RCL</b> <b>+</b>	<b>R/S</b> и STOP	<b>^</b> и <b>v</b>	<b>C</b> * и <b>←</b> *
<b>MEM</b> <b>1</b> (1VAR)**	<b>MEM</b> <b>2</b> (2PGM)**	<b>GTO</b> . <b>.</b> <b>.</b>	<b>GTO</b> . <b>.</b> метка nnn
EQN	FDISP	Ошибки	<b>PRGM</b> и ввод программы
Переключение двоичных окон	Ввод цифр	$xiy r \theta a$	<b>UNDO</b>

\* Кроме использования в качестве CLx.  
\*\* Включая все операции, выполняемые при отображаемом на экране каталоге, за исключением {VAR} **ENTER** и {PGM} **XEQ**, которые включают подъем стека.

## Состояние регистра LAST X

Следующие операции в режиме RPN сохраняют значение  $x$  в регистре LAST X:

$+$ , $-$ , $\times$ , $\div$	$\sqrt{x}$ , $x^2$ ,	$e^x$ , $10^x$
LN, LOG	$y^x$ , $\sqrt[y]{y}$	$1/x$ , INT $\div$ , Rmdr
SIN, COS, TAN	ASIN, ACOS, ATAN	$\hat{x}$ $\hat{y}$
SINH, COSH, TANH	ASINH, ACOSH, ATANH	IP, FP, SGN, INTG, RND, ABS
% , %CHG	$\Sigma+$ , $\Sigma-$	RCL+, $-$ , $\times$ , $\div$
	HMS $\rightarrow$ , $\rightarrow$ HMS	$\rightarrow$ DEG, $\rightarrow$ RAD
nCr nPr	!	ARG
CMPLX $+$ , $-$ , $\times$ , $\div$	CMPLX $e^x$ , LN, $y^x$ , $1/x$	CMPLX SIN, COS, TAN
$\rightarrow$ kg, $\rightarrow$ lb	$\rightarrow$ $^{\circ}$ C, $\rightarrow$ $^{\circ}$ F	$\rightarrow$ cm, $\rightarrow$ in
$\rightarrow$ l, $\rightarrow$ gal	$\rightarrow$ KM $\rightarrow$ MILE	

Обратите внимание, что функция  $/c$  не влияет на регистр LAST X.

Последовательность арифметики извлечения  $\boxed{X}$   $\boxed{RCL}$   $\boxed{+}$  переменная

сохраняет в LASTx значение  $x$ , а последовательность  $\boxed{X}$   $\boxed{RCL}$  переменная

$\boxed{+}$  – извлеченное число.

В режиме ALG регистр LAST X выступает как дополнение к стеку: он содержит число, являющееся результатом последнего выражения. Благодаря этому в режиме ALG можно использовать результат предыдущего выражения.

---

## Доступ к содержимому регистров стека

Значения, находящиеся в каждом из четырех регистров стека X, Y, Z и T, в режиме RPN доступны для использования в уравнениях и программах с помощью команд REGX, REGY, REGZ и REGT.

Чтобы воспользоваться этими инструкциями, сначала нажмите **EQN**. После этого при нажатии **R↓** появляется меню регистров X, Y, Z и T. Нажимая клавиши **>** и **<**, можно перемещать символ подчеркивания, отмечающий выбранный в данный момент регистр. Клавиша **ENTER** вводит в программу или уравнение инструкцию, которая извлекает значение указанного регистра стека для дальнейшего использования. Эти инструкции обозначаются REGX, REGY, REGZ и REGT.

Например, если при вводе строки программы нажать **EQN** и ввести инструкции REGX x REGY x REGZ x REGT, то эта строка будет вычислять произведение значений 4 регистров стека и помещать результат в регистр X. Предыдущие значения регистров X, Y и Z окажутся в регистрах Y, Z и T.

Эта возможность калькулятора HP 35s позволяет выполнять множество подобных эффективных расчетов со стеком, которые иначе были бы невозможны.



## Обзор режима ALG

### О режиме ALG

В данном приложении приводится краткая сводка уникальных особенностей режима ALG, которые касаются:

- Арифметических операций с двумя аргументами
- Экспоненциальных и логарифмических функций  
( $\boxed{\leftarrow} \boxed{10^x}$ ,  $\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{LOG}}$ ,  $\boxed{\rightarrow} \boxed{e^x}$ ,  $\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{LN}}$ )
- Тригонометрических функций
- Частей чисел
- Просмотра стека
- Операций с комплексными числами
- Интегрирования уравнений
- Арифметики по основанию 2, 8 или 16
- Ввода двумерных статистических данных

Чтобы перевести калькулятор в режим ALG, нажмите  $\boxed{\text{MODE}} \boxed{4}$  (4ALG). Когда калькулятор находится в этом режиме, индикатор ALG включен.

В режиме ALG операции выполняются в следующем порядке.

1. Выражения в скобках.
2. Функция факториала (!), требующая ввода значения перед нажатием  $\boxed{!}$ .
3. Функции, требующие ввода значений после нажатия клавиши функции, например: COS, SIN, TAN, ACOS, ASIN, ATAN, LOG, LN,  $x^2$ ,  $1/x$ ,  $\sqrt{x}$ ,  $\pi$ ,  $\sqrt[3]{x}$ , %, RND, RAND, IP, FP, INTG, SGN, nPr, nCr, %CHG, INT $\div$ , Rmdr, ABS,  $e^x$ ,  $10^x$ , преобразования единиц измерения.
4.  $\sqrt[y]{x}$  и  $y^x$ .

5. Унарный минус +/-
6.  $\times$ ,  $\div$
7. +, -
8. =

## Выполнение арифметических операций с двумя аргументами в режиме ALG

Это обсуждение арифметических операций в режиме ALG заменяет соответствующие разделы руководства. Режим ALG влияет на следующие арифметические операции с двумя аргументами:

- Простые арифметические операции
- Степенные функции ( $y^x$ ,  $\sqrt[x]{y}$ )
- Вычисления процентов ( $\%$  и  $\rightarrow$  %CHG)
- Перестановки и сочетания ( $\leftarrow$  nCr,  $\rightarrow$  nPr)
- Частное и остаток от деления ( $\leftarrow$  INTG 2 (2INTG $\div$ ),  $\leftarrow$  INTG 3 (3Rmdr))

### Простые арифметические операции

Вот несколько примеров выполнения простых арифметических операций.

В режиме ALG нужно ввести первое число, нажать клавишу операции ( $\leftarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\times$ ,  $\div$ ), ввести второе число и, наконец, нажать клавишу  $\rightarrow$ .

Чтобы вычислить:	Нажмите:	Экран:
12 + 3	$\leftarrow$ $\leftarrow$ $\leftarrow$ $\rightarrow$ $\rightarrow$	12+3 15.0000
12 - 3	$\leftarrow$ $\leftarrow$ $\leftarrow$ $\rightarrow$ $\rightarrow$	12-3 9.0000
12 $\times$ 3	$\leftarrow$ $\leftarrow$ $\times$ $\rightarrow$ $\rightarrow$	12 $\times$ 3 36.0000
12 $\div$ 3	$\leftarrow$ $\leftarrow$ $\div$ $\rightarrow$ $\rightarrow$	12 $\div$ 3 4.0000

## Степенные функции

В режиме ALG для возведения числа  $y$  в степень  $x$  нужно ввести  $y$   $y^x$   $x$ , а затем нажать  $\text{ENTER}$ .

Чтобы вычислить:	Нажмите:	Экран:
$12^3$	$\boxed{1} \boxed{2} \boxed{y^x} \boxed{3} \text{ENTER}$	$12^3$ 1,728.0000
$64^{1/3}$ (кубический корень)	$\boxed{\leftarrow} \boxed{\sqrt[y]{x}} \boxed{3} \boxed{>} \boxed{6} \boxed{4} \text{ENTER}$	$\% \text{ROOT}(3,64)$ 4.0000

## Вычисления процентов

**Функция процентов.** Клавиша  $\%$  делит число на 100.

Чтобы вычислить:	Нажмите:	Экран:
27% от 200	$\boxed{\rightarrow} \boxed{\%} \boxed{2} \boxed{0} \boxed{0} \boxed{>} \boxed{2} \boxed{7} \text{ENTER}$	$\% (200,27)$ 54.0000
200 минус 27%	$\boxed{2} \boxed{0} \boxed{0} \boxed{-} \boxed{\rightarrow} \boxed{\%} \boxed{2} \boxed{7} \text{ENTER}$	$200 - \% (200,27)$ 146.0000
25 плюс 12%	$\boxed{2} \boxed{5} \boxed{+} \boxed{\rightarrow} \boxed{\%} \boxed{2} \boxed{5} \boxed{>} \boxed{1} \boxed{2} \text{ENTER}$	$25 + \% (25,12)$ 28.0000

Чтобы вычислить:	Нажмите:
$x\%$ от $y$	$\boxed{\rightarrow} \boxed{\%} \boxed{y} \boxed{>} \boxed{x} \text{ENTER}$
Изменение в процентах от $y$ до $x$ ( $y \neq 0$ )	$\boxed{\leftarrow} \boxed{\% \text{CHG}} \boxed{y} \boxed{>} \boxed{x} \text{ENTER}$

### Пример:

Предположим, что товар ценой \$15,76 в прошлом году стоил \$16,12. Каково изменение в процентах цены этого года по сравнению с прошлым?

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\boxed{\leftarrow} \boxed{\% \text{CHG}} \boxed{1} \boxed{6} \boxed{\cdot}$		В этом году цена упала примерно на 2,2% по сравнению с прошлым годом.
$\boxed{1} \boxed{2} \boxed{>} \boxed{1} \boxed{5} \boxed{\cdot}$	$\% \text{CHG}(16.12,15.7$	
$\boxed{7} \boxed{6} \text{ENTER}$	$-2.2333$	

## Перестановки и сочетания

### Пример: Сочетания людей.

Компания, в числе сотрудников которой 14 женщин и 10 мужчин, создает комиссию по технике безопасности из 6 человек. Сколько возможно различных сочетаний членов комиссии?

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\left[ \leftarrow \right]$ $\left[ nCr \right]$ $\left[ 2 \right]$ $\left[ 4 \right]$ $\left[ \rightarrow \right]$	nCr(2,4)	Общее число возможных сочетаний.
$\left[ 6 \right]$ $\left[ \text{ENTER} \right]$	134,596.0000	

## Частное и остаток от деления

Клавиши  $\left[ \leftarrow \right]$   $\left[ \text{INTG} \right]$   $\left[ 2 \right]$  ( $2\text{INTG} \div$ ) и  $\left[ \leftarrow \right]$   $\left[ \text{INTG} \right]$   $\left[ 3 \right]$  ( $3\text{Rmdr}$ ) позволяют получить соответственно частное и остаток от операции деления двух целых чисел.

$\left[ \leftarrow \right]$   $\left[ \text{INTG} \right]$   $\left[ 2 \right]$  ( $2\text{INTG} \div$ ) Целое1  $\left[ \rightarrow \right]$  Целое2.  $\left[ \text{ENTER} \right]$

$\left[ \leftarrow \right]$   $\left[ \text{INTG} \right]$   $\left[ 3 \right]$  ( $3\text{Rmdr}$ ) Целое1  $\left[ \rightarrow \right]$  Целое2.  $\left[ \text{ENTER} \right]$

### Пример:

Чтобы вывести частное и остаток от деления  $58 \div 9$

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\left[ \leftarrow \right]$ $\left[ \text{INTG} \right]$ $\left[ 2 \right]$ ( $2\text{INTG} \div$ )	IDIV(58,9)	На экран выводится частное.
$\left[ 5 \right]$ $\left[ 8 \right]$ $\left[ \rightarrow \right]$ $\left[ 9 \right]$ $\left[ \text{ENTER} \right]$	6.0000	
$\left[ \leftarrow \right]$ $\left[ \text{INTG} \right]$ $\left[ 3 \right]$ ( $3\text{Rmdr}$ )	RMDR(58,9)	На экран выводится остаток.
$\left[ 5 \right]$ $\left[ 8 \right]$ $\left[ \rightarrow \right]$ $\left[ 9 \right]$ $\left[ \text{ENTER} \right]$	4.0000	

## Вычисления со скобками

Скобки следует использовать, когда вы хотите отложить вычисление промежуточного результата до момента, когда будут введены дополнительные числа. Например, пусть вам необходимо вычислить:

$$\frac{30}{85-12} \times 9$$

Если нажать клавиши  $\boxed{3} \boxed{0} \boxed{\div} \boxed{8} \boxed{5} \boxed{-} \boxed{1} \boxed{2} \boxed{\times} \boxed{9}$ , то калькулятор вычислит результат  $-107,6471$ . Однако это совсем не то, что нам нужно. Чтобы отложить деление до момента, когда будет выполнено вычитание 12 из 85, воспользуемся скобками:

Клавиши:	Экран:	Описание:
$\boxed{3} \boxed{0} \boxed{\div} \boxed{(} \boxed{8} \boxed{5} \boxed{-}$	$30 \div (85 - )$	Вычисления пока не выполняются.
$\boxed{1} \boxed{2} \boxed{>}$	$30 \div (85 - 12) _$	Вычисляется $85 - 12$ .
$\boxed{\times} \boxed{9}$	$30 \div (85 - 12) \times 9 _$	Вычисляется $30/73$ .
$\boxed{\text{ENTER}}$	$30 \div (85 - 12) \times 9$ $3.6986$	Вычисляется $30 / (85 - 12) \times 9$ .

Знак умножения ( $\times$ ) перед левой скобкой можно опустить (такое подразумеваемое умножение недоступно в режиме уравнений). Например, выражение  $2 \times (5 - 4)$  можно ввести как  $\boxed{2} \boxed{(} \boxed{5} \boxed{-} \boxed{4}$ , не вставляя клавишу  $\boxed{\times}$  между 2 и левой скобкой.

## Экспоненциальные и логарифмические функции

Чтобы вычислить:	Нажмите:	Экран:
Натуральный логарифм (основание $e$ )	$\boxed{\text{LN}} \boxed{1} \boxed{\text{ENTER}}$	$\text{LN}(1)$ $0.0000$
Обычный логарифм (основание 10)	$\boxed{\text{LOG}} \boxed{1} \boxed{0}$ $\boxed{\text{ENTER}}$	$\text{LOG}(10)$ $1.0000$
Натуральную экспоненту	$\boxed{\text{e}^x} \boxed{2} \boxed{\text{ENTER}}$	$\text{EXP}(2)$ $7.3891$
Обычную экспоненту (десятичный антилогарифм)	$\boxed{10^x} \boxed{2} \boxed{\text{ENTER}}$	$\text{ALOG}(2)$ $100.0000$

## Тригонометрические функции

Предположим, что выбран угловой режим градусов  $\boxed{\text{MODE}} \boxed{1}$  (1DEG)

Чтобы вычислить:	Нажмите:	Экран:
Синус $x$	<b>SIN</b> <b>3</b> <b>0</b> <b>ENTER</b>	SIN(30) 0.5000
Косинус $x$	<b>COS</b> <b>6</b> <b>0</b> <b>ENTER</b>	COS(60) 0.5000
Тангенс $x$	<b>TAN</b> <b>4</b> <b>5</b> <b>ENTER</b>	TAN(45) 1.0000
Арксинус $x$	<b>ASIN</b> <b>1</b> <b>ENTER</b>	ASIN(1) 90.0000
Аркосинус $x$	<b>ACOS</b> <b>0</b> <b>ENTER</b>	ACOS(0) 90.0000
Арктангенс $x$	<b>ATAN</b> <b>0</b> <b>ENTER</b>	ATAN(0) 0.0000

## Гиперболические функции

Чтобы вычислить:	Нажмите:
Гиперболический синус $x$ (SINH)	<b>←</b> <b>HYP</b> <b>SIN</b> , введите число, нажмите <b>ENTER</b>
Гиперболический косинус $x$ (COSH)	<b>←</b> <b>HYP</b> <b>COS</b> , введите число, нажмите <b>ENTER</b>
Гиперболический тангенс $x$ (TANH)	<b>←</b> <b>HYP</b> <b>TAN</b> , введите число, нажмите <b>ENTER</b>
Гиперболический арксинус $x$ (ASINH)	<b>←</b> <b>HYP</b> <b>ASIN</b> , введите число, нажмите <b>ENTER</b>
Гиперболический аркосинус $x$ (ACOSH)	<b>←</b> <b>HYP</b> <b>ACOS</b> , введите число, нажмите <b>ENTER</b>
Гиперболический арктангенс $x$ (ATANH)	<b>←</b> <b>HYP</b> <b>ATAN</b> , введите число, нажмите <b>ENTER</b>

---

## Части чисел

Чтобы вычислить:	Нажмите:	Экран:
Целую часть от 2,47	INTG  (6IP) ENTER	IP(2.47) 2.0000
Дробную часть от 2,47	INTG  (5FP) ENTER	FP(2.47) 0.4700
Абсолютную величину -7	ABS   ENTER	ABS(-7) 7.0000
Значение знака 9	INTG  (1SGN) ENTER	SGN(9) 1.0000
Наибольшее целое, меньшее или равное -5,3	INTG  (4INTG) ENTER	INTG(-5.3) -6.0000

---

## Просмотр стека

Клавиши и выводят на экран меню регистров X, Y, Z и T, позволяя просмотреть все содержимое стека. Различие между клавишами и связано с положением символа подчеркивания на экране. При нажатии подчеркивание установлено на регистр T, а при нажатии – на регистр Y.

При нажатии выводится следующее меню:

X Y Z T

значение

При нажатии выводится следующее меню:

X Y Z T

значение

Нажимая клавиши или (а также и ) , вы можете просмотреть все содержимое стека и извлечь нужный регистр. На экране он обозначается REGX, REGY, REGZ или REGT в зависимости от того, какая часть стека была извлечена для возможного использования в дальнейших вычислениях.

Регистры X, Y, Z и T в режиме ALG имеют такие же значения, как в режиме RPN. После обычных расчетов, решения уравнений, выполнения программ или интегрирования значения четырех регистров в режимах RPN и ALG будут одинаковыми. Они сохраняются при переключении между режимами логики ALG и RPN.

---

## Интегрирование уравнения

1. Введите нужное уравнение (см. раздел "Ввод уравнений в список уравнений" в Главе 6) и выйдите из режима уравнений.
2. Задайте пределы интегрирования: введите *нижний* предел и нажмите  $\boxed{x \rightarrow y}$ , затем введите верхний предел.
3. Выведите уравнение на экран: нажмите  $\boxed{\text{EQN}}$  и при необходимости пролистайте список уравнений (клавишами  $\boxed{\wedge}$  и  $\boxed{\vee}$ ), пока на экране не появится нужное уравнение.
4. Выберите переменную интегрирования: нажмите  $\boxed{\leftarrow}$   $\boxed{\int}$  *переменная*. При этом запускается процесс расчета.

---

## Операции с комплексными числами

**Чтобы ввести комплексное число:**

**Форма  $x + iy$**

1. Введите действительную часть.
2. Нажмите  $\boxed{i}$ .
3. Введите мнимую часть.

**Форма  $x + y \cdot i$**

1. Введите действительную часть.
2. Нажмите  $\boxed{+}$ .
3. Введите мнимую часть.
4. Нажмите  $\boxed{i}$ .

**Форма  $r \angle \theta$**

1. Введите значение  $r$ .
2. Нажмите  $\boxed{\angle}$   $\boxed{\theta}$ .
3. Введите значение  $\theta$ .

**Для проведения операции с одним комплексным числом:**

1. Выберите желаемую функцию.
2. Введите комплексное число  $z$ .
3. Нажмите **[ENTER]** для проведения расчета.
4. Вычисленный результат будет отображен на строке 2 в форме, выбранной с помощью **[MODE]**.

**Для проведения арифметической операции с двумя комплексными числами:**

1. Введите первое комплексное число  $z_1$ .
2. Выберите арифметическую операцию.
3. Введите второе комплексное число  $z_2$ .
4. Нажмите **[ENTER]** для проведения расчета.
5. Вычисленный результат будет отображен на строке 2 в форме, выбранной с помощью **[MODE]**.

Вот несколько примеров вычислений с комплексными числами:

**Пример:**

Вычислить  $\sin(2 + 3i)$

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>[] [DISPLAY] [9] (9<i>i</i>.)</b>		Выбираем формат отображения.
<b>[SIN] [2] [+ ] [3] [i]</b>	<b>SIN(2 + 3<i>i</i>)</b>	
<b>[ENTER]</b>	<b>SIN(2 + 3<i>i</i>) 9.1545<i>i</i>-4.1689</b>	Результат равен 9,1545 $i$ -4,1689.

**Пример:**

Вычислить выражение

$$z_1 \div (z_2 + z_3),$$

где  $z_1 = 23 + 13i$ ,  $z_2 = -2 + i$   $z_3 = 4 - 3i$

Клавиши:	Экран:	Описание:
[←] [DISPLAY] [.] [1] (10x+y·i) [()] [2] [3] [+], [1] [3] [i] [>] [÷] [()] [+/-] [2] [+] [i] [+], [4] [-], [3] [i] [ENTER]	$i \div (-2 + i + 4 - 3i)$  $(23 + 13i) \div (-2 + \dots$	Выбираем формат отображения.  Результат равен 2,5000 + 9,0000 i

**Пример:**

Вычислить  $(4 - 2/5 i) \times (3 - 2/3 i)$

Клавиши:	Экран:	Описание:
[()] [4] [-] [.] [2] [.] [5] [i] [>] [x] [()] [3] [-] [.] [2] [.] [3] [i] [ENTER]	$5i) \times (3 - 0.2/3i)$  $(4 - 0.2/5i) \times (3 \dots$	Результат равен 11,7333 i - 3,8667

## Арифметика по основанию 2, 8 и 16

Вот несколько примеров арифметических расчетов в шестнадцатеричном, восьмеричном и двоичном режимах:

**Пример:**

Клавиши:	Экран:	Описание:
[MODE] [BASE] [2] (2HEX)	$12F_{16} + E9A_{16} = ?$	Выбираем основание 16; индикатор <b>HEX</b> включен.
[1] [2] [RCL] [F] [MODE] [BASE] [6] (6h) [+], [RCL] [E] [9] [RCL] [A] [MODE] [BASE] [6] (6h) [ENTER]	$12Fh + E9Ah$  $FC9h$	Результат.

	$7760_8 - 4326_8 = ?$	
$\boxed{\rightarrow}$ <b>BASE</b> $\boxed{3}$ (3OCT)	$12Fh + E9Ah$	Выбираем основание 8;
	$7711_0$	индикатор <b>OCT</b>
		включен.
$\boxed{7}$ $\boxed{7}$ $\boxed{6}$ $\boxed{0}$ $\boxed{\rightarrow}$ <b>BASE</b>	$7760_0 - 4326_0$	Число на экране
$\boxed{7}$ ( $7_0$ )	$3432_0$	преобразуется в
$\boxed{-}$ $\boxed{4}$ $\boxed{3}$ $\boxed{2}$ $\boxed{6}$ $\boxed{\rightarrow}$		восьмеричный вид.
<b>BASE</b> $\boxed{7}$ ( $7_0$ ) <b>ENTER</b>		
	$100_8 \div 5_8 = ?$	
$\boxed{1}$ $\boxed{0}$ $\boxed{0}$ $\boxed{\rightarrow}$ <b>BASE</b> $\boxed{7}$	$100_0 \div 5_0$	Целая часть результата.
$(7_0) \boxed{\div}$ $\boxed{5}$ $\boxed{\rightarrow}$	$14_0$	
<b>BASE</b> $\boxed{7}$ ( $7_0$ ) <b>ENTER</b>		
	$5A0_{16} + 10011000_2 = ?$	
$\boxed{\rightarrow}$ <b>BASE</b> $\boxed{2}$ (2HEX)	$5A0h +$	Выбираем основание
$\boxed{5}$ <b>RCL</b> $\boxed{A}$ $\boxed{0}$ $\boxed{\rightarrow}$		16; индикатор <b>HEX</b>
<b>BASE</b> $\boxed{6}$ (6h) $\boxed{+}$		включен.
$\boxed{1}$ $\boxed{0}$ $\boxed{0}$ $\boxed{1}$ $\boxed{1}$ $\boxed{0}$ $\boxed{0}$ $\boxed{\leftarrow}$	$A0h + 10011000_2$	
$\boxed{0}$ $\boxed{\rightarrow}$ <b>BASE</b> $\boxed{8}$ (8b)		
<b>ENTER</b>	$5A0h + 10011000_2$	Результат в
	$638h$	шестнадцатеричном
		виде.
$\boxed{\rightarrow}$ <b>BASE</b> $\boxed{1}$ (1DEC)	$5A0h + 10011000_2$	Восстанавливаем
	$1.592.0000$	десятичный режим.

## Ввод двумерных статистических данных

В режиме **ALG** важно не забывать вводить пару значений ( $x$ ,  $y$ ) в *обратном порядке* ( $y$   $\boxed{x \leftrightarrow y}$   $x$  или  $y$  **ENTER**  $x$ ), чтобы значение  $y$  оказалось в регистре  $Y$ , а значение  $x$  в регистре  $X$ .

1. Нажмите  $\boxed{\rightarrow}$  **CLEAR**  $\boxed{4}$  ( $4\Sigma$ ), чтобы очистить существующие статистические данные.
2. Введите *сначала* значение  $y$  и нажмите  $\boxed{x \leftrightarrow y}$ .
3. Введите соответствующее значение  $x$  и нажмите  $\boxed{\Sigma+}$ .
4. На экране отображается  $n$  – число накопленных к данному моменту пар статистических данных.
5. Продолжайте ввод пар  $x$ ,  $y$ . Значение  $n$  обновляется при вводе каждой пары.

Чтобы удалить только что введенные неправильные значения, нажмите  . После удаления ошибочных статистических данных калькулятор отображает последние введенные данные на строке 1 (верхняя строка экрана), а значение  $n$  на строке 2. Если статистических данных нет, то на строке 2 отображается  $n=0$ .

### Пример:

Введите показанные слева значения  $x$ ,  $y$ , а затем внесите исправления, указанные справа:

Исходные $x$ , $y$	Исправленные $x$ , $y$
20, 4	20, 5
400, 6	40, 6

Клавиши:	Экран:	Описание:
 CLEAR  (4Σ)		Очистка существующих статистических данных.
    	20 Σ+ 1.0000	Ввод первой пары новых данных.
     	400 Σ+ 2.0000	На экран выводится $n$ – число введенных пар значений.
 LASTx	LASTx 400.0000	Восстанавливаем последнее значение $x$ . Последнее значение $y$ все еще в регистре $Y$ .
 	400 Σ- 1.0000	Удаление последней пары значений.
    	40 Σ+ 2.0000	Повторный ввод последней пары значений.
     	20 Σ- 1.0000	Удаление первой пары значений.
    	20 Σ+ 2.0000	Повторный ввод первой пары значений. В статистических регистрах по-прежнему находятся две пары значений.

## Линейная регрессия

Линейная регрессия (называемая также *линейным оцениванием*) представляет собой статистический метод для нахождения прямой линии, которая наилучшим образом соответствует набору данных  $x, y$ .

- Чтобы найти оценку значения  $x$  (или  $y$ ), введите заданное гипотетическое значение  $y$  (или  $x$ ), нажмите **ENTER**, а затем **◀** **L.R.** (**ŷ**) (или **◀** **L.R.** **>** (**ŷ**)).
- Чтобы найти параметры линии, наилучшим образом соответствующей данным, нажмите **◀** **L.R.**, а затем (**r**), (**m**) или (**b**).



# D

## Дополнительная информация о решении уравнений

---

В данном приложении приводится информация о работе функции SOLVE, дополняющая материалы Главы 7.

---

### Как SOLVE находит корень

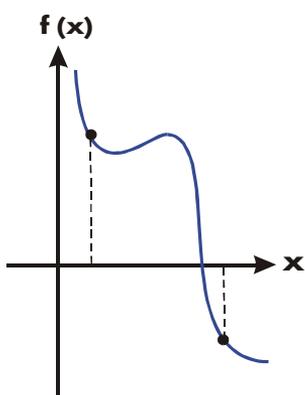
Первоначально функция SOLVE пытается напрямую решить уравнение относительно неизвестной переменной. Если это не удается, SOLVE переходит к итерационной (повторяющейся) процедуре. *Итерационная* процедура опирается на многократное выполнение заданного уравнения. Полученное значение уравнения представляет собой функцию  $f(x)$  неизвестной переменной  $x$ . (В математике  $f(x)$  обозначает функцию переменной  $x$ ). SOLVE начинает с оценки неизвестной переменной  $x$  и уточняет эту оценку при каждом последующем вычислении функции  $f(x)$ .

Если любые две последовательные оценки функции  $f(x)$  имеют противоположные знаки, то SOLVE предполагает, что функция  $f(x)$  пересекает ось  $x$  хотя бы в одной точке между этими двумя оценками. Этот интервал систематически сужается до тех пор, пока корень не будет найден.

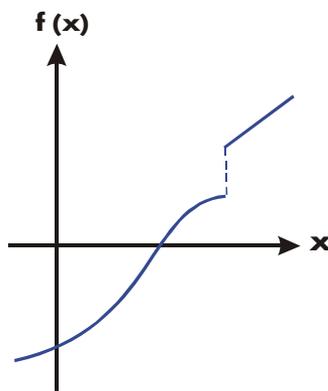
Чтобы функция SOLVE могла найти корень, он должен существовать в допустимом для калькулятора диапазоне чисел, а функция должна быть математически определена в области итерационного поиска. SOLVE всегда находит корень при условии, что он существует (в границах переполнения), если выполняется одно или несколько из следующих условий:

- Две оценки дают значения  $f(x)$  с противоположными знаками и график функции пересекает ось  $x$  хотя бы в одной точке между этими оценками (см. ниже рис. а).
- $f(x)$  всегда возрастает или всегда убывает при возрастании  $x$  (см. ниже рис. b).

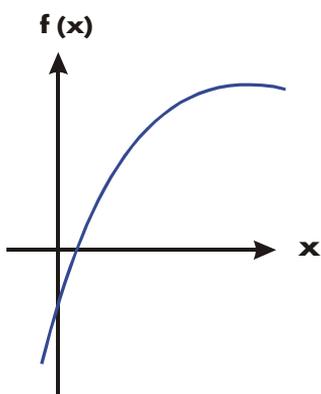
- График  $f(x)$  является всюду вогнутым или всюду выпуклым (см. ниже рис. с).
- $f(x)$  имеет один или несколько локальных минимумов или максимумов, каждый из которых располагается изолированно между смежными корнями  $f(x)$  (см. ниже рис. d).



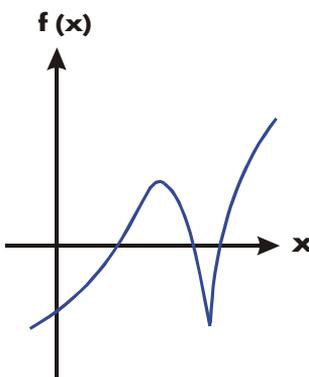
**a**



**b**



**c**



**d**

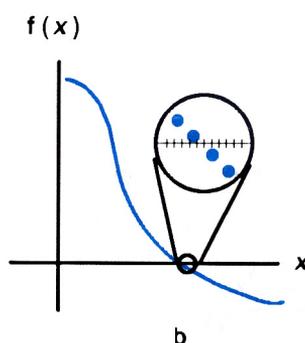
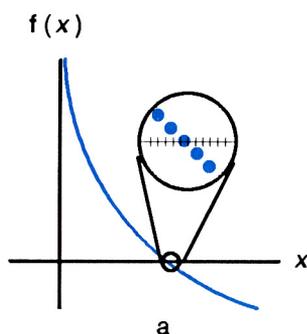
**Функции, для которых можно найти корни**

В большинстве случаев вычисленный корень является точной оценкой теоретического (бесконечно точного) корня уравнения. Для "идеального" решения  $f(x) = 0$ . Тем не менее часто приемлемо и очень небольшое ненулевое значение  $f(x)$ , поскольку оно может являться результатом приближенного представления чисел с ограниченной точностью (12 знаков).

## Интерпретация результатов

Функция SOLVE выдает решение, если выполняется одно из следующих условий:

- Найдена оценка, для которой  $f(x)$  равняется нулю (см. ниже рис. а).
- Найдена оценка, для которой  $f(x)$  не равен нулю, однако вычисленный корень представляет собой 12-значное число, прилегающее к точке пересечения графика функции и оси  $x$  (см. ниже рис. б). Это происходит, когда две последние оценки представляют собой соседние числа (т.е. различаются на единицу в 12-ом знаке) и значение функции для одной оценки положительно, а для другой отрицательно. Они также могут равняться  $(0, 10^{-499})$  или  $(0, -10^{-499})$ . Значение  $f(x)$  в большинстве случаев будет относительно близко к нулю.



- ✓ Чтобы получить дополнительную информацию о результате, нажмите  $\boxed{R\downarrow}$  для просмотра предыдущей оценки корня ( $x$ ), оставшейся в регистре Y. Снова нажмите  $\boxed{R\downarrow}$  для просмотра значения  $f(x)$ , оставшегося в регистре Z. Если значение  $f(x)$  равно нулю или относительно мало, то весьма вероятно, что решение действительно найдено. Однако если  $f(x)$  относительно велико, то к полученным результатам нужно подходить с осторожностью.

### Пример: Уравнение с одним корнем.

Найти корень уравнения:

$$-2x^3 + 4x^2 - 6x + 8 = 0$$

Введем уравнение как выражение:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>		Выбор режима уравнений.
<b>+/-</b> <b>2</b> <b>X</b>		Ввод уравнения.
<b>RCL</b> <b>X</b> <b>y<sup>x</sup></b> <b>3</b>		
<b>+</b> <b>4</b> <b>X</b>		
<b>RCL</b> <b>X</b> <b>y<sup>x</sup></b> <b>2</b>		
<b>-</b> <b>6</b> <b>X</b> <b>RCL</b> <b>X</b>	$-2 \times X^3 + 4 \times X^2 - 6 \rightarrow$	
<b>+</b> <b>8</b> <b>ENTER</b>	CK=B9AD	Контрольная сумма и длина.
<b>↵</b> <b>SHOW</b>	LN=18	
<b>C</b>		Отмена режима уравнений.

Теперь решим уравнение, чтобы найти корень:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>0</b> <b>↵</b> <b>STO</b> <b>X</b>	10_	Начальные приближения для корня.
<b>ENTER</b> <b>1</b> <b>0</b>		
<b>EQN</b>	$-2 \times X^3 + 4 \times X^2 - 6 \rightarrow$	Выбор режима уравнений; выводится начало уравнения.
<b>↵</b> <b>SOLVE</b> <b>X</b>	SOLVING	Решение относительно X; на экран выводится результат.
	X=	
	1.6506	
✓ <b>R↓</b>	1.6506	Две последние оценки совпадают с точностью до 4 десятичных знаков.
✓ <b>R↓</b>	-4.0000E-11	$f(x)$ очень мало, так что найдено хорошее приближение для корня.

### Пример: Уравнение с двумя корнями.

Найти два корня параболического уравнения:

$$x^2 + x - 6 = 0.$$

Введем уравнение как выражение:

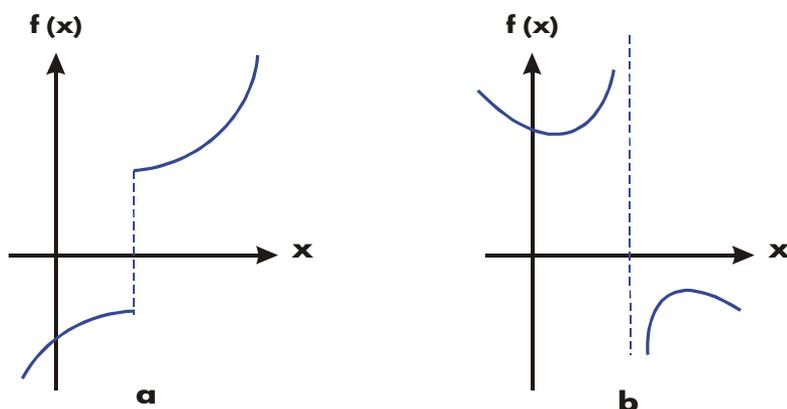
Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>		Выбор режима уравнений.
<b>RCL</b> <b>X</b> <b>y<sup>x</sup></b> <b>2</b> <b>+</b>		Ввод уравнения.
<b>RCL</b> <b>X</b> <b>-</b> <b>6</b>	$X^2+X-6$	
<b>ENTER</b>		
<b>↵</b> <b>SHOW</b>	CK=3971 LN=7	Контрольная сумма и длина.
<b>C</b>		Отмена режима уравнений.

Теперь решим уравнение, чтобы найти его положительный и отрицательный корни:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>0</b> <b>↵</b> <b>STO</b> <b>X</b>	10_	Начальные приближения для положительного корня.
<b>ENTER</b> <b>1</b> <b>0</b>		
<b>EQN</b>	$X^2+X-6$	Выбор режима уравнений; уравнение выводится на экран.
<b>↵</b> <b>SOLVE</b> <b>X</b>	SOLVING X= 2.0000	Вычисление положительного корня по начальным приближениям 0 и 10.
✓ <b>R↓</b>	2.0000	Две последние оценки совпадают.
✓ <b>R↓</b> <b>↵</b> <b>SHOW</b>	0.000000000000	$f(x) = 0$ .
<b>0</b> <b>↵</b> <b>STO</b> <b>X</b>	-10_	Начальные приближения для отрицательного корня.
<b>ENTER</b> <b>1</b> <b>0</b> <b>+/-</b>		
<b>EQN</b>	$X^2+X-6$	Снова выводим уравнение на экран.
<b>↵</b> <b>SOLVE</b> <b>X</b>	SOLVING X= -3.0000	Вычисление отрицательного корня по начальным приближениям 0 и -10.
✓ <b>R↓</b> <b>R↓</b> <b>↵</b> <b>SHOW</b>	0.000000000000	$f(x) = 0$ .

Некоторые случаи требуют специального рассмотрения:

- Если график функции имеет разрыв, пересекающий ось  $x$ , то функция SOLVE возвращает соседнее с разрывом значение (см. ниже рис. а). В этом случае значение  $f(x)$  может оказаться относительно большим.
- Значения  $f(x)$  могут стремиться к бесконечности в точке, где функция меняет знак (см. ниже рис. б). Такая ситуация называется *полюсом*. Функция SOLVE обнаруживает изменение знака между двумя соседними значениями  $x$  и возвращает возможный корень. В то же время значение  $f(x)$  будет относительно большим. Если полюс находится в точке, которую можно точно представить с помощью 12 знаков, то это значение приведет к остановке расчета с сообщением об ошибке.



### Особые случаи: разрыв и полюс

#### Пример: Разрывная функция.

Найти корень уравнения:

$$IP(x) = 1,5$$

Вводим уравнение:

**Клавиши:**

**EQN**

**Экран:**

**Описание:**

Выбор режима уравнений.

<b>[INTG] [6] (6IP)</b>		Ввод уравнения.
<b>[RCL] [X] [&gt;] [=]</b>		
<b>[1] [.] [5] [ENTER]</b>	IP(X)=1.5	
<b>[SHOW]</b>	CK=D2C1 LN=9	Контрольная сумма и длина.
<b>[C]</b>		Отмена режима уравнений.

Теперь попытаемся решить уравнение и найти корень:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>[0] [STO] [X]</b>		Начальные приближения для корня.
<b>[ENTER] [5]</b>	5_	
<b>[EQN]</b>	IP(X)=1.5	Выбор режима уравнений; уравнение выводится на экран.
<b>[SOLVE] [X]</b>	SOLVING X= 2.0000	Находим корень с начальными приближениями 0 и 5.
<b>[SHOW]</b>	1.999999999999	Просмотр значения корня с точностью до 11 десятичных знаков.
✓ <b>[R↓] [SHOW]</b>	2.000000000000	Предыдущая оценка немного больше.
✓ <b>[R↑]</b>	-0.5000	$f(x)$ относительно велика.

Обратите внимание на различие между двумя последними оценками, а также на относительно большое значение  $f(x)$ . Проблема в том, что не существует такого значения  $x$ , для которого  $f(x)$  равнялось бы нулю. Однако при  $x = 1,999999999999$  имеется соседнее значение  $x$ , при котором  $f(x)$  имеет противоположный знак.

### Пример:

Найти корень уравнения

$$\frac{x}{x^2 - 6} - 1 = 0$$

При стремлении  $x$  к  $\sqrt{6}$  значение  $f(x)$  становится очень большим положительным или отрицательным числом.

Введем уравнение в виде выражения.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>		Выбор режима уравнений.
<b>RCL</b> <b>X</b> <b>÷</b> <b>( )</b>		Ввод уравнения.
<b>RCL</b> <b>X</b> <b>y<sup>x</sup></b> <b>2</b>		
<b>-</b> <b>6</b> <b>&gt;</b>		
<b>-</b> <b>1</b> <b>ENTER</b>		
<b>←</b> <b>SHOW</b>	$X \div (X^2 - 6) - 1$ CK=7358 LN=11	Контрольная сумма и длина.
<b>C</b>		Отмена режима уравнений.

Теперь попытаемся решить уравнение и найти корень:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>2</b> <b>.</b> <b>3</b> <b>↵</b>		Начальные приближения для корня.
<b>STO</b> <b>X</b> <b>ENTER</b>	2.7_	
<b>2</b> <b>.</b> <b>7</b>		
<b>EQN</b>	$X \div (X^2 - 6) - 1$	Выбор режима уравнений; уравнение выводится на экран.
<b>↵</b> <b>SOLVE</b> <b>X</b>	NO ROOT FND	Корень для $f(x)$ не найден.

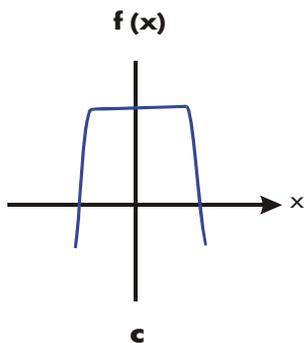
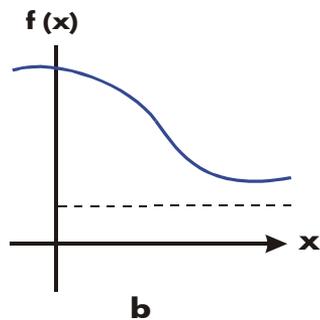
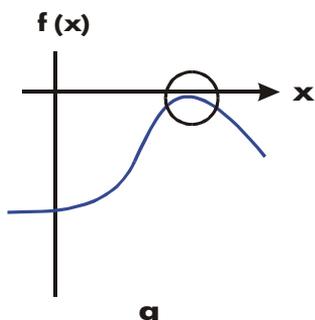
## Когда SOLVE не может найти корень

В некоторых случаях функции SOLVE не удастся найти корень. Сообщение NO ROOT FND выдается при следующих условиях:

- Поиск заканчивается вблизи локального минимума или максимума (см. ниже рис. а).
- Поиск прерывается, поскольку SOLVE оказывается на горизонтальной асимптоте – в области, где значение  $f(x)$  остается по сути постоянным в широком интервале значений  $x$  (см. ниже рис. b).
- Поиск концентрируется в локальной "плоской" области функции (см. ниже рис. с).

В этих случаях значения в стеке будут такими же, как до запуска SOLVE.

## D-8 Дополнительная информация о решении уравнений



**Случаи, когда корень найти не удается**

**Пример: Относительный минимум.**

Вычислить корень параболического уравнения:

$$x^2 - 6x + 13 = 0.$$

Функция имеет минимум при  $x = 3$ .

Вводим уравнение как выражение:

**Клавиши:**

**Экран:**

**Описание:**

**[EQN]**

Выбор режима уравнений.

**[RCL] [X] [y<sup>x</sup>] [2]**

Ввод уравнения.

**[-] [6] [x] [RCL] [X]**

**[+] [1] [3] [ENTER]**

X<sup>2</sup>-6x+13

**[ON] [SHOW]**

CK=EC74

Контрольная сумма и длина.

LN=10

**C**

Отмена режима уравнений.

Теперь попытаемся решить уравнение и найти корень:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>0</b> <b>↵</b> <b>STO</b> <b>X</b>		Начальные приближения для корня.
<b>ENTER</b> <b>1</b> <b>0</b>	10_	Выбор режима уравнений;
<b>EQN</b>	$X^2 - 6X + 13$	уравнение выводится на экран.
<b>↵</b> <b>SOLVE</b> <b>X</b>	NO ROOT FND	Поиск с приближениями 0 и 10 завершается неудачно.

### Пример: Асимптота.

Найти корень уравнения

$$10 - \frac{1}{X} = 0$$

Вводим уравнение как выражение:

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>		Выбор режима уравнений.
<b>1</b> <b>0</b> <b>=</b> <b>1/x</b>		Ввод уравнения.
<b>RCL</b> <b>X</b> <b>ENTER</b>	10-INV(X)	
<b>↵</b> <b>SHOW</b>	CK=6EAB LN=9	Контрольная сумма и длина.
<b>C</b>		Отмена режима уравнений.
<b>.</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>5</b> <b>↵</b>		Положительные начальные приближения для корня.
<b>STO</b> <b>X</b> <b>ENTER</b> <b>5</b>	5_	Выбор режима уравнений;
<b>EQN</b>	10-INV(X)	уравнение выводится на экран.
<b>↵</b> <b>SOLVE</b> <b>X</b>	X= 0.1000	Решение относительно x с начальными приближениями 0,005 и 5.
✓ <b>R</b>	0.1000	Значение совпадает с предыдущей оценкой.
✓ <b>R</b> <b>↵</b> <b>SHOW</b>	0.000000000000	$f(x) = 0$

## D-10 Дополнительная информация о решении уравнений

Теперь посмотрим, что происходит, если задать отрицательные начальные приближения:

<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
$\frac{+}{-}$ <b>1</b> $\frac{\rightarrow}{\leftarrow}$ <b>STO</b> <b>X</b> <b>ENTER</b>	-1.0000	Отрицательные начальные приближения для корня.
$\frac{+}{-}$ <b>2</b> <b>EQN</b>	10-INV(X)	Выбор режима уравнений; уравнение выводится на экран.
$\frac{\rightarrow}{\leftarrow}$ <b>SOLVE</b> <b>X</b>	X= 0.1000	Решение относительно X; вывод результата.

**Пример: Найти корень уравнения.**

$$\sqrt{[x \div (x + 0,3)]} - 0,5 = 0$$

Вводим уравнение как выражение:

<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
<b>EQN</b>		Выбор режима уравнений.
$\sqrt{x}$ <b>RCL</b> <b>X</b> $\div$ <b>( )</b> <b>RCL</b> <b>X</b> <b>+</b> <b>.</b> <b>3</b> <b>&gt;</b> <b>&gt;</b> <b>-</b> <b>.</b> <b>5</b> <b>ENTER</b>	SQRT(X+(X+0.3)) $\rightarrow$	Ввод уравнения.
$\frac{\rightarrow}{\leftarrow}$ <b>SHOW</b>	CK=9F3B LN=19	Контрольная сумма и длина.
<b>C</b>		Отмена режима уравнений.

Сначала попытаемся найти положительный корень:

<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
<b>0</b> $\frac{\rightarrow}{\leftarrow}$ <b>STO</b> <b>X</b> <b>ENTER</b> <b>1</b> <b>0</b>	10_	Положительные начальные приближения для корня.
<b>EQN</b>	SQRT(X+(X+0.3)) $\rightarrow$	Выбор режима уравнений; вывод левой части уравнения.
$\frac{\rightarrow}{\leftarrow}$ <b>SOLVE</b> <b>X</b>	X= 0.1000	Вычисляем корень с начальными приближениями 0 и 10.

Теперь попытаемся найти отрицательный корень, введя приближения 0 и -10. Обратите внимание, что функция не определена для значений  $x$  между 0 и -0,3, поскольку для них знаменатель оказывается положительным, а числитель отрицательным, и возникает квадратный корень из отрицательного числа.

Клавиши:	Экран:	Описание:
0  STO  ENTER  1 0 EQN	-10_ SQRT(X÷(X+0.3))	► Выбор режима уравнений; вывод левой части уравнения.
 SOLVE 	NO ROOT FND	Корень для $f(x)$ не найден.

### Пример: Локальная "плоская" область.

Найти корень функции, заданной следующим образом:

$$f(x) = x + 2 \text{ для } x < -1$$

$$f(x) = 1 \text{ для } -1 \leq x \leq 1 \text{ (локальная плоская область)}$$

$$f(x) = -x + 2 \text{ для } x > 1$$

Вводим функцию как программу в режиме RPN:

```

J001 LBL J
J002 1
J003 2
J004 RCL+ X
J005 x<y?
J006 RTN
J007 4
J008 -
J009 +/-
J010 x>y?
J011 R↓
J012 RTN
  
```

Контрольная сумма и длина: 9412 39

Решение относительно  $X$  с начальными приближениями  $10^{-8}$  и  $-10^{-8}$ .

## D-12 Дополнительная информация о решении уравнений

**Клавиши:**  
**(в режиме RPN)**

**Экран:**

**Описание:**

<b>1</b> <b>E</b> <b>8</b>		
<b>+/-</b> <b>▸</b> <b>STO</b> <b>X</b> <b>1</b>	-1E-8_	Вводим начальные приближения.
<b>+/-</b> <b>E</b> <b>8</b> <b>+/-</b>		
<b>↵</b> <b>FN=</b> <b>J</b>	-1.00000E-8	Выбираем программу "J" в качестве функции.
<b>▸</b> <b>SOLVE</b> <b>X</b>	X= -2.00000	Решение относительно X; вывод результата.

---

## Ошибки округления

Ограниченная точность калькулятора (12 знаков) может вызывать ошибки в результате округления, которое негативно влияет на итерационные процедуры SOLVE и интегрирования. Например, уравнение

$$[(|x| + 1) + 10^{15}]^2 - 10^{30} = 0$$

не имеет корней, потому что  $f(x)$  всегда больше нуля. Тем не менее при начальных приближениях 1 и 2 функция SOLVE из-за ошибок округления возвращает ответ 1,0000.

Ошибки округления также могут приводить к тому, что SOLVE не сможет найти корень. Уравнение

$$|x^2 - 7| = 0$$

имеет корень  $\sqrt{7}$ . Однако ни одно 12-значное число *точно* не равно  $\sqrt{7}$ , поэтому калькулятор не может добиться равенства функции нулю. Более того, эта функция никогда не меняет знак, поэтому SOLVE возвращает сообщение NO ROOT FND.



## Дополнительная информация об интегрировании

---

В данном приложении приводится информация о работе функции интегрирования, дополняющая материалы Главы 8.

---

### Как вычисляется значение интеграла

Операция интегрирования  $\int FN \, dx$  использует для расчета интеграла функции  $f(x)$  алгоритм, основанный на вычислении взвешенного среднего значения функции при многих значениях  $x$  (называемых узлами выборки) в пределах интервала интегрирования. Точность результата при любом таком процессе выборки зависит от числа рассматриваемых узлов: как правило, чем больше узлов выборки, тем выше точность. Если бы можно было вычислить значения  $f(x)$  в бесконечном числе узлов выборки, то алгоритм мог бы – пренебрегая ограничениями из-за неточности вычисления функции  $f(x)$  – всегда давать точный ответ.

Для вычисления функции в бесконечном числе узлов выборки потребовалось бы бесконечное время. Однако делать это не нужно, поскольку максимальная точность вычисленного интеграла ограничивается точностью вычисленных значений функции. Используя лишь конечное число узлов выборки, алгоритм может найти интеграл с точностью, которая оправдана с учетом неизбежной неточности  $f(x)$ .

Алгоритм интегрирования сначала рассматривает лишь несколько узлов выборки, получая относительно неточные приближения. Если эти приближения пока не дают того уровня точности, который возможен при данной точности  $f(x)$ , то алгоритм итерационно повторяется для большего числа узлов. Такие итерации (использующие на каждом шаге примерно в два раза больше узлов выборки) повторяются до тех пор, пока точность получаемого приближения не достигнет уровня, оправданного с учетом неопределенности, присущей значениям  $f(x)$ .

Как поясняется в Главе 8, неопределенность конечного приближения представляет собой величину, зависящую от формата отображения чисел, который задает неопределенность функции. В конце каждой итерации алгоритм сравнивает вычисленное на ней приближение с приближениями, полученными на двух предыдущих итерациях. Если разность между любым из этих значений и двумя другими меньше, чем допустимая неопределенность окончательного приближения, то расчет завершается, оставляя текущее приближение в регистре X, а величину неопределенности в регистре Y.

Чрезвычайно маловероятно, чтобы величины ошибки для всех трех последовательных приближений (т.е. разности между действительным и приближенным значениями интеграла) оказались больше, чем различия между самими приближенными значениями. Следовательно, ошибка окончательного приближения будет меньше, чем его неопределенность (при условии, что  $f(x)$  меняется не слишком быстро). Мы не можем узнать величину ошибки окончательного приближения, однако весьма маловероятно, чтобы она превысила отображаемую величину неопределенности приближения. Другими словами, оценка неопределенности в регистре Y почти наверняка дает "верхнюю границу" разности между приближенным и истинным значением интеграла.

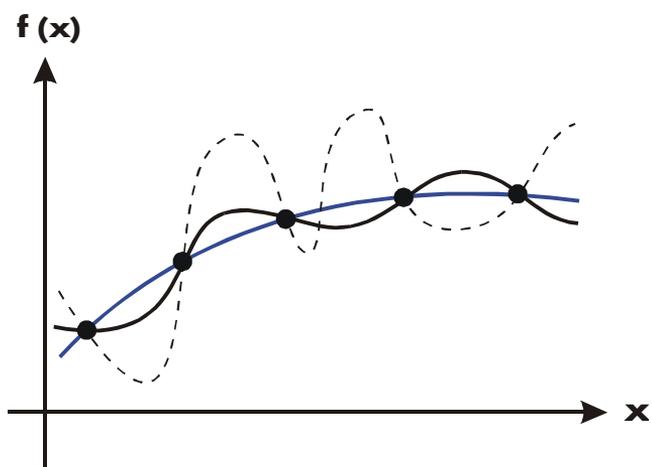
---

## Условия, которые могут привести к неверным результатам

Хотя в калькуляторе HP 35s применяется один из лучших известных алгоритмов интегрирования, в определенных ситуациях он – как и другие алгоритмы численного интегрирования – может давать неверные результаты. *Вероятность этого чрезвычайно мала.* Алгоритм построен таким образом, чтобы обеспечивать точные результаты для почти любой *гладкой* функции. Сколько-нибудь заметный риск получения неточного результата возникает лишь для функций, проявляющих *чрезвычайно* скачкообразное поведение. Такие функции редко возникают в задачах, связанных с реальными физическими явлениями; если это происходит, такие ситуации обычно можно распознать и принять простые меры для их разрешения.

К сожалению, значения  $f(x)$  в узлах выборки – это все, что алгоритм знает о функции, поэтому он не может различить  $f(x)$  и любую другую функцию, которая так же ведет себя во всех этих узлах. Такая ситуация иллюстрируется на следующем рисунке, где (на отдельном участке интервала интегрирования) показаны три функции с графиками, включающими множество общих узлов выборки.

## E-2 Дополнительная информация об интегрировании



При таком числе узлов выборки алгоритм найдет одно и то же приближение для интегралов каждой из трех представленных функций. Истинные интегралы функций, показанных синей и черной сплошными линиями, почти одинаковы, поэтому для этих функций приближение будет достаточно точным. Однако истинный интеграл функции, показанной прерывистой линией, весьма отличается от других, так что для этой функции  $f(x)$  текущее приближение окажется весьма неточным.

Алгоритм определяет общее поведение функции, проводя выборку по все большему и большему числу узлов. Если флуктуации функции в каждой области не слишком отличаются от ее поведения на остальном интервале интегрирования, то на какой-то итерации алгоритма эти флуктуации, скорее всего, будут обнаружены. В этом случае число узлов выборки увеличивается до тех пор, пока последовательные итерации не будут давать приближения, учитывающие наличие наиболее быстрых, но *характеристичных* флуктуаций.

Например, рассмотрим приближенное вычисление интеграла

$$\int_0^{\infty} x e^{-x} dx.$$

Поскольку интеграл рассчитывается численно, можно подумать, что в качестве верхнего предела интегрирования нужно задавать  $10^{499}$  – практически наибольшее число, которое можно ввести в калькулятор.

Давайте попробуем и посмотрим, что при этом происходит. Вводим функцию  $f(x) = x e^{-x}$ .

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>EQN</b>		Выбор режима уравнений.
<b>RCL</b> <b>X</b> <b>X</b> <b>→</b> <b>e<sup>x</sup></b>	X×EXP( )	Ввод уравнения.
<b>+/-</b> <b>RCL</b> <b>X</b> <b>ENTER</b>	X×EXP(-X)	Конец уравнения.
<b>←</b> <b>SHOW</b>	CK=2FE6 LN=9	Контрольная сумма и длина.
<b>C</b>		Отмена режима уравнения.

Устанавливаем формат отображения SCI 3, задаем верхний и нижний пределы интегрирования как 0 и  $10^{499}$ , а затем запускаем интегрирование.

Клавиши:	Экран:	Описание:
<b>←</b> <b>DISPLAY</b> <b>2</b> (2SCI)		Задаем уровень точности и пределы интегрирования.
<b>3</b> <b>ENTER</b> <b>1</b> <b>E</b> <b>4</b>	1E499_	
<b>9</b> <b>9</b>		
<b>EQN</b>	X×EXP(-X)	Выбор режима уравнений; уравнение выводится на экран.
<b>←</b> <b>∫</b> <b>X</b>	INTEGRATING ∫ = 0.000E0	Приближенное значение интеграла.

Очевидно, что выданный калькулятором ответ ошибочен, поскольку в действительности интеграл  $f(x) = xe^{-x}$  от 0 до  $\infty$  точно равен 1. Однако проблема не в том, что мы представили  $\infty$  как  $10^{499}$ , потому что истинный интеграл этой функции от 0 до  $10^{499}$  очень близок к 1. Причина ошибочного результата становится ясной из графика  $f(x)$  на интервале интегрирования.

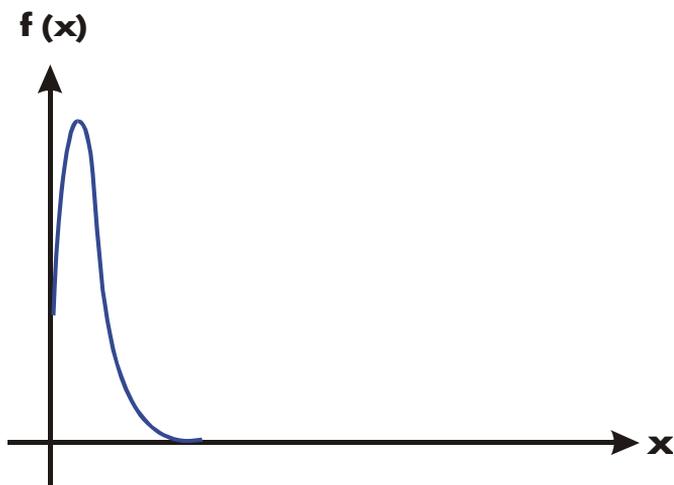


График представляет собой всплеск около начала координат. Случилось так, что этот всплеск не был обнаружен ни в одном узле выборки, поэтому алгоритм исходил из того, что  $f(x)$  тождественно равна нулю на всем интервале интегрирования. Даже если увеличить число узлов выборки, проводя вычисление интеграла в формате SCI 11 или ALL, ни один из дополнительных узлов не сможет обнаружить всплеск при интегрировании данной конкретной функции по данному конкретному интервалу. (Более удачные подходы к решению таких проблем рассматриваются в следующем разделе "Условия, удлиняющие время расчета").

К счастью, функции с такими "ненормальностями" (флуктуациями, не характерными для поведения функции в других областях) встречаются достаточно редко, так что вам вряд ли придется интегрировать такую функцию, не зная об этом. Функции, которые могут приводить к ошибочным результатам, просто определить по скорости изменения самой функции и ее производных низкого порядка на интервале интегрирования. В общем, чем быстрее изменения функции или ее производных и чем ниже порядок таких быстро меняющихся производных, тем больше времени потребует для расчета и менее надежным будет полученное приближение.

Заметьте, что скорость изменения функции (или ее производных низкого порядка) нужно определять по отношению к ширине интервала интегрирования. При заданном числе узлов выборки функцию  $f(x)$  с тремя флуктуациями можно лучше охарактеризовать такой выборкой, если эти изменения распределены по большей части интервала интегрирования, а не ограничены лишь небольшим его участком. (Эти две ситуации показаны на следующих двух иллюстрациях). Если рассматривать изменения или флуктуации как своего рода колебания функции, то основным критерием будет отношение периода колебаний к ширине интервала интегрирования: чем больше это отношение, тем быстрее завершается расчет и тем больше будет надежность полученного приближения.



Во многих случаях вы будете достаточно хорошо знакомы с поведением интегрируемой функции, чтобы знать, проявляет ли она какие-то быстрые скачки в масштабе интервала интегрирования. Если особенности функции вам неизвестны и вы подозреваете, что она может вызвать проблемы, можно быстро прикинуть ее график по нескольким точкам, вычислив значения с помощью уравнения или специально написанной программы.

Если вы получили приближенное значение интеграла и по каким-то причинам сомневаетесь в его достоверности, есть простой способ ее проверки: разделите интервал интегрирования на два или несколько смежных подынтервалов, выполните интегрирование по каждому из них, а затем сложите полученные приближения. При этом выборка значений функции производится по совершенно новому набору узлов выборки, повышая вероятность выявления любых ранее скрытых всплесков. Если первоначальное приближение было допустимым, то оно окажется равным сумме приближений для подынтервалов.

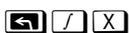
## Условия, удлиняющие время расчета

В предыдущем примере алгоритм дал неверный результат, поскольку не обнаружил всплеск функции. Это произошло, потому что изменения функции оказались слишком быстрыми по сравнению с шириной интервала интегрирования. Если бы ширина интервала была меньше, мы получили бы правильный ответ, однако при все еще слишком широком интервале это потребовало бы очень долгого времени.

Рассмотрим интеграл, где интервал интегрирования достаточно широк, чтобы требовать излишнего времени для расчета, но не слишком широк, чтобы привести к ошибкам. Заметьте, что  $f(x) = xe^{-x}$  очень быстро стремится к нулю при стремлении  $x$  к  $\infty$ , поэтому вклад в интеграл значений функции при больших значениях  $x$  пренебрежимо мал. Таким образом, мы можем вычислить интеграл, подставляя вместо верхнего предела интегрирования  $\infty$  не столь большое число, как  $10^{499}$  — скажем,  $10^3$ .

Повторим решение задачи с этим новым пределом интегрирования:

<b>Клавиши:</b>	<b>Экран:</b>	<b>Описание:</b>
<b>0</b> <b>ENTER</b> <b>1</b> <b>E</b>	1E3_	Новый верхний предел.
<b>3</b>		
<b>EQN</b>	X*EXP(-X)	Выбор режима уравнений; уравнение выводится на экран.



INTEGRATING

Значение интеграла. (Расчет занимает 1-2 минуты).

$\int =$

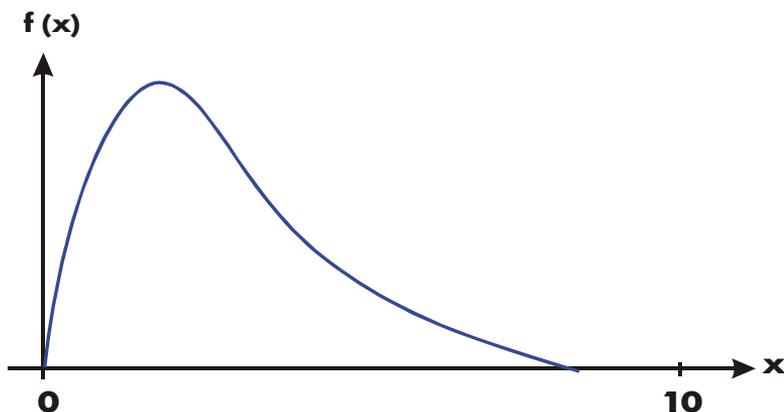
$1.0000E0$



$1.0000E-3$

Неопределенность приближения.

Это правильный ответ, но он потребовал очень много времени. Чтобы понять причину, сравните график функции от  $x = 0$  до  $x = 10^3$  (он выглядит примерно так же, как в предыдущем примере) и ее график от  $x = 0$  до  $x = 10$ :



Мы видим, что эта функция "интересна" только при небольших значениях  $x$ . При больших  $x$  функция "не интересна", поскольку убывает гладко, постепенно и предсказуемо.

Алгоритм производит выборку значений функции со все более высокой плотностью узлов, пока различия между последовательными приближениями не станут достаточно малыми. Для узкого интервала в области, где функция интересна, достижение этой критической плотности требует меньше времени.

Чтобы добиться такой же плотности узлов выборки на большом интервале, необходимо в общей сложности гораздо больше число узлов, чем на небольшом. Следовательно, чтобы получить приближение той же точности на большом интервале, потребуется несколько дополнительных итераций, так что вычисление интеграла займет значительно больше времени.

Время расчета зависит от того, как быстро будет получена определенная плотность узлов выборки в области, где функция интересна, поэтому вычисление интеграла любой функции удлинится, если интервал интегрирования включает в основном области, где она не интересна. К счастью, если вам необходимо вычислить такой интеграл, задачу можно модифицировать так, чтобы значительно сократить время расчета. Два метода такой модификации – это разделение интервала интегрирования на подынтервалы и преобразование переменных. Эти методы позволяют изменить функцию или пределы интегрирования таким образом, чтобы интегрируемая функция лучше вела себя на всем интервале (интервалах) интегрирования.



## Сообщения

Калькулятор выводит на экран сообщения в ответ на возникновение определенных ситуаций или нажатие определенных клавиш. Чтобы привлечь внимание к сообщению, при этом включается индикатор . Важные сообщения остаются на экране, пока вы их не очистите. При нажатии  или  сообщение очищается, и на экран выводится предыдущая информация. Если нажать любую другую клавишу, то сообщение также очищается, но функция этой клавиши выполнена не будет.

$\int$ FN ACTIVE	Выполняемая программа попыталась выбрать метку программы (FN=метка) во время расчета интеграла.
$\int$ < $\int$ FN >	Выполняемая программа попыталась запустить интегрирование программы ( $\int$ FN $\neq$ переменная) во время расчета другого интеграла.
$\int$ < SOLVE >	Выполняемая программа попыталась запустить решение программы во время расчета интеграла.
ALL VARS=0	В каталоге переменных (    (1 VAR) ) указывает на отсутствие сохраненных значений.
BAD GUESS	Задано недопустимое начальное приближение (например, комплексное число или вектор) при решении уравнения относительно переменной.
CALCULATING	Калькулятор выполняет операцию, которая может потребовать определенного времени.
CLR ALL? Y N	Запрос подтверждения для очистки всего содержимого памяти.
CLR EQN? Y N	Запрос подтверждения для очистки редактируемого уравнения (только в режиме ввода уравнений).
CLR PGMS? Y N	Запрос подтверждения для очистки <i>всех программ</i> в памяти (только в режиме ввода программ).
DIVIDE BY 0	Попытка деления на ноль (включая   , если регистр Y содержит ноль).

DUPLICAT .LBL	Попытка ввести метку программы, которая уже определена в другой процедуре.
EQN LIST TOP	Отмечает "начало" списка уравнений. Список является циклическим, поэтому EQN LIST TOP также означает "уравнение", следующее после последнего уравнения в памяти.
INTEGRATING	Калькулятор выполняет расчет интеграла уравнения или программы. <i>Это может потребовать определенного времени.</i>
INTERRUPTED	Выполняемый расчет или операция SOLVE или $\int$ FN была прервана нажатием <b>C</b> или <b>R/S</b> в режиме ALG, RPN, EQN или PGM.
INVALID DATA	<p>Ошибка в данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Попытка сохранить или использовать в расчете ошибочные данные.</li> <li>■ Попытка рассчитать число сочетаний или перестановок при <math>r &gt; n</math>, для нецелочисленных <math>r</math> или <math>n</math> либо при <math>n \geq 10^{16}</math>.</li> <li>■ Попытка сохранить в статистических данных комплексное число или вектор.</li> <li>■ Попытка сохранить число в системе счисления с основанием <math>n</math>, содержащее цифры, которые превышают наибольшую допустимую цифру для этой системы.</li> <li>■ Попытка сохранить недопустимые данные в статистическом регистре с помощью операции <b>x<math>\leftrightarrow</math>y</b>.</li> <li>■ Попытка сравнения комплексных чисел или векторов.</li> <li>■ Попытка вычисления тригонометрической или гиперболической функции с недопустимым аргументом: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>TAN</b> для значения <math>x</math>, являющегося нечетным кратным <math>90^\circ</math>.</li> <li>■ <b>ACOS</b> или <b>ASIN</b> для <math>x &lt; -1</math> или <math>x &gt; 1</math>.</li> <li>■ <b>HYP</b> <b>ATAN</b> для <math>x \leq -1</math> или <math>x \geq 1</math>.</li> <li>■ <b>HYP</b> <b>ACOS</b> для <math>x &lt; 1</math>.</li> </ul> </li> </ul>

INVALID VAR	Попытка ввести недопустимое имя переменной при решении уравнения.
INVALID x!	Попытка вычислить факториал или гамма-функцию для отрицательного целого $x$ .
INVALID y <sup>x</sup>	Ошибка возведения в степень: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Попытка возвести 0 в нулевую или отрицательную степень.</li> <li>■ Попытка возвести отрицательное число в нецелочисленную степень.</li> <li>■ Попытка возвести комплексное число (<math>0 + i0</math>) в степень числа с отрицательной действительной частью.</li> </ul>
INVALID (I)	Попытка операции с недопустимым косвенным значением ((I) не определено).
INVALID (J)	Попытка операции с недопустимым косвенным значением ((J) не определено).
LOG(0)	Попытка вычислить логарифм нуля или ( $0 + i0$ ).
LOG(NEG)	Попытка вычислить логарифм отрицательного числа.
MEMORY CLEAR	Произошла очистка всей пользовательской памяти (см. стр. В-3).
MEMORY FULL	Доступная память калькулятора недостаточна для выполнения операции (см. Приложение В).
NO	Условие, проверяемое инструкцией проверки, не является истинным (только при выполнении с клавиатуры).
NONEXISTENT	Попытка обращения к несуществующей метке программы (или номеру строки) с помощью <b>GTO</b> , <b>XEQ</b> или <b>FN</b> . Заметьте, что ошибка <b>NONEXISTENT</b> может означать, что: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ вы явным образом (с клавиатуры) вызвали несуществующую метку программы; либо</li> <li>■ вызванная вами программа обратилась к другой метке, которая не существует.</li> </ul> <p>Результат интегрирования не существует.</p>

NO LABELS	В каталоге программ ( <b>◀</b> <b>MEM</b> <b>2</b> ) (2PGM) указывает на отсутствие сохраненных меток программ.
NO SOLUTION	Найти решение для данной системы линейных уравнений не удалось.
MULT SOLUTION	Для данной системы линейных уравнений существует несколько решений.
NO ROOT FND	SOLVE (в том числе в режимах EQN и PGM) не может найти корень уравнения при текущих начальных приближениях (см. стр. D-8). Это возможно, в частности, если задано плохое начальное приближение; решение не обнаружено; встречена особая точка функции; левая часть не равна правой. При выполнении операции SOLVE в программе это сообщение об ошибке не выдается; вместо этого выполнение пропускает следующую строку программы (строку после инструкции <i>SOLVE переменная</i> ).
OVERFLOW	Кратковременно выводимое предупреждение в случае, если абсолютная величина результата превышает допустимую для калькулятора. Калькулятор возвращает $\pm 9,999999999999999E499$ в текущем формате отображения (см. раздел "Допустимый диапазон чисел и переполнение" на стр. 1-17). При этом устанавливается флаг 6. Если установлен флаг 5, переполнение также останавливает выполнение программы, а сообщение остается на экране, пока вы не нажмете какую-либо клавишу.
PRGM TOP	Указывает "начало" программной памяти. Память построена по циклической схеме, поэтому PRGM TOP также означает "строку", следующую за последней строкой в программной памяти.
RUNNING <b>B</b>	Калькулятор выполняет уравнение или программу (кроме процедур SOLVE или <i>fFN</i> ).
SELECT FN	Попытка выполнить <i>SOLVE переменная</i> или <i>fFN d переменная</i> , не выбрав метку программы. Это может произойти при первом запуске SOLVE или <i>fFN</i> после сообщения MEMORY CLEAR или в случае, если текущая метка больше не существует.

SOLVE ACTIVE	Выполняемая программа попыталась выбрать метку программы (FN=метка) во время работы операции SOLVE.
SOLVE(SOLVE)	Выполняемая программа попыталась решить программу во время работы операции SOLVE.
SOLVE(∫ FN)	Выполняемая программа попыталась интегрировать программу во время работы операции SOLVE.
SOLVING	Калькулятор выполняет решение уравнения или программы для определения его корня. Это может потребовать определенного времени.
SQRT(NEG)	Попытка вычислить квадратный корень отрицательного числа.
STAT ERROR	Ошибка статистических вычислений: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Попытка выполнить статистический расчет при <math>n = 0</math>.</li> <li>■ Попытка вычислить <math>s_x</math>, <math>s_y</math>, <math>\hat{x}</math>, <math>\hat{y}</math>, <math>m</math>, <math>r</math> или <math>b</math> при <math>n = 1</math>.</li> <li>■ Попытка вычислить <math>r</math>, <math>\hat{x}</math> или <math>\bar{X}W</math>, когда заданы только значения <math>x</math> (все значения <math>y</math> равны нулю).</li> <li>■ Попытка вычислить <math>\hat{x}</math>, <math>\hat{y}</math>, <math>r</math>, <math>m</math> или <math>b</math>, когда все значения <math>x</math> равны.</li> </ul>
SYNTAX ERROR	Калькулятор обнаружил синтаксическую ошибку при вычислении выражения или уравнения, операции <b>SOLVE</b> или <b>∫</b> . Нажатие <b>←</b> или <b>C</b> очищает это сообщение об ошибке и позволяет исправить ее.
TOO BIG	Абсолютная величина числа слишком велика для преобразования в систему счисления HEX, OCT или BIN; число должно лежать в интервале $-34\ 359\ 738\ 368 \leq n \leq 34\ 359\ 738\ 367$ .
XEQ OVERFLOW	Выполняемая программа попыталась выполнить 21-ую вложенную инструкцию XEQ метка. (Допускается до 20 вложенных подпрограмм). Операции SOLVE и ∫ FN используют по одному уровню вложения, поэтому они также могут вызывать эту ошибку.

YES

Условие, проверяемое инструкцией проверки, является истинным (только при выполнении с клавиатуры).

**Сообщения самодиагностики:**

35S-OK

Самодиагностика и тест клавиатуры пройдены успешно.

35S-FAIL *n*

Самодиагностика или тест клавиатуры завершились неудачно, и калькулятор требует сервисного обслуживания.

© 2007 HP DEV CO. L. P.

Сообщение об авторских правах выводится после успешного выполнения самодиагностики.

## Указатель операций

В данном разделе приводятся краткие сведения обо всех функциях и операциях (при необходимости с соответствующими формулами). Функции в списке расположены в алфавитном порядке по имени функции, которое используется в текстах программ. Например, функция с именем FIX  $n$  выполняется как  **DISPLAY**  (1FI $\times$ )  $n$ .

Имена функций, которые в программах недоступны, указываются в виде клавиш в рамке (например, ).

Небуквенные и греческие символы расположены перед всеми буквами; имена функций с предшествующей стрелкой (например,  $\rightarrow$ DEG) упорядочены так, как будто стрелка отсутствует.

Последний столбец (обозначается \*) включает ссылки на примечания в конце таблицы.

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
+/-	 Изменение знака числа.	1-15	1
+	 Сложение. Возвращает $y + x$ .	1-19	1
-	 Вычитание. Возвращает $y - x$ .	1-19	1
$\times$	 Умножение. Возвращает $y \times x$ .	1-19	1
$\div$	 Деление. Возвращает $y \div x$ .	1-19	1
$\wedge$	 Степень. Указывает показатель степени.	6-17	1
	Удаление последней введенной цифры; очистка $x$ ; очистка меню; удаление последней введенной функции в уравнении; удаление уравнения; удаление строки программы.	1-4 1-8 6-3 13-7	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
	Вывод предыдущей записи в каталоге; переход к предыдущему уравнению в списке; перемещение указателя программы на предыдущую строку.	1–28 6–3 13–12 13–21	
	Вывод следующей записи в каталоге; переход к следующему уравнению в списке; перемещение указателя программы на следующую строку (при вводе программы); выполнение текущей строки программы (не при вводе программы).	1–28 6–3 13–12 13–21	
или	Перемещение курсора без удаления каких-либо данных.	1–14	
или	Прокрутка экрана для просмотра дополнительных цифр слева или справа; просмотр остальной части уравнения или двоичного числа; переход к следующей странице меню CONST и SUMS.	1–10 6–5 11–8	
	Переход к первой строке уравнения или первой строке последней метки в списке программ.	6–3	
	Переход к последней строке уравнения или первой строке следующей метки в списке программ.	6–3	
,	Разделяет два или три аргумента функции.	6–6	1
1/x	Обратная величина.	1–18	1
10 <sup>x</sup>	Обычная экспонента. Возвращает 10 в степени x.	4–2	1
%	Процент. Возвращает $(y \times x) \div 100$ .	4–6	1

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
%CHG	<b>%CHG</b> Изменение в процентах. Возвращает $(x - y)(100 \div y)$ .	4-6	1
$\pi$	<b><math>\pi</math></b> Возвращает приближение 3,14159265359 (12 знаков).	4-3	1
$\Sigma+$	<b><math>\Sigma+</math></b> Накопление пары (y, x) в статистических регистрах.	12-2	
$\Sigma-$	<b><math>\Sigma-</math></b> Удаление пары (y, x) из статистических регистров.	12-2	
$\Sigma x$	<b>SUMS</b> ( $\Sigma x$ ) Возвращает сумму значений x.	12-12	1
$\Sigma x^2$	<b>SUMS</b> ( $\Sigma x^2$ ) Возвращает сумму квадратов значений x.	12-12	1
$\Sigma xy$	<b>SUMS</b> ( $\Sigma xy$ ) Возвращает сумму произведений значений x и y.	12-12	1
$\Sigma y$	<b>SUMS</b> ( $\Sigma y$ ) Возвращает сумму значений y.	12-12	1
$\Sigma y^2$	<b>SUMS</b> ( $\Sigma y^2$ ) Возвращает сумму квадратов значений y.	12-12	1
$\sigma x$	<b>S.<math>\sigma</math></b> ( $\sigma x$ ) Возвращает стандартное отклонение значений x для генеральной совокупности: $\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \div n}$	12-8	1
$\sigma y$	<b>S.<math>\sigma</math></b> ( $\sigma y$ ) Возвращает стандартное отклонение значений y для генеральной совокупности: $\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 \div n}$	12-8	1

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
$\int$ FN d переменная	$\int$ ( $\int$ FN d _ ) переменная Интегрирование отображаемого уравнения или программы, выбранной с помощью FN=, для нижнего предела переменной интегрирования в регистре Y и верхнего предела в регистре X.	8–2 15–7	
( )	Скобки. Нажмите , чтобы выйти из скобок и продолжить расчет.	6–7	1
[ ]	: Символ вектора для векторных операций.	10–1	1
$\theta$	$\theta$ : Символ комплексного числа для операций с комплексными числами.	9–1	1
A – Z	переменная Значение именованной переменной.	6–5	1
ABS	ABS Абсолютная величина. Возвращает $ x $ .	4–1 9–2 10–1	1
ACOS	ACOS Арккосинус. Возвращает $\cos^{-1}x$ .	4–4	1
ACOSH	Гиперболический арккосинус. Возвращает $\cosh^{-1}x$ .	4–6	1
(4 F/LG)	Включение алгебраического режима (ALG).	1–9	
A LOG	$10^x$ Обычная экспонента. Возвращает 10 в указанной степени (антилогарифм).	6–17	1
ALL	(4 F/L) Отображение всех значащих цифр. Чтобы увидеть все цифры, может потребоваться прокрутка вправо ( ).	1–23	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
AND	LOGIC  (1AND) Логическая операция И.	11-4	1
ARG	ARG Заменяет комплексное число на значение его аргумента "θ".	4-18	1
ASIN	ASIN Арксинус Возвращает $\sin^{-1} x$ .	4-4	1
ASINH	HYP  ASIN Гиперболический арксинус. Возвращает $\sinh^{-1} x$ .	4-6	1
ATAN	ATAN Арктангенс. Возвращает $\tan^{-1} x$ .	4-4	1
ATANH	HYP  ATAN Гиперболический арктангенс. Возвращает $\tanh^{-1} x$ .	4-6	1
<i>b</i>	L.R.  >  >  >  > ( <i>b</i> ) Возвращает отсекаемый отрезок по оси <i>y</i> для линии регрессии: $\bar{Y} - m \bar{X}$ .	12-12	1
<i>b</i>	BASE  8 (8 <i>b</i> ) Отмечает двоичное число.	11-2	1
BASE	Вывод меню преобразования систем счисления.	11-1	
BIN	BASE  4 (4BIN) Выбор режима двоичной системы счисления (основание 2).	11-1	
C	Включение калькулятора; очистка <i>x</i> ; очистка сообщений и запросов; отмена меню; отмена каталогов; отмена ввода уравнений; отмена ввода программ; остановка выполнения уравнений; остановка выполнения программ.	1-1 1-4 1-8 1-28 6-3 13-7 13-20	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
/c	Знаменатель. Устанавливает предельный знаменатель для отображения дробей равным x. Если $x = 1$ , выводит текущее значение /c.	5–4	
→°C	Преобразование из °F в °C.	4–15	1
CF n	(2CF) n Снятие флага n ( $n = 0 - 11$ ).	14–13	
	Вывод меню очистки чисел или областей памяти; очистка указанной переменной или программы в каталоге MEM; очистка отображаемого уравнения.	1–5 1–28	
	Очистка всех хранимых данных, уравнений и программ.	1–28	
	Очистка всех программ (калькулятор в режиме программ).	13–24	
	Очистка отображаемого уравнения (калькулятор в режиме уравнений).	13–7	
CLΣ	(4Σ) Очистка статистических регистров.	12–1	
CLVARS	(2VARS) Очистка всех переменных в нуль.	3–6	
CLx	(1X) Очистка x (регистра X) в нуль.	2–3 2–7 13–7	
CLVARx	(6CLVARx) Очистка в нуль косвенных переменных с адресом больше x.	1–4	
CLSTK	(5STK) Очистка всех уровней стека в нуль.	2–7	
→CM	Преобразование из дюймов в сантиметры.	4–15	1

## G–6 Указатель операций

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
nCr	Число сочетаний из $n$ предметов по $r$ . Возвращает $n! \div (r! (n - r)!)$ .	4-16	1
COS	Косинус. Возвращает $\cos x$ .	4-4	1
COSH	Гиперболический косинус. Возвращает $\cosh x$ .	4-6	1
CONST	Доступ к значениям 41 физической константы.	4-8	
d	(5d) Отмечает десятичное число.	11-1	1
DEC	(1DEC) Выбор десятичного режима.	11-1	
DEG	(1DEG) Выбор углового режима градусов.	4-4	
→DEG	Радианы в градусы. Возвращает $(360/2\pi) x$ .	4-14	1
DISPLAY	Вывод меню для установки формата отображения, символа десятичной точки ( $\cdot$ или $\bullet$ ), разделителя тысяч и формата отображения комплексных чисел.	1-21	
DSE переменная	переменная Декремент; пропустить если равно или меньше. Для хранящегося в переменной кода управления $ssssss,ffff$ вычитает $ii$ (значение шага) из $ssssss$ (значение счетчика) и, если результат $\leq fff$ (конечное значение), пропускает следующую строку программы.	14-19	
E	Начало ввода показателя степени. Добавляет "E" к вводимому числу и показывает, что дальше идет показатель степени 10.	1-15	1

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
ENG n	<b>DISPLAY</b> <b>3</b> (3ENG)n Выбор инженерного формата отображения с <i>n</i> знаками после первого ( $n = 0 - 11$ ).	1–22	
ENG и  ENG	Изменение показателя степени для отображаемого числа с шагом 3.	1–22	
	Разделение двух последовательно вводимых чисел; окончание ввода уравнения; вычисление отображаемого уравнения (при необходимости с сохранением результата).	1–19 6–5 6–13	
ENTER	 Копирование <i>x</i> в регистр <i>Y</i> , подъем <i>y</i> в регистр <i>Z</i> , подъем <i>z</i> в регистр <i>T</i> и потеря <i>t</i> .	2–5	
	Выбор или отмена (переключение) режима ввода уравнений.	6–3 13–7	
$e^x$	$e^x$ <i>Натуральная экспонента.</i> Возвращает <i>e</i> в степени <i>x</i> .	4–1	1
EXP	$e^x$ <i>Натуральная экспонента.</i> Возвращает <i>e</i> в указанной степени.	6–17	1
$\rightarrow^{\circ F}$	$\rightarrow^{\circ F}$ Преобразование из $^{\circ C}$ в $^{\circ F}$ .	4–15	1
	Включение и выключение режима отображения дробей.	5–1	
FIX n	<b>DISPLAY</b> <b>1</b> (1FIX)n Выбор фиксированного формата отображения с <i>n</i> десятичными знаками: $0 \leq n \leq 11$ .	1–21	
<b>FLAGS</b>	Вывод меню для установки, очистки и проверки флагов.	14–13	
FN = метка	<b>FN=</b> метка Выбор метки программы в качестве текущей функции (для SOLVE и $\int$ FN).	15–1 15–7	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
FP	INTG  (5FP) Дробная часть x.	4–18	1
FS? n	FLAGS  (3FS?) n Если флаг n (n = 0 – 11) установлен, выполняет следующую строку программы; если флаг n снят, то пропускает ее.	14–13	
→GAL	gal Преобразование из литров в галлоны.	4–15	1
GRAD	MODE  (3GRD) Выбор углового режима градусов.	4–4	
метка nnn	Установка указателя программы на строку nnn для метки программы метка.	13–22	
	Установка указателя программы на PRGM TOP.	13–22	
h	BASE  (6h) Отмечает шестнадцатеричное число.	11–1	1
HEX	BASE  (2HEX) Выбирает шестнадцатеричный режим (основание 16).	11–1	
HYP	Выводит префикс HYP_ для гиперболических функций.	4–6	
→HMS	HMS Преобразование из часов в часы, минуты, секунды. Преобразует x из десятичной дроби в формат часы–минуты–секунды.	4–13	1
HMS→	HMS→ Преобразование из часов, минут, секунд в часы. Преобразует x из формата часы–минуты–секунды в десятичную дробь.	4–13	1

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
<b>i</b>	Используется для ввода комплексных чисел.	9–2	1
<b>(I)/(J)</b>	<b>RCL</b> <b>(I)</b> / <b>(J)</b> , <b>STO</b> <b>(I)</b> / <b>(J)</b> Значение переменной, буква которой соответствует числовому значению переменной I/J.	6–5 14–22	1
<b>→IN</b>	<b>↵</b> <b>→in</b> Преобразование из сантиметров в дюймы.	4–15	1
<b>IDIV</b>	<b>↵</b> <b>INTG</b> <b>2</b> ( <b>2INT÷</b> ) Частное от операции деления двух целых чисел.	6–17	1
<b>INT÷</b>	<b>↵</b> <b>INTG</b> <b>2</b> ( <b>2INT÷</b> ) Частное от операции деления двух целых чисел.	4–2	1
<b>INTG</b>	<b>↵</b> <b>INTG</b> <b>4</b> ( <b>4INTG</b> ) Наибольшее целое, которое равно или меньше данного числа.	4–19	1
<b>INPUT</b> переменная	<b>↵</b> <b>INPUT</b> переменная Извлекает значение переменной в регистр X, выводит имя и значение переменной и останавливает выполнение программы. При нажатии <b>R/S</b> (чтобы возобновить выполнение программы) или <b>↵</b> (чтобы выполнить текущую строку программы) введенное вами значение сохраняется в указанной переменной. (Используется только в программах).	13–14	
<b>INV</b>	<b>1/x</b> Обратная величина аргумента.	6–17	1
<b>IP</b>	<b>↵</b> <b>INTG</b> <b>6</b> ( <b>6IP</b> ) Целая часть x.	4–18	1

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
ISG переменная	<b>ISG</b> переменная Инкремент; пропустить если больше. Для хранящегося в переменной кода управления <i>ssssss,fffii</i> прибавляет <i>ii</i> (значение шага) к <i>ssssss</i> (значение счетчика) и, если результат > <i>fff</i> (конечное значение), пропускает следующую строку программы.	14–19	
→KG	Преобразование из фунтов в килограммы.	4–15	1
→KM	Преобразование из миль в километры.	4–15	1
→L	Преобразование из галлонов в литры.	4–15	1
LASTx	<b>LAST.x</b> Возвращает число, хранящееся в регистре LAST X.	2–8	
→LB	Преобразование из килограммов в фунты.	4–15	1
LBL метка	<b>LBL</b> метка Присваивает процедуре однобуквенную метку для ссылок в операциях XEQ, GTO и FN=. (Используется только в программах).	13–4	
LN	<b>LN</b> <i>Натуральный логарифм.</i> Возвращает $\log_e x$ .	4–1	1
LOG	<b>LOG</b> <i>Обычный логарифм.</i> Возвращает $\log_{10} x$ .	4–1	1
<b>L.R.</b>	Выводит меню линейной регрессии.	12–4	
m	<b>L.R.</b> (m) Возвращает наклон линии регрессии: $[\sum(x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})] \div \sum(x_i - \bar{X})^2$	12–8	1

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
→MILE	MILE Преобразование из километров в мили.	4–15	1
MEM	Выводит объем доступной памяти и меню каталогов.	1–28	
MEM 2 (2PGM)	Открывает каталог программ.	13–23	
MEM 1 (1VAR)	Открывает каталог переменных.	3–4	
MODE	Выводит меню для установки режима ALG или RPN или углового режима.	1–7 4–4	
n	SUMS (n) Возвращает количество наборов значений статистических данных.	12–12	1
NAND	LOGIC 5 (5NAND) Логическая операция НЕ И.	11–4	1
NOR	LOGIC 6 (6XOR) Логическая операция НЕ ИЛИ.	11–4	1
NOT	LOGIC 4 (4NOT) Логическая операция НЕ.	11–4	1
o	BASE 7 (7o) Отмечает восьмеричное число.	11–2	1
OCT	BASE 3 (3OCT) Выбирает восьмеричный режим (основание 8).	11–1	
OR	LOGIC 3 (3OR) Логическая операция ИЛИ.	11–4	1
OFF	Выключение калькулятора.	1–1	
nPr	nPr Число перестановок из n предметов по r. Возвращает $n! \div (n - r)!$ .	4–16	1
PRGM	Выбор или отмена (переключение) режима ввода программ.	13–6	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
PSE	[PSE] Пауза. На короткое время останавливает выполнение программы для отображения значения $x$ , переменной или уравнения, а затем возобновляет ее. (Используется только в программах).	13–19 13–20	
r	[L.R.]   (r) Возвращает коэффициент корреляции между значениями $x$ и $y$ : $\frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times \sum (y_i - \bar{y})^2}}$	12–8	1
rθa	[DISPLAY]   (1θrθa) Изменяет режим отображения комплексных чисел.	1–25	
RAD	[MODE]  (1RAD) Выбор углового режима радианов.	4–4	
→RAD	[→RAD] Градусы в радианы. Возвращает $(2\pi/360) x$ .	4–14	1
RADIX ,	[DISPLAY]  (6,) Выбор запятой в качестве символа десятичной точки.	1–23	
RADIX .	[DISPLAY]  (5.) Выбор точки в качестве символа десятичной точки.	1–23	
RANDOM	[RAND] Случайное число. Возвращает случайное число в интервале от 0 до 1.	4–16	1
RCL переменная	[RCL] переменная Извлечение. Копирует значение переменной в регистр X.	3–7	
RCL+ переменная	[RCL]  переменная Возвращает $x +$ переменная.	3–7	
RCL– переменная	[RCL]  переменная Возвращает $x -$ переменная.	3–7	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
RCLx переменная	 переменная Возвращает $x \times$ переменная.	3–7	
RCL÷ переменная	 переменная Возвращает $x \div$ переменная.	3–7	
RMDR	 (3Rmdr) Остаток от операции деления двух целых чисел.	6–17	1
RND	 Округление. Округляет $x$ до $n$ десятичных знаков в режиме отображения FIX $n$ ; до $n + 1$ значащих цифр в режиме SCI $n$ или ENG $n$ ; или до ближайшего к отображаемой дроби десятичного числа в режиме отображения дробей.	4–19 5–9	1
	 (5RPN) Включение режима обратной польской нотации (RPN).	1–9	
RTN	 Возврат. Отмечает конец процедуры; указатель программы возвращается на начало или в вызывающую процедуру.	13–4 14–2	
R↓	 Прокрутка вниз. В режиме RPN перемещает $t$ в регистр Z, $z$ в регистр Y, $y$ в регистр X и $x$ в регистр T. В режиме ALG выводит меню X,Y,Z,T для просмотра стека.	2–3 C–7	
R↑	 Прокрутка вверх. В режиме RPN перемещает $t$ в регистр X, $z$ в регистр T, $y$ в регистр Z и $x$ в регистр Y. В режиме ALG выводит меню X,Y,Z,T для просмотра стека.	2–3 C–7	
	 Выводит меню стандартного отклонения.	12–4	

## G–14 Указатель операций

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
SCI $n$	<b>DISPLAY</b> <b>2</b> ( $2^{\text{SCI}}$ ) $n$ Выбор научного режима отображения с $n$ десятичными знаками ( $n = 0 - 11$ ).	1-22	
SEED	<b>SEED</b> Перезапуск последовательности псевдослучайных чисел с начальным значением $ X $ .	4-16	
SF $n$	<b>FLAGS</b> <b>1</b> ( $1^{\text{SF}}$ ) $n$ Установка флага $n$ ( $n = 0 - 11$ ).	14-13	
SGN	<b>INTG</b> <b>1</b> ( $1^{\text{SGN}}$ ) Показатель знака $x$ .	4-18	1
<b>SHOW</b>	Отображает полную мантиссу (все 12 знаков) значения $x$ (или числа в текущей строке программы); выводит шестнадцатеричную контрольную сумму и десятичную длину в байтах для уравнений и программ.	1-25 6-20 13-25	
SIN	<b>SIN</b> Синус. Возвращает $\sin x$ .	4-4	1
SINH	<b>HYP</b> <b>SIN</b> Гиперболический синус. Возвращает $\sinh x$ .	4-6	1
<b>SOLVE</b> переменная	<b>SOLVE</b> переменная Решение отображаемого уравнения или программы, выбранной с помощью FN=, при начальных приближениях, находящихся в переменной и $x$ .	7-1 15-1	
<b>SPACE</b>	Вставка символа пробела при вводе уравнения.	14-15	1
SQ	<b>x<sup>2</sup></b> Квадрат аргумента.	6-17	1
SQRT	<b>√x</b> Квадратный корень из $x$ .	6-17	1
STO переменная	<b>STO</b> переменная Сохранение. Копирует $x$ в переменную.	3-2	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
STO + переменная	STO  переменная Сохраняет значение переменная + x в переменной.	3–6	
STO – переменная	STO  переменная Сохраняет значение переменная – x в переменной.	3–6	
STO × переменная	STO  переменная Сохраняет значение переменная × x в переменной.	3–6	
STO ÷ переменная	STO  переменная Сохраняет значение переменная ÷ x в переменной.	3–6	
STOP	Запуск/стоп. Начинает выполнение программы с текущей строки; останавливает выполняемую программу и выводит значение регистра X.	13–20	
SUMS	Вывод меню суммирования.	12–4	
sx	(Σx) Возвращает выборочное стандарт- ное отклонение значений x: $\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \div (n - 1)}$	12–7	1
sy	(Σy) Возвращает выборочное стандарт- ное отклонение значений y: $\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 \div (n - 1)}$	12–7	1
TAN	Тангенс. Возвращает tan x.	4–4	1
TANH	Гиперболический тангенс. Возвращает tanh x.	4–6	1
VIEW переменная	переменная Выводит обозначение и содержимое переменной, не извлекая значение в стек.	3–4 13–16	
	Вычисление отображаемого уравнения.	6–14	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
XEQ метка	метка Выполнение программы, обозначенной меткой.	14-2	
$x^2$	$x^2$ Квадрат $x$ .	4-2	1
$\sqrt{x}$	Квадратный корень из $x$ .	4-2	1
$\sqrt[x]{y}$	Корень степени $x$ из $y$ .	4-2	1
$\bar{x}$	$(\bar{x})$ Возвращает среднее значений $x$ : $\Sigma x_i \div n$ .	12-4	1
$\hat{x}$	$(\hat{x})$ Для значения $y$ в регистре $X$ возвращает оценку $x$ по линии регрессии: $\hat{x} = (y - b) \div m$ .	12-12	1
!	Факториал (или гамма-функция). Возвращает $(x)(x - 1) \dots (2)(1)$ или $\Gamma(x + 1)$ .	4-15	1
XROOT	Корень степени $argument_1$ из $argument_2$ .	6-17	1
$\bar{x} w$	$\bar{x}$ $w$ Возвращает взвешенное среднее значений $x$ : $(\Sigma y_i x_i) \div \Sigma y_i$ .	12-4	1
	Выводит меню средних значений.	12-4	
$x \leftrightarrow y$ переменная	Обмен $x$ . Обмен значений $x$ и <i>переменной</i> .	3-8	
$x \leftrightarrow y$	$x$ обмен $y$ . Перемещает $x$ в регистр $Y$ и $y$ в регистр $X$ .	2-4	
$x?y$	Выводит меню проверки условий " $x?y$ ".	14-7	
$x \neq y$	$x?y$ ( $\neq$ ) Если $x \neq y$ , выполняет следующую строку программы; если $x = y$ , пропускает ее.	14-7	
$x \leq y?$	$x?y$ $\leq$ ( $\leq$ ) Если $x \leq y$ , выполняет следующую строку программы; если $x > y$ , пропускает ее.	14-7	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
$x < y?$	    (<) <p>Если <math>x &lt; y</math>, выполняет следующую строку программы; если <math>x \geq y</math>, пропускает ее.</p>	14-7	
$x > y?$	     (>) <p>Если <math>x &gt; y</math>, выполняет следующую строку программы; если <math>x \leq y</math>, пропускает ее.</p>	14-7	
$x \geq y?$	      ( $\geq$ ) <p>Если <math>x \geq y</math>, выполняет следующую строку программы; если <math>x &lt; y</math>, пропускает ее.</p>	14-7	
$x = y?$	       (=) <p>Если <math>x = y</math>, выполняет следующую строку программы; если <math>x \neq y</math>, пропускает ее.</p>	14-7	
 	<p>Выводит меню проверки условий "x?0".</p>	14-7	
$x \neq 0?$	  ( $\neq$ ) <p>Если <math>x \neq 0</math>, выполняет следующую строку программы; если <math>x = 0</math>, пропускает ее.</p>	14-7	
$x \leq 0?$	   ( $\leq$ ) <p>Если <math>x \leq 0</math>, выполняет следующую строку программы; если <math>x &gt; 0</math>, пропускает ее.</p>	14-7	
$x < 0?$	    (<) <p>Если <math>x &lt; 0</math>, выполняет следующую строку программы; если <math>x \geq 0</math>, пропускает ее.</p>	14-7	
$x > 0?$	     (>) <p>Если <math>x &gt; 0</math>, выполняет следующую строку программы; если <math>x \leq 0</math>, пропускает ее.</p>	14-7	

Имя	Клавиши и описание	Стр.	*
$x \geq 0?$	$x \geq 0$ ( $\geq$ ) Если $x \geq 0$ , выполняет следующую строку программы; если $x < 0$ , пропускает ее.	14-7	
$x = 0?$	$x = 0$ (=) Если $x = 0$ , выполняет следующую строку программы; если $x \neq 0$ , пропускает ее.	14-7	
XOR	LOGIC  2 (2 XOR) Логическая операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ.	11-4	1
$xiy$	DISPLAY  9 ( $\text{9} \times i \cdot y$ ) Изменяет режим отображения комплексных чисел.	4-11	
$x+yi$	DISPLAY $\cdot$ 1 ( $11 \times + y \cdot i$ ) Изменяет режим отображения комплексных чисел (только в режиме ALG).	1-25	
$\bar{y}$	$\bar{x}, \bar{y}$ ( $\bar{y}$ ) Возвращает среднее значений $y$ . $\Sigma y_i \div n$ .	12-4	1
$\hat{y}$	L.R.  ( $\hat{y}$ ) Для значения $x$ в регистре X возвращает оценку $y$ по линии регрессии: $\hat{y} = m x + b$ .	12-12	1
$y^x$	$y^x$ Степень. Возвращает $y$ в степени $x$ .	4-2	1

### Примечания.

1. Функция может использоваться в уравнениях.



## Указатель

---

### #

-  1–15, 4–3, A–2
- . См. возврата клавиша
- . См. курсор ввода цифр
- . См. курсор ввода уравнений
- . См. интегрирование
-  (в дробях), 1–26
-  индикатор, 1–1, A–3
-  индикаторы
  - двоичные числа, 11–8
  - уравнения, 6–8, 13–7
-  индикаторы
  - дроби, 5–2, 5–3
-   индикаторы, 1–3
-  FN. См. интегрирование

### %

% функции, 4–6

### A

- A..Z** индикатор, 1–3, 3–2, 6–5
- ALG, 1–9
  - в программах, 13–5
  - сравнение с уравнениями, 13–5
- ALL формат. См. формат отображения

- в программах, 13–7
- в уравнениях, 6–6
- выбор, 1–23

### B

**BIN** индикатор, 11–1

### C

- %CHG аргументы, 4–6, C–3
- /с значение, 5–5, B–4, B–6
- 
  - включение и выключение, 1–1
  - выход из каталогов, 1–4
  - выход из меню, 1–4, 1–8
  - выход из режима программ, 13–7
  - выход из режима уравнений, 6–4, 6–5
  - остановка SOLVE, 7–8, 15–1
  - остановка интегрирования, 8–2, 15–8
  - отмена VIEW, 3–4
  - отмена запроса, 6–15, 13–16
  - отмена приглашения, 1–4
  - очистка X-регистра, 2–3, 2–7
  - очистка сообщений, 1–4
  - прерывание программ, 13–20
  - работа, 1–4

регулировка контрастности,  
1-1  
CLEAR меню, 1-5

## D

DSE, 14-19

## E

**ENTER**

вычисление уравнений, 6-11,  
6-12  
завершение уравнения, 6-5,  
6-9, 13-7  
копирование отображаемой  
переменной, 13-16  
очистка стека, 2-6  
повтор чисел, 2-6  
работа стека, 2-5  
разделение чисел, 1-17, 2-5

**E** (экспонента), 1-16

E в числах, 1-15, 1-22, A-1

ENG формат, 1-22, *См. также*  
формат отображения

EQN LIST TOP, 6-8, F-2

**EQN** индикатор

в режиме программ, 13-7  
в списке уравнений, 6-5  
список уравнений, 6-7

## F

**FDISP**

не программируется, 5-10  
переключение режима  
отображения, 5-1  
переключение флага, 14-9  
режим отображения дробей,  
A-2

FIX формат, 1-21, *См. также*  
формат отображения

FN=

в программах, 15-6, 15-10  
интегрирование программ,  
15-8  
решение программ, 15-1

## G

**GTO**

поиск PRGM TOP, 13-6, 13-23,  
14-5  
поиск меток программ, 13-11,  
13-23, 14-4  
поиск строк программы, 13-23,  
14-4

go to. *См.* GTO

GTO, 14-4, 14-18

## H

**HEX** индикатор, 11-1

## I

i, 3-9, 14-21

(i), 14-21, 14-22, 14-24

INPUT

в программах для SOLVE, 15-2  
в программах для  
интегрирования, 15-8  
ввод данных в программах,  
13-13  
запрос всегда, 14-12  
ответ, 13-15

ISG, 14-19

## J

j, 3–9, 14–21, 14–22  
(j), 14–21

## L

LAST X регистр, 2–8, В–6  
LASTx функция, 2–8

## M

### MEM

каталог переменных, 1–28  
каталог программ, 1–28, 13–23  
проверка памяти, 1–28  
MEMORY CLEAR, А–4, В–3, F–3  
MEMORY FULL, В–1, F–3  
MODE меню  
угловой режим, 4–4

## O

OFF, 1–1

ОСТ индикатор, 11–1

## P

$\pi$ , А–2  
PRGM TOP, 13–4, 13–7, 13–23,  
F–4  
PSE  
остановка программ, 15–10  
пауза в программах, 13–20  
предотвращение остановки  
программы, 14–11

## R

### R/S

возобновление программ, 13–17,  
13–20

завершение запроса, 6–12,  
6–15, 7–2, 13–16  
запуск программ, 13–24  
остановка SOLVE, 7–8, 15–1  
остановка интегрирования, 8–2,  
15–8

прерывание программ, 13–20

R $\downarrow$  и R $\uparrow$ , 2–3, C–7

RCL, 3–2, 13–15

RCL арифметика, 3–7

RPN

в программах, 13–5  
история, 2–1  
сравнение с уравнениями, 13–5

## S

### SHOW

длина программ, 13–24  
длина программы, В–2  
длина уравнения, 6–20, В–2  
контрольная сумма программы,  
В–2  
контрольная сумма уравнения,  
6–20, В–2  
цифры при запросе, 6–15  
цифры числа, 13–7  
число знаков, 1–25

### SPACE

SCI формат. См. также формат  
отображения  
в программах, 13–7  
выбор, 1–22

SOLVE

в программах, 15–6  
возобновление, 15–1

вычисление программ, 15–2  
вычисление уравнений, 7–1  
значения уравнений, 7–7  
использование, 7–1  
как работает, 7–7, D–1  
корни не найдены, 7–8, 15–6,  
D–8  
минимумы и максимумы, D–8  
назначение, 7–1  
начальные приближения, 7–2,  
7–7, 7–8, 7–11, 15–6  
несколько корней, 7–9  
ограничения, 15–11  
округление, D–13  
остановка, 7–2, 7–8  
плоские области, D–8  
полюс, D–6  
проверка результата, 7–7, D–3  
разрыв, D–6  
результаты в стеке, 7–2, 7–7,  
D–3  
STO, 3–2, 13–13  
STO арифметика, 3–6  
STOP, 13–20

## T

TVM, 17–1  
T–регистр, 2–5

## V

VIEW  
не влияет на стек, 13–16  
остановка программ, 13–16  
просмотр данных программы,  
13–16, 13–19, 15–6  
просмотр переменных, 3–4

## X

### XEQ

вычисление уравнений, 6–11,  
6–14  
запуск программ, 13–11, 13–24  
XROOT аргументы, 6–18

### X–регистр

арифметика с переменными,  
3–6  
без очистки, 2–5  
влияние запросов, 6–15  
не затрагивается VIEW, 13–16  
обмен с Y, 2–4  
обмен с переменными, 3–8  
отображение, 2–3  
очистка, 1–5, 2–3, 2–7  
очистка в программах, 13–8  
при паузе программы, 13–20  
проверка, 14–7  
часть стека, 2–1

## A

абсолютная величина  
(действительное число), 4–18  
адресация  
косвенная, 14–21, 14–22, 14–24  
алгебраический режим, 1–9  
арифметика, 3–7  
восьмеричная, 11–4  
двоичная, 11–4  
длинные расчеты, 2–11  
общая процедура, 1–18  
порядок вычислений, 2–14  
промежуточные результаты,  
2–11  
работа стека, 2–5, 9–2  
шестнадцатеричная, 11–4

арифметика сохранения, 3–6

## **Б**

Бабушка Хинкль, 12–8

баланс (финансы), 17–1

батареи, 1–1, А–3

Бесселя функция, 8–3

будущий баланс (финансы), 17–1

буквенные клавиши, 1–3

буквы, 1–3

## **В**

векторы

абсолютная величина, 10–3

в программах, 10–7

в уравнениях, 10–6

векторное произведение, 17–10

преобразование координат,  
4–12, 9–5

скалярное произведение, 10–4

сложение, вычитание, 10–1

создание из переменных или  
регистров, 10–7

угол между векторами, 10–5

умножение, деление, 10–2

вероятность

нормальное распределение,  
16–12

функции, 4–15

веса преобразования, 4–15

ветвление, 14–17

взвешенные средние, 12–5

включение и выключение, 1–1

влажность

пределы для калькулятора, А–2

вложенные подпрограммы, 15–11

вложенные процедуры, 14–3

возврат (программы). См.  
программы

возврата клавиша

ввод уравнений, 1–4

выход из меню, 1–4, 1–8

отмена VIEW, 3–4

очистка X-регистра, 2–3, 2–7

очистка сообщений, 1–4

работа, 1–4

удаление строк программы,  
13–21

вопросы, А–1

восьмеричные числа. См. также  
числа

арифметика, 11–4

ввод, 11–1

диапазон, 11–8

преобразование, 11–2

времени форматы, 4–13

временная стоимость денег, 17–1

ВСД, 17–1

выборочное стандартное  
отклонение, 12–7

выполнение программ, 13–11

выполнить если истинно, 14–6,  
15–6

выражения (уравнения), 6–11, 6–12,  
7–1

## **Г**

гамма-функция, 4–15

генератор простых чисел, 17–7

гиперболические функции, 4–6,  
С–6

градусы

единицы углов, 4–4, А–2  
преобразование в радианы,  
4–15  
градусы (единицы углов), 4–4, А–2  
группированные данные,  
стандартное отклонение, 16–20

## Д

двоичные числа. См. также числа  
арифметика, 11–4  
ввод, 11–1  
диапазон, 11–8  
преобразование, 11–2  
прокрутка, 11–8  
просмотр всех цифр, 11–8  
двумерная статистика, 12–2  
действительная часть (комплексные  
числа), 9–1  
действительные числа  
операции, 4–1  
декартовы координаты  
преобразование в полярные,  
4–10, 9–5  
денежные потоки, 17–1  
деньги (финансы), 17–1  
десятичная точка, А–1  
десятичный режим. См. системы  
счисления  
диаграммы потока выполнения,  
14–2  
длины преобразования, 4–15  
дополнение до двух, 11–4, 11–7  
дроби  
в программах, 13–16  
ввод, 1–26  
выбор формата, 14–10

знаменатели, 1–26, 5–4, 5–5,  
14–10, 14–15  
индикаторы точности, 5–2, 5–3  
округление, 5–9  
отображение, 5–2, А–2  
отсутствие для статистических  
регистров, 5–2  
представление, 5–4  
программы, 5–10, 14–9  
сокращение, 5–2, 5–6  
уравнения, 5–10  
установка формата, 5–6, 14–15  
флаги, 14–9  
форматы, 5–6  
дробная часть, функция, 4–18

## З

заемщик (финансы), 17–1  
запросы  
INPUT, 13–13, 13–15, 15–2,  
15–8  
влияние на стек, 6–15, 13–15  
ответ, 6–15, 13–15  
очистка, 6–15, 13–16  
просмотр скрытых цифр, 6–15  
уравнения, 6–15  
уравнения в программах, 14–12,  
15–1, 15–8  
запуск программ, 13–11  
запятые (в числах), 1–23, А–1  
знак (числа), 1–15, 9–3, 11–6  
знака значение, 4–18  
знаменатели  
диапазон, 1–26, 5–2  
управление, 5–5, 14–10, 14–15  
установка максимального, 5–4

## И

- изменение в процентах, 4–6
- изменение знака чисел, 1–15, 9–3
- имена программ. См. метки программ
- индикаторы
  - батареи, 1–1, А–3
  - буквы, 1–3
  - клавиши регистра, 1–2
  - питание, 1–1
  - разряд батарей, 1–1, А–3
  - список, 1–13
  - флаги, 14–12
- интегрирование
  - в программах, 15–10
  - вычисление программ, 15–8
  - использование, 8–2, С–8
  - использование памяти, 8–2
  - как работает, Е–1
  - назначение, 8–1
  - необходимое время, Е–7
  - неопределенность результата, 8–2, 8–6, Е–2
  - ограничения, 15–11
  - остановка, 8–2, 15–8
  - переменная, 8–2, С–8
  - подынтервалы, Е–7
  - пределы, 8–2, 15–8, С–8, Е–7
  - преобразование переменных, Е–9
  - результаты в стеке, 8–2, 8–6
  - точность, 8–2, 8–6, Е–1
  - требуемое время, 8–6
  - трудные функции, Е–2, Е–7
  - формат отображения, 8–2, 8–6, 8–7

## К

- калькулятор
  - включение и выключение, 1–1
  - вопросы, А–1
  - закрывание контактов, А–5
  - проверка работы, А–4, А–6
  - регулировка контрастности, 1–1
  - самодиагностика, А–6
  - сброс, А–4, В–2
  - требования к окружающей среде, А–2
  - установки по умолчанию, В–4
- каталог переменных, 1–28
- каталог программ, 1–28, 13–23
- каталоги
  - выход, 1–4
  - использование, 1–28
  - переменные, 1–28, 3–4
  - программы, 1–28, 13–23
- клавиши
  - буквы, 1–3
  - регистр, 1–3
- клавиши меню, 1–6
- комплексные числа
  - аргумент, 4–18
  - ввод, 9–1
  - операции, 9–2
  - просмотр, 9–2
  - системы координат, 9–5
  - стек, 9–2
- константы
  - заполнение стека, 2–6
- контрастность
  - регулировка, 1–1
- контрольная сумма программы, 13–24

уравнения, 6–20, 13–7, 13–25  
координаты  
    преобразование, 4–10  
корни. См. также SOLVE  
    в программах, 15–6  
    не найдены, 7–8, D–8  
    несколько, 7–9  
    проверка, 7–7, D–3  
    программы, 15–1  
    уравнений, 7–1  
корреляции коэффициент, 12–9  
косвенная адресация, 14–21,  
    14–22, 14–24  
косинус (триг), 4–4, 9–3, C–6  
коэффициент корреляции, 16–1  
кредитор (финансы), 17–1  
курсор ввода  
    возврат, 1–4  
    значение, 1–17

## Л

линейная регрессия (оценка), 12–9,  
    16–1  
логарифмическая кривая  
    (подгонка), 16–1  
логарифмические функции, 4–1,  
    9–3, C–5  
логика  
    AND, 11–4  
    NAND, 11–4  
    NOR, 11–4  
    NOT, 11–4  
    OR, 11–4  
    XOR, 11–4  
Лукашевич, 2–1

## М

максимум функции, D–8  
мантисса, 1–25  
массы преобразования, 4–15  
математика  
    действительные числа, 4–1  
    длинные расчеты, 2–11  
    комплексные числа, 9–1  
    общая процедура, 1–18  
    порядок вычислений, 2–14  
    промежуточные результаты,  
        2–11  
    работа стека, 2–5, 9–2  
меню  
    выход, 1–4, 1–8  
    общие операции, 1–6  
    пример использования, 1–8  
    список, 1–6  
меню CLEAR, 1–5  
метки программ  
    ввод, 13–4, 13–6  
    ввод имени, 1–3  
    выполнение, 13–11  
    дубликаты, 13–6  
    контрольная сумма, 13–25  
    косвенная адресация, 14–21,  
        14–22, 14–24  
    назначение, 13–4  
    очистка, 13–6  
    перемещение, 13–23  
    переходы, 14–2, 14–4, 14–17  
    просмотр, 13–23  
минимум функции, D–8  
мнимая часть (комплексные числа),  
    9–1, C–8

## Н

- наибольшее целое, 4–19
- наилучшее соответствие регрессии, 12–8, 16–1, С–13
- наклон (подгонка кривых), 12–9, 16–1
- начальное значение (генератора случайных чисел), 4–16
- неопределенность (интегрирование), 8–2, 8–6
- нормальное распределение, 16–12

## О

- обратная величина, 9–3
- обратная польская нотация. См. RPN
- обратное нормальное распределение, 16–12
- обратные гиперболические функции, 4–6
- обратные тригонометрические функции, 4–4, С–6
- объема преобразования, 4–15
- одномерная статистика, 12–2
- окна (двоичные числа), 11–8
- округление
  - SOLVE, D–13
  - дроби, 5–9, 13–19
  - интегрирование, 8–6
  - статистика, 12–11
  - тригонометрические функции, 4–4
  - числа, 4–19
- ответы на вопросы, А–1

отрицательные числа, 1–15, 9–3, 11–6

отсекаемый отрезок (подгонка кривых), 12–9

оценки (статистические), 12–9, 16–1

очистка

- X-регистр, 2–3, 2–7
- общие сведения, 1–4
- память, 1–28, А–1, А–4, В–3
- переменные, 1–28
- программы, 1–28, 13–24
- статистические регистры, 12–2
- уравнения, 6–10
- числа, 1–17

ошибки

- исправление, 2–8, F–1
- очистка, 1–4

## П

память

- доступный объем, 1–28
- использование, В–1
- объем, 1–28, В–1
- очистка, 1–5, 1–28, А–1, А–4, В–1, В–3
- очистка переменных, 1–28
- очистка программ, 1–28, 13–6, 13–23
- очистка статистических регистров, 12–2
- очистка уравнений, 6–10
- переполнение, А–1
- программы, 13–22, В–2
- сохранение при выключении, 1–1
- стек, 2–1

пауза. См. PSE

переменные

в программах, 15–1, 15–7

в уравнениях, 6–4, 7–1

ввод в программах, 13–15

ввод имени, 1–3

внутренняя арифметика, 3–6

вывод в программах, 13–16,  
13–19

доступ к содержимому  
регистров стека, В–7

извлечение, 3–2, 3–4

имена, 3–1

интегрирование, 8–2, 15–7,  
С–8

каталог, 1–28, 3–4

косвенная адресация, 14–21,  
14–22

многочлены, 13–27

независимость от стека, 3–2

обмен с X, 3–8

очистка, 1–28

очистка всех, 1–5

очистка при просмотре, 13–16

просмотр, 3–4, 13–16, 13–19

просмотр всех цифр, 13–16

решение, 7–1, 15–1, 15–6, D–1

сохранение, 3–2

сохранение из уравнений, 6–13

хранение чисел, 3–1

переменные в программах, 13–13

переполнение

задание реакции, 14–9, F–4

проверка возникновения, 14–9

результат расчета, 1–17, 11–5

флаги, 14–9, F–4

перестановки, 4–16

переходы, 14–2, 14–17, 15–7

питания индикатор, А–3

платежи (финансы), 17–1

подгонка кривых, 12–9, 16–1

подпрограммы. См. также  
процедуры

вложенные, 14–3, 15–11

вызов, 14–2

подъем стека. См. также стек  
включение, В–5

выключение, В–5

нейтральность, В–5

по умолчанию, В–4

работа, 2–5

полиномиальные выражения,  
13–27

полюс функции, D–6

полярные координаты

преобразование в декартовы,  
4–10, 9–5

помощь по калькулятору, А–1

постоянная память, 1–1

пошаговое выполнение, 13–12

пределы интегрирования, 8–2,  
15–8, С–8

преобразования

единиц измерения, 4–15

единицы длины, 4–15

единицы массы, 4–15

единицы объема, 4–15

единицы температуры, 4–15

единицы углов, 4–14

координаты, 4–10

системы счисления, 10–1, 11–1

формат времени, 4–13

формат углов, 4–14

приближения (для SOLVE), 7–2,  
 7–7, 7–8, 7–12, 15–6

приглашения  
 очистка, 1–4

приоритет операций (уравнения),  
 6–16

присваивания (уравнения), 6–11,  
 6–12, 6–13, 7–1

проверка калькулятора, А–4, А–6

проверки меню, 14–7

проверки сравнения, 14–7

проверки условий, 14–6, 14–7,  
 14–8, 14–13, 14–18

программы. См. также метки

программ  
 ввод, 13–6

ввод данных, 13–5, 13–14,  
 13–15

ветвление, 14–4

возврат в конце, 13–4

возобновление, 13–17

вставка строк, 13–6, 13–21

вывод данных, 13–5, 13–19

вызов подпрограмм, 14–2, 14–3

выполнение, 13–11

вычисление уравнений, 14–11

вычисления, 13–14

длина, 13–23, 13–25, В–2

для SOLVE, 15–1, D–1

для интегрирования, 15–8

дроби, 5–9, 13–16, 14–9

запрос данных, 13–13

запросы уравнений, 14–12

запуск, 13–11

изменение, 13–21

использование SOLVE, 15–6

использование интегрирования,  
 15–10

использование памяти, 13–23

каталог, 1–28, 13–23

контрольная сумма, 13–25, В–2

косвенная адресация, 14–21,  
 14–22, 14–24

назначение, 13–1

недопустимые функции, 13–26

номера строк, 13–23

операции ALG, 13–5

операции RPN, 13–5

остановка, 13–15, 13–17, 13–20

очистка, 13–6, 13–24

очистка всех, 13–6, 13–25

ошибки, 13–20

пауза, 13–20

переменные, 13–13, 15–1, 15–7

перемещение, 13–12

переходы, 14–2, 14–4, 14–6,  
 14–17

пошаговое выполнение, 13–12

правка, 1–4

правка уравнений, 13–21

предотвращение остановки,  
 13–19

прерывание, 13–20

приемы, 14–1

проверки сравнения, 14–7

проверки условий, 14–7, 14–8,  
 14–13, 14–18, 15–6

проектирование, 13–3, 14–1

просмотр длинных чисел, 13–7

процедуры, 14–1

системы счисления, 13–26

сообщения, 13–17, 13–19

счетчик цикла, 14–19

тестирование, 13–12

удаление, 1–28  
удаление всех, 1–5  
удаление строк, 13–21  
удаление уравнений, 13–21  
уравнения, 13–5, 13–7  
флаги, 14–8, 14–12  
циклы, 14–17, 14–18  
числа, 13–7

прокрутка  
двоичные числа, 11–8  
уравнения, 6–8, 13–7, 13–17

прокрутка стека, 2–3, С–7

промежуточные результаты, 2–11

просмотр переменных, 3–4

процедуры  
вложенные, 14–3  
вызов, 14–2  
части программ, 14–1

процентная ставка (финансы),  
17–3

процентов функции, 4–6

**Р**

равенства (уравнения), 6–11, 6–12,  
7–1

радианы  
единицы углов, 4–4, А–2  
преобразование в градусы,  
4–15

разрыв функции, D–6

регистровые клавиши, 1–3

регрессия (линейная), 12–8, 16–1

регулировка  
контрастность, 1–1

режим ввода программ, 1–4, 13–6

режим отображения дробей

влияние на VIEW, 13–16  
влияние на округление, 5–9  
установка, 5–1, А–2

режим системы счисления  
по умолчанию, В–4

режим уравнений  
возврат, 1–4  
выход, 1–4, 6–4

режимы. См. угловой режим,  
системы счисления, режим  
уравнений, режим  
отображения дробей, режим  
ввода программ

решение проблем, А–4, А–6

## **С**

самодиагностика калькулятора,  
А–6

сброс калькулятора, А–4, В–2

свободный член (подгонка кривых),  
16–1

синтаксис уравнений, 6–15, 6–20,  
13–17

синус (триг), 4–4, 9–3, А–2, С–6

системы счисления  
арифметика, 11–4  
влияние на отображение, 11–6  
по умолчанию, В–4  
преобразование, 11–2  
программирование, 13–26  
программы, 11–9, 13–26  
уравнения, 6–6, 6–12, 13–26  
установка, 11–1, 13–26

скобки  
в арифметике, 2–11  
в уравнениях, 6–6, 6–7, 6–16

случайные числа, 4–16, В–4

- соглашение о знаках (финансы), 17–1
- сообщения
  - в уравнениях, 13–17
  - вывод, 13–17, 13–19
  - очистка, 1–4
  - реакция, 1–27, F–1
  - сводка, F–1
- сообщения об ошибках, F–1
- сочетания, 4–16
- список уравнений
  - добавление, 6–5
  - обзор операций, 6–3
  - правка, 6–9
  - просмотр, 6–7
  - режим уравнений, 6–3
- справка по калькулятору, A–1
- средние значения (статистика)
  - вычисления, 12–5
  - нормальное распределение, 16–12
- средних значений меню, 12–5
- стандартное отклонение
  - вычисление, 12–7, 12–8
  - группированные данные, 16–20
  - нормальное распределение, 16–12
- стандартное отклонение выборки, 12–7
- стандартное отклонение генеральной совокупности, 12–8
- стандартных отклонений меню, 12–7, 12–8
- статистика
  - вычисления, 12–4
  - группированные данные, 16–20
  - двумерные данные, 12–2
  - одномерные данные, 12–2
  - операции, 12–1
  - подгонка кривых, 12–9, 16–1
  - распределения, 16–12
  - статистики меню, 12–1, 12–4
  - статистические данные. См. также статистические регистры
    - ввод, 12–1
    - двумерные, 12–2
    - инициализация, 12–2
    - исправление, 12–3
    - одномерные, 12–2
    - очистка, 1–5, 12–2
    - суммы переменных, 12–12
    - точность, 12–11
  - статистические регистры. См. также статистические данные
    - доступ, 12–14
    - инициализация, 12–2
    - исправление данных, 12–3
    - отсутствие дробей, 5–2
    - очистка, 1–5, 12–2
    - просмотр, 12–12
    - содержат суммы, 12–1, 12–12, 12–14
  - стек. См. также подъем стека
    - ввод в программах, 13–13
    - влияние запросов, 6–15, 13–15
    - вывод в программах, 13–13
    - действие **[ENTER]**, 2–6
    - длинные расчеты, 2–11
    - заполнение константой, 2–6
    - использование для уравнений, 6–12
    - комплексные числа, 9–2
    - назначение, 2–1, 2–2
    - не затрагивается VIEW, 13–16

независимость от переменных, 3–2  
обмен X и Y, 2–4  
обмен с переменными, 3–8  
предельный размер, 2–4, 9–2  
прокрутка, 2–3, C–7  
просмотр, 2–3, C–7  
работа, 2–1, 2–5, 9–2  
расчеты в программах, 13–15  
регистры, 2–1  
степени десяти, 1–15, 1–16  
степенная кривая (подгонка), 16–1  
степенные функции, 1–17, 4–2, 9–3  
строки программы. См. программы  
суммы статистических переменных, 12–12  
счетчик цикла, 14–19, 14–24

## T

тангенс (триг), 4–4, 9–3, A–2, C–6  
текущая стоимость. См.  
финансовые вычисления  
температура  
пределы для калькулятора, A–2  
преобразование единиц, 4–15  
точки (в числах), 1–23, A–1  
точность (числа), 1–25, D–13  
тригонометрические функции, 4–4, 9–3, C–5

## У

угловой режим, 4–4, A–2, B–4  
углы  
между векторами, 10–5

подразумеваемые единицы, 4–4, A–2  
преобразование единиц, 4–14  
преобразование формата, 4–14  
указатель программы, 13–6, 13–12, 13–20, 13–23, B–4  
указатель уравнений, B–4  
уравнение  
интегрирование, 8–2  
уравнений режим  
возврат, 6–9  
вход, 6–4, 6–7  
выход, 6–4  
при вводе программ, 13–7  
просмотр списка уравнений, 6–3  
уравнений список  
добавление, 6–5  
индикатор **EQN**, 6–5  
уравнения  
в программах, 13–5, 13–7, 13–25, 14–11  
ввод, 6–5, 6–9  
ввод в программах, 13–7  
вывод в программах, 13–17, 13–19  
вычисление, 6–11, 6–12, 6–14, 7–7, 13–5, 14–11  
длина, 6–20, 13–7, B–2  
длинные, 6–8  
дроби, 5–10  
запрос значений, 6–12, 6–15  
запросы в программах, 14–12, 15–1, 15–8  
использование (I)/(J), 14–24  
использование стека, 6–12  
контрольная сумма, 6–20, 13–7, 13–25

корни, 7–1  
несколько корней, 7–9  
нет корней, 7–8  
обзор операций, 6–3  
отображение в программах,  
14–11  
память, 13–17  
переменные, 6–4, 7–1  
правка, 1–4, 6–9  
правка в программах, 13–21  
приложения, 17–1  
применение, 6–1  
приоритет операций, 6–16  
прокрутка, 6–8, 13–7, 13–17  
просмотр, 6–7  
решение, 7–1, D–1  
синтаксис, 6–15, 13–17  
системы счисления, 6–6, 6–12,  
13–26  
скобки, 6–6, 6–7, 6–16  
сохранение значения  
переменной, 6–13  
список. См. список уравнений  
сравнение с ALG, 13–5  
сравнение с RPN, 13–5  
типы, 6–11  
удаление, 1–5, 6–10  
удаление в программах, 13–21  
управление вычислением,  
14–11  
уравнение ВСД, 17–1  
функции, 6–6, 6–17, G–1  
числа, 6–6  
числовое значение, 6–11, 6–12,  
7–1, 7–7, 13–5  
условные инструкции, 14–6

## Ф

факториал функция, 4–15  
физические константы, 4–8  
финансовые расчеты, 17–1  
флаги  
вычисление уравнений, 14–11  
запросы уравнений, 14–12  
значение, 14–8  
индикаторы, 14–12  
невыделенные, 14–9  
операции, 14–13  
отображение дробей, 14–10  
переполнение, 14–9  
проверка, 14–8, 14–13  
снятие, 14–13  
состояние по умолчанию, 14–8  
установка, 14–12  
формат отображения  
влияние на интегрирование,  
8–2, 8–6, 8–7  
влияние на округление, 4–19  
по умолчанию, B–4  
точки и запятые, 1–23, A–1  
установка, 1–21, A–1  
функции  
в уравнениях, 6–6, 6–17  
два аргумента, 1–19, 2–9, 9–3  
действительные числа, 4–1  
имена на экране, 13–8  
недопустимые в программах,  
13–26  
один аргумент, 1–18, 2–8  
список, G–1  
функции корня, 4–3  
функции преобразования, 4–10  
функции процентов, 4–6

## **Х**

Хорнера метод, 13–27

## **Ц**

целая часть, функция, 4–18

цепочечные вычисления, 2–11

циклы, 14–17, 14–18

## **Ч**

частное и остаток от деления, 4–2

числа. *См. также* системы  
счисления, переменные  
арифметические вычисления,  
1–18

большие и малые, 1–15, 1–17

буква E, 1–15, A–1

в программах, 13–7

в уравнениях, 6–6

ввод, 1–15, 1–16, 11–1

внутреннее представление,  
11–6

действительные, 4–1

диапазон, 1–17, 11–7

дроби, 1–26, 5–1

извлечение, 3–2

изменение знака, 1–15, 9–3

комплексные, 9–1

обмен, 2–4

округление, 4–19

отрицательные, 1–15, 9–3,  
11–6

очистка, 1–4, 1–5, 1–17

повторное использование, 2–6,  
2–10

показ всех знаков, 1–25

правка, 1–4, 1–17

простые, 17–7

системы счисления, 10–1,  
13–26

сохранение, 3–2

точки и запятые, 1–23, A–1

точность, D–13

усечение, 11–6

формат отображения, 1–21,  
11–6

части, 4–18, C–7

## **Ш**

шестнадцатеричные числа. *См.*

*также* числа

арифметика, 11–4

ввод, 11–1

диапазон, 11–8

преобразование, 11–2

## **Э**

экран

X-регистр, 2–3

регулировка контрастности,  
1–1

экспоненциальная кривая  
(подгонка), 16–1

экспоненциальные функции, 1–16,  
4–1, 9–3, C–5

