

Графический калькулятор **HP** 50g

Руководство пользователя



i n v e n t

Редакция 1

Артикул HP: F2229AA-90020

Внимание!

**ЗАРЕГИСТРИРУЙТЕ СВОЙ ПРОДУКТ ПО АДРЕСУ:
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, В ТОМ ЧИСЛЕ, НО НЕ ТОЛЬКО, ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДАЖИ, ОТСУТСТВИЯ НАРУШЕНИЙ ПРАВ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КАКОЙ-ЛИБО ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ.

КОМПАНИЯ HEWLETT-PACKARD НЕ БУДЕТ НЕСТИ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ОШИБКИ ИЛИ КОСВЕННЫЕ УБЫТКИ, СВЯЗАННЫЕ С ПРЕДОСТАВЛЕНИЕМ, КАЧЕСТВОМ ИЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННОГО РУКОВОДСТВА ИЛИ СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЕМ ПРИМЕРОВ.

© 2003, 2006 Hewlett-Packard Development Company, L.P.

Запрещается воспроизведение, адаптация или перевод данного руководства без предварительного письменного разрешения 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

Апрель 2006 г.

Предисловие

У вас в руках – компактное символьно-числовое вычислительное устройство, предназначенное для расчетов и автоматического анализа задач в самых разных сферах, от элементарной математики до сложных инженерных и научных областей.

В данном руководстве приводятся примеры, иллюстрирующие использование базовых функций и операций калькулятора. Главы данного руководства пользователя расположены по темам в порядке увеличения сложности: в первую очередь рассказывается об установке режимов калькулятора, а затем – о расчетах с действительными и комплексными числами, о работе со списками, векторами и матрицами, графиках, дифференциальном и интегральном исчислении, векторном анализе, дифференциальных уравнениях, распределениях вероятностей и статистике.

Для символических операций в калькуляторе имеется мощная вычислительная алгебраическая система (CAS, Computer Algebraic System), позволяющая выбирать различные режимы работы – например, с комплексными или действительными числами, а также точный (символический) или аппроксимационный (численный) режим. Экран можно настроить на вывод выражений в том виде, в котором они приводятся в литературе – это может оказаться удобно при работе с матрицами, векторами, дробями, суммами, производными и интегралами. Высокоскоростная графическая система калькулятора позволяет очень быстро строить сложные графики.

Данный калькулятор можно подключать к другим калькуляторам или компьютерам с помощью инфракрасного порта, USB-порта, порта RS232 и кабеля, входящего в комплект калькулятора. Это дает возможность быстро и эффективно обмениваться программами и данными с другими калькуляторами и компьютерами.

Мы надеемся, что этот калькулятор станет вашим верным помощником в учебе и профессиональной деятельности.

Содержание

Глава 1. Начинаем работать

Основные операции	1-1
Элементы питания	1-1
Включение и выключение калькулятора	1-2
Регулировка контрастности экрана	1-2
Содержимое экрана калькулятора	1-3
Меню	1-3
Меню TOOL	1-3
Установка времени и даты	1-4
Знакомство с клавиатурой калькулятора	1-4
Выбор режимов работы калькулятора	1-6
Режим работы	1-7
Формат чисел и десятичная точка или запятая	1-11
Стандартный формат	1-11
Формат с фиксированной десятичной точкой	1-12
Научный формат	1-13
Инженерный формат	1-13
Десятичная точка и десятичная запятая	1-14
Единицы измерения углов	1-15
Координатная система	1-16
Выбор настроек системы CAS	1-16
Описание настроек системы CAS	1-18
Выбор режимов экрана	1-19
Выбор шрифта для экрана	1-20
Выбор свойств строкового редактора	1-20
Выбор свойств стека	1-21
Выбор свойств редактора формул (EQW)	1-22
Дополнительные сведения	1-23

Глава 2. Знакомство с калькулятором

Объекты калькулятора	2-1
Редактирование выражений в стеке	2-1
Создание арифметических выражений	2-1
Создание алгебраических выражений	2-4
Создание выражений с помощью редактора формул (EQW)...	2-5
Создание арифметических выражений	2-5
Создание алгебраических выражений	2-7
Организация данных в калькуляторе.....	2-8
Каталог HOME	2-9
Подкаталоги	2-9
Переменные	2-9
Ввод названий переменных	2-10
Создание переменных	2-11
Алгебраический режим.....	2-11
Режим RPN	2-12
Просмотр содержимого переменных	2-14
Алгебраический режим.....	2-14
Режим RPN	2-14
Использование клавиши правого регистра с клавишами экранного меню	2-14
Вывод на экран содержимого всех переменных	2-15
Удаление переменных	2-15
Использование функции PURGE в стеке в алгебраическом режиме	2-15
Использование функции PURGE в стеке в режиме RPN..	2-16
Функции UNDO и CMD	2-17
Поля выбора и экранные меню.....	2-17
Дополнительные сведения.....	2-20

Глава 3. Операции с действительными числами

Примеры вычислений с действительными числами	3-1
Использование экспоненциальной записи при вводе данных	3-4
Функции для действительных чисел в меню MTH.....	3-5
Работа с меню калькулятора	3-6

Гиперболические функции и обратные функции для них.....	3-6
Работа с единицами измерения	3-8
Меню UNITS.....	3-8
Поддерживаемые единицы измерения	3-10
Добавление единиц измерения к числам	3-10
Префиксы единиц измерения.....	3-11
Работа с единицами измерения	3-12
Преобразование единиц измерения	3-14
Физические константы в калькуляторе	3-14
Определение и использование функций.....	3-16
Дополнительные сведения	3-18
Глава 4. Операции с комплексными числами	
Переключение калькулятора в режим комплексных чисел	4-1
Ввод комплексных чисел	4-2
Представление комплексного числа в показательной форме	4-3
Простые операции с комплексными числами	4-4
Меню CMPLX.....	4-4
Меню CMPLX, вызываемое из меню MTH	4-4
Меню CMPLX, вызываемое с помощью клавиатуры	4-6
Функции, применимые к комплексным числам	4-6
Функция DROITE: уравнение прямой линии	4-7
Дополнительные сведения	4-8
Глава 5. Алгебраические и арифметические операции	
Ввод алгебраических объектов	5-1
Простые операции с алгебраическими объектами	5-2
Функции в меню ALG	5-3
Операции с трансцендентными функциями	5-6
Раскрытие и разложение с помощью логарифмических и экспоненциальных функций	5-6
Раскрытие и разложение с помощью тригонометрических функций.....	5-6
Функции в меню ARITHMETIC	5-7
Многочлены.....	5-8

Функция HORNER	5-8
Переменная VX	5-9
Функция PCOEF	5-9
Функция PROOT	5-9
Функции QUOT и REMAINDER	5-9
Функция PEVAL	5-10
Дроби	5-10
Функция SIMP2	5-10
Функция PROPFRAC	5-11
Функция PARTFRAC	5-11
Функция FCOEF	5-11
Функция FROOTS	5-12
Пошаговые операции с многочленами и дробями	5-12
Дополнительные сведения	5-13
Глава 6. Решение уравнений	
Символическое решение алгебраических уравнений	6-1
Функция ISOL	6-1
Функция SOLVE	6-3
Функция SOLVEVX	6-4
Функция ZEROS	6-5
Меню числового решения	6-5
Полиномиальные уравнения	6-6
Поиск решений полиномиального уравнения	6-6
Получение коэффициентов многочлена на основе его корней	6-8
Получение алгебраического выражения для многочлена	6-8
Финансовые расчеты	6-9
Решение уравнений с одной неизвестной с помощью системы NUM.SLV	6-10
Функция STEQ	6-10
Решение систем уравнений с помощью функции MSLV	6-11
Дополнительные сведения	6-13
Глава 7. Работа со списками	
Создание и сохранение списков	7-1

Работа с числовыми списками	7-1
Изменение знака.....	7-1
Сложение, вычитание, умножение и деление.....	7-2
Функции, применимые к спискам.....	7-3
Списки комплексных чисел	7-4
Списки алгебраических объектов	7-4
Меню MTH/LIST	7-4
Функция SEQ	7-6
Функция MAP	7-6
Дополнительные сведения	7-7
Глава 8. Векторы	
Ввод векторов	8-1
Ввод векторов в стек.....	8-1
Сохранение векторов в переменных.....	8-2
Ввод векторов с помощью редактора матриц (MTRW).....	8-2
Простые операции с векторами	8-5
Перемена знака.....	8-5
Сложение и вычитание.....	8-5
Умножение и деление на скалярную величину.....	8-6
Функция абсолютного значения.....	8-6
Меню MTH/VECTOR	8-6
Модуль вектора.....	8-7
Скалярное произведение.....	8-7
Векторное произведение.....	8-7
Дополнительные сведения	8-8
Глава 9. Матрицы и линейная алгебра	
Ввод матриц в стек	9-1
Использование редактора матриц.....	9-1
Ввод матрицы непосредственно в стек.....	9-2
Операции с матрицами	9-3
Сложение и вычитание.....	9-4
Умножение.....	9-4
Умножение на скалярную величину.....	9-4
Умножение матрицы на вектор.....	9-5

Умножение матриц	9-5
Почленное умножение	9-6
Возведение матрицы в действительную степень	9-6
Единичная матрица	9-7
Обратная матрица	9-7
Характеризация матрицы (меню NORM для матриц)	9-8
Функция DET	9-8
Функция TRACE	9-8
Решение систем линейных уравнений	9-9
Применение функции числового решения для систем линейных уравнений	9-9
Решение с обратной матрицей	9-11
Решение путем «деления» матриц	9-11
Дополнительные сведения	9-12
Глава 10. Графики	
Функции построения графиков	10-1
Построение графика для выражения вида $y = f(x)$	10-2
Создание таблицы значений для функции	10-4
Быстрое построение трехмерных графиков	10-6
Дополнительные сведения	10-8
Глава 11. Численные методы	
Меню CALC	11-1
Пределы и производные	11-1
Функция lim	11-1
Функции DERIV и DERVX	11-3
Первообразные и интегралы	11-3
Функции INT, INTVX, RISCH, SIGMA и SIGMAVX	11-3
Определенные интегралы	11-4
Бесконечный ряд	11-5
Функции TAYLR, TAYLRO и SERIES	11-5
Дополнительные сведения	11-7
Глава 12. Численные операции с несколькими переменными	
Частные производные	12-1

Кратные интегралы	12-2
Дополнительные сведения	12-3
Глава 13. Функции для векторного анализа	
Градиент	13-1
Дивергенция	13-2
Ротор	13-2
Дополнительные сведения	13-3
Глава 14. Дифференциальные уравнения	
Меню CALC/DIFF	14-1
Решение линейных и нелинейных уравнений	14-2
Функция LDEC	14-2
Функция DESOLVE	14-3
Переменная ODETYPE	14-3
Преобразования Лапласа	14-4
Прямое и обратное преобразование Лапласа в калькуляторе	14-5
Ряды Фурье	14-6
Функция FOURIER	14-6
Ряд Фурье для квадратичной функции	14-6
Дополнительные сведения	14-8
Глава 15. Распределения вероятностей	
Подменю MTH/PROBABILITY, часть 1	15-1
Факториалы, сочетания и перестановки	15-1
Случайные числа	15-2
Меню MTH/PROB, часть 2	15-3
Нормальное распределение	15-3
t-распределение Стьюдента	15-4
Распределение хи-квадрат	15-4
F-распределение	15-4
Дополнительные сведения	15-4
Глава 16. Статистические функции	
Ввод данных	16-1
Расчет статистики для одной переменной	16-2

Выборка и совокупность.....	16-2
Вычисление частотных распределений.....	16-3
Подбор функции $y = f(x)$ на основе данных	16-5
Получение дополнительной сводной статистики	16-6
Доверительные интервалы	16-8
Проверка гипотез.....	16-10
Дополнительные сведения.....	16-12
Глава 17. Различные системы счисления	
Меню BASE	17-1
Запись чисел в других системах счисления.....	17-2
Дополнительные сведения.....	17-2
Глава 18. Применение SD-карт	
Установка и извлечение SD-карты.....	18-1
Форматирование SD-карты	18-1
Доступ к объектам на SD-карте	18-2
Сохранение объектов на SD-карте.....	18-3
Загрузка объекта с SD-карты.....	18-3
Удаление объекта с SD-карты	18-4
Удаление всех объектов с SD-карты путем форматирования .	18-4
Указание каталога на SD-карте.....	18-4
Глава 19. Библиотека формул	
Дополнительные сведения.....	19-4
Ограниченная гарантия.....	W-1
Центры обслуживания.....	W-3
Соответствие нормативным требованиям	W-5
Утилизация отслужившего оборудования пользователями в частных домовладениях стран Европейского Союза	W-8

Глава 1

Начинаем работать

В этой главе приводятся вводные сведения о работе с калькулятором. Она поможет познакомиться с основными операциями и настройками перед тем, как приступить к расчетам.

Основные операции

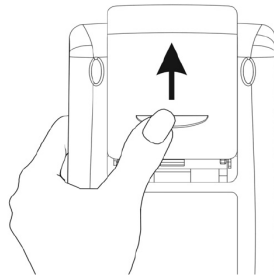
Элементы питания

В калькуляторе используются 4 элемента питания типа AAA (LR03) в качестве основного источника питания, а также литиевый аккумулятор CR2032 для резервного питания памяти.

Перед началом работы с калькулятором установите элементы питания согласно приведенным ниже инструкциям.

Установка основных элементов питания

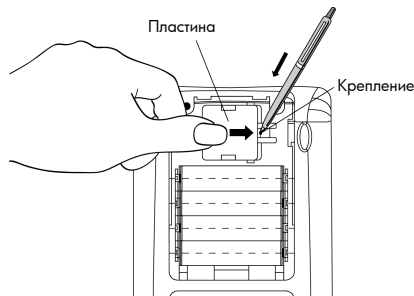
- a. **Убедитесь, что калькулятор выключен.** Сдвиньте крышку отсека для элементов питания вверх, как показано на иллюстрации.



- b. Вставьте 4 новых элемента питания типа AAA (LR03) в основной отсек. При установке элементов соблюдайте указанную полярность.


Установка резервного аккумулятора

- a. **Убедитесь, что калькулятор выключен.** Утопите фиксатор. Сдвиньте пластину в указанном направлении и поднимите ее.







б. Вставьте новый литиевый аккумулятор CR2032. Плюсовая сторона (+) должна быть обращена вверх.

в. Установите пластину на место и сдвиньте ее в исходное положение.

Установив элементы питания, нажмите клавишу , чтобы включить питание.

Осторожно! Если на экране появится значок разряда аккумуляторов, замените элементы питания как можно скорее. Чтобы избежать потери данных, не вынимайте резервный аккумулятор и основные элементы питания одновременно.

Включение и выключение калькулятора

Клавиша  находится в верхнем левом углу клавиатуры. Нажмите на нее один раз, чтобы включить калькулятор. Чтобы выключить калькулятор, нажмите клавишу правого регистра  (первая клавиша во втором снизу ряду клавиатуры), а затем клавишу . Обратите внимание на то, что в верхнем правом углу клавиши  имеется пометка OFF, напоминающая о команде выключения.

Регулировка контрастности экрана

Чтобы изменить контрастность экрана, нажмите клавишу  и, не отпуская ее, нажимайте клавишу  или .

Сочетание клавиш  (удерживается) и  делает экран темнее.

Сочетание клавиш  (удерживается) и  делает экран светлее.

Содержимое экрана калькулятора

Включите калькулятор снова. В верхней части экрана появятся две строки с информацией о настройках калькулятора. В первой строке выводятся следующие символы:

```
RAD XYZ HEX R= 'X'
```

Сведения о значении этих символов см. в главе 2 руководства пользователя калькулятора.

Во второй строке выводятся следующие символы:

```
{ HOME }
```

Это означает, что текущий файловый каталог в памяти калькулятора – каталог HOME (исходный).

В нижней строке экрана выводится ряд меток:

```
000 000 000 000 000 000
```

Эти метки связаны с шестью клавишами экранного меню, F1–F6:

```
F1 F2 F3 F4 F5 F6
```







Шесть меток в нижней части экрана меняются в зависимости от того, какое меню выводится на экран. Однако клавиша **F1** всегда остается связана с первой меткой на экране, клавиша **F2** – со второй, и т. д.

Меню

Шесть меток, связанных с клавишами **F1** – **F6**, входят в состав меню функций. Поскольку у калькулятора лишь шесть клавиш экранного меню, одновременно на экран выводится только шесть меток. Впрочем, меню может включать более шести пунктов. Каждая группа из 6 пунктов называется страницей меню. Для перехода к следующей странице меню (при ее наличии) нажмите клавишу **NXT** (следующее меню). Это третья клавиша слева в третьем ряду клавиатуры.



Меню TOOL

Клавиши экранного меню для меню по умолчанию, которое называется TOOL (Инструментарий), вызывают операции, связанные с управлением переменными (см. раздел этой главы, посвященный переменным):

-  **F1** Изменение содержимого переменной (дополнительные сведения об изменении переменных см. в главе 2 данного руководства, а также в главе 2 и приложении L руководства пользователя)
-  **F2** Просмотр содержимого переменной
-  **F3** Считывание содержимого переменной
-  **F4** Запись содержимого переменной
-  **F5** Стирание переменной
-  **F6** Очистка экрана или стека

Эти шесть функций составляют первую страницу меню TOOL. Всего это меню включает в себя восемь пунктов, расположенных на двух страницах. Для перехода к второй странице нажмите клавишу **NXT** (следующее меню). Это третья клавиша слева в третьем ряду клавиатуры.

Команды на второй странице связаны только с первыми двумя клавишами экранного меню. Эти команды перечислены ниже:

-  **F1** CASCMD: Команда CAS, используется для запуска команды из вычислительной алгебраической системы (CAS) путем выбора из списка
-  **F2** Функция справки – вызывает описание команд, поддерживаемых калькулятором

При повторном нажатии на клавишу **NXT** появится первая страница меню TOOL. Кроме того, меню TOOL можно вызвать, нажав клавишу **TOOL** (третья клавиша слева во втором сверху ряду клавиатуры).

Установка времени и даты

Сведения об установке времени и даты см. в главе 1 руководства пользователя калькулятора.

Знакомство с клавиатурой калькулятора

На следующей странице приводится схема клавиатуры калькулятора с нумерацией рядов и столбцов. Каждой клавише присвоено три, четыре или пять функций. Основная функция клавиши соответствует наиболее заметной надписи на клавише. Для вызова прочих функций

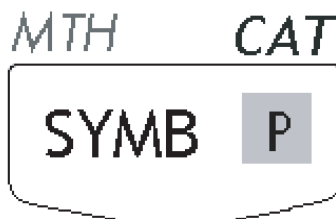
в сочетании с другими клавишами могут использоваться клавиша левого регистра (клавиша 8,1), клавиша правого регистра (клавиша 9,1) и клавиша ALPHA (клавиша 7,1).

Столбец	1	2	3	4	5	6
Ряд	▼	▼	▼	▼	▼	▼
1 ▶	Y= F1 A	WIN F2 B	GRAPH F3 C	2D/3D F4 D	TBLSET F5 E	TABLE F6 F
2 ▶	FILES BEGIN CUSTOM END /	APPS G	MODE H	TOOL I		
3 ▶	UPDIR COPY	RCL CUT	PREV PASTE			
4 ▶	CMD UNDO	PRG CHARS	MTRW EQW	MTH CAT	DEL CLEAR	
5 ▶	HIST M	EVAL N	' O	SYMB P	←	
6 ▶	e^x LN	x^2 $\sqrt[3]{y}$	ASIN Σ	ACOS ∂	ATAN \int	
7 ▶	Y^x Q	\sqrt{x} R	SIN S	COS T	TAN U	
8 ▶	10^x LOG	\neq =	\leq <	\geq >	ABS ARG	
9 ▶	EEX V	+/- W	X X	1/X Y	÷ Z	
10 ▶	USER ENTRY	S, SIV NUM, SIV	EXP&N TRIG	FINANCE TIME []	" "	
11 ▶	ALPHA	7	8	9	X	
12 ▶	CALC ALG MATRICES STAT CONVERT UNITS () -					
13 ▶	←	4	5	6	-	
14 ▶	ARITH CMPLX DEF LIB # BASE () <<>>					
15 ▶	→	1	2	3	+	
16 ▶	CONT OFF	∞ →	:: ←	π ,	ANS → NUM	
17 ▶	ON	0	.	SPC	ENTER	
18 ▶	CANCEL					
Столбец	▲	▲	▲	▲	▲	▲

Например, с клавишей **SYMB** (клавиша 4,4) связано шесть следующих функций:

- SYMB** Основная функция – вызов меню для работы с символами
- ← MTH** Функция левого регистра – вызов меню MTH (Математика)
- CAT** Функция правого регистра – вызов функции CAT (Каталог)
- ALPHA P** Функция ALPHA – ввод заглавной буквы P
- ALPHA ← P** Функция ALPHA в левом регистре – ввод строчной буквы p
- ALPHA → P** Функция ALPHA в правом регистре – ввод символа π

Из шести функций, связанных с клавишей, на клавиатуре обозначены только первые четыре. На иллюстрации ниже можно увидеть соответствующие надписи для клавиши **SYMB**. Обратите внимание на то, что по цвету и положению надписей на клавише (**SYMB**, **MTH**, **CAT** и **P**) можно определить, какая функция является основной (**SYMB**) и какие три функции связаны с левым регистром (**← MTH**), правым регистром (**→ CAT**) и клавишей **ALPHA (P)**.

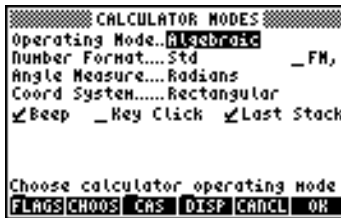


Подробные сведения о работе с клавиатурой калькулятора см. в приложении В руководства пользователя калькулятора.

Выбор режимов работы калькулятора

В данном разделе предполагается, что читатель хотя бы частично знаком с функциями выбора и диалоговыми окнами (если это не так, обратитесь к приложению А руководства пользователя).

Нажмите клавишу MODE (вторая слева клавиша во втором сверху ряду клавиатуры), чтобы вызвать следующую форму ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора):



Нажмите клавишу экранного меню CHOOS , чтобы вернуться к основному экрану. Примеры выбора различных режимов работы калькулятора приводятся ниже.

Режим работы

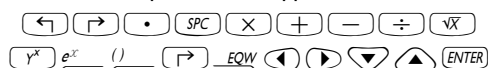
Калькулятор поддерживает два режима работы: *алгебраический* режим и режим *обратной польской нотации (RPN)*. По умолчанию используется алгебраический режим (как показано на рисунке выше), однако для пользователей предыдущих моделей калькуляторов HP режим RPN может оказаться привычнее.

Чтобы выбрать режим работы, сначала вызовите форму ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора), нажав клавишу MODE . Поле *Operating Mode* (Режим работы) будет выделено. Выберите режим *Algebraic* (Алгебраический) или *RPN* (Обратная польская нотация) либо с помощью клавиши +/- (вторая слева клавиша в пятом снизу ряду клавиатуры), либо с помощью клавиши экранного меню CHOOS . Во втором случае выберите нужный режим с помощью клавиш со стрелками вверх и вниз (▲ ▼), а затем нажмите клавишу экранного меню CHOOS , чтобы завершить данную операцию.

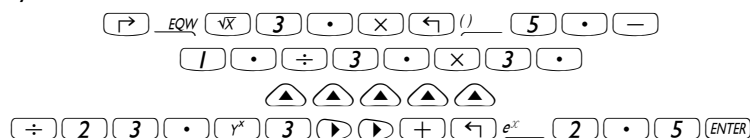
Чтобы проиллюстрировать разницу между этими двумя режимами, рассчитаем в обоих режимах следующее выражение:

$$\sqrt{\frac{3.0 \cdot \left(5.0 - \frac{1}{3.0 \cdot 3.0} \right)}{23.0^3}} + e^{2.5}$$

Чтобы ввести это выражение в калькулятор, сначала воспользуемся редактором формул, EQW . Найдите на клавиатуре следующие клавиши, расположенные рядом с цифровыми:



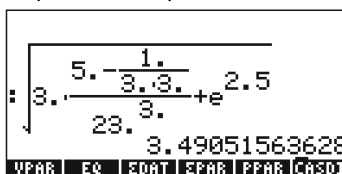
Редактор формул – это режим экрана, позволяющий вводить математические выражения в традиционной записи с использованием дробей, производных, интегралов, корней и т. п. Чтобы ввести показанное выше выражение в редакторе формул, нажмите следующие клавиши:



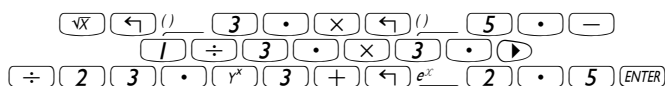
После нажатия клавиши ENTER на экране калькулятора появится следующее выражение:

$$\sqrt{(3 \cdot (5 - 1 / (3 \cdot 3)) / 23 \cdot 3 + \text{EXP}(2.5))}$$

Если нажать на клавишу ENTER еще раз, на экран будет выдано следующее значение (если калькулятор предложит включить режим аппроксимации, подтвердите выбор, нажав клавишу MODE):



Кроме того, то же самое выражение можно ввести напрямую, не пользуясь редактором формул:



Результат будет тем же.

Теперь переключитесь в режим работы RPN. Для этого сначала следует нажать клавишу MODE . Выберите режим работы RPN либо с помощью клавиши +/- , либо с помощью клавиши экранного меню MODE . Нажмите клавишу экранного меню MODE , чтобы завершить данную операцию. В режиме RPN экран выглядит следующим образом:



Обратите внимание на то, что на экране отображается несколько уровней для вывода данных, помеченных цифрами 1, 2, 3 и т. д. (сверху вниз). Это называется стеком калькулятора. Различные уровни называются *уровнями стека* – уровень стека 1, уровень стека 2 и т. д.

В режиме RPN ввод данных производится по-другому. В обычном режиме операция $3 + 2$ записывается нажатием клавиш:

$3 \text{ } + \text{ } 2 \text{ } \text{ENTER}$

В данном случае мы сначала записываем операнды, а затем – оператор, т. е.:

$3 \text{ } \text{ENTER} \text{ } 2 \text{ } +$

Вводимые операнды размещаются на различных уровнях стека. При нажатии клавиш $3 \text{ } \text{ENTER}$ число 3 размещается на уровне стека 1. Затем при нажатии клавиши 2 число 3 сдвигается вверх и занимает уровень стека 2. Наконец, нажимая клавишу $+$, мы просим калькулятор применить соответствующий оператор $(+)$ к объектам, которые находятся на уровнях 1 и 2. Результат вычисления, 5, размещается на уровне 1.

Прежде чем вводить относительно сложное выражение, которое мы вычисляли ранее в алгебраическом режиме, попробуем выполнить несколько более простых операций:

123/32	$1 \text{ } 2 \text{ } 3 \text{ } \text{ENTER} \text{ } 3 \text{ } 2 \text{ } \div$
4^2	$4 \text{ } \text{ENTER} \text{ } 2 \text{ } y^x$
$^3\sqrt{(\sqrt{27})}$	$2 \text{ } 7 \text{ } \sqrt{x} \text{ } 3 \text{ } \rightarrow \sqrt[4]{x}$

Обратите внимание на положение значений y и x в двух последних операциях. Основанием в операции возведения в степень будет значение y (уровень стека 2), а показателем степени – значение x (уровень стека 1), находившиеся в стеке перед нажатием клавиши y^x . Аналогично этому при извлечении кубического корня значение y (уровень стека 2) – это число под знаком корня, а значение x (уровень стека 1) – показатель корня.

Попробуем решить следующий пример с тремя числами: $(5 + 3) \times 2$

$\boxed{5}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ $\boxed{3}$ $\boxed{+}$ Сначала вычисляем $(5 + 3)$.

$\boxed{2}$ $\boxed{\times}$ Завершаем вычисление.

А теперь попробуем вычислить выражение, предложенное ранее:

$$\sqrt{\frac{3 \cdot \left(5 - \frac{1}{3 \cdot 3}\right)}{23^3} + e^{2.5}}$$

- $\boxed{3}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ Вводим 3 на уровне 1.
- $\boxed{5}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ Вводим 5 на уровне 1, число 3 переходит на уровень 2.
- $\boxed{3}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ Вводим 3 на уровне 1, число 5 переходит на уровень 2, число 3 – на уровень 3.
- $\boxed{3}$ $\boxed{\times}$ Вводим 3 и оператор умножения, результат 9 появляется на уровне 1.
- $\boxed{1/x}$ $1/(3 \times 3)$, последнее значение на уровне 1; число 5 на уровне 2; число 3 на уровне 3.
- $\boxed{-}$ $5 - 1/(3 \times 3)$, результат находится на уровне 1; число 3 на уровне 2.
- $\boxed{\times}$ $3 \times (5 - 1/(3 \times 3))$, результат находится на уровне 1.
- $\boxed{2}$ $\boxed{3}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ Вводим 23 на уровне 1, число 14.66666 перемещается на уровень 2.
- $\boxed{3}$ $\boxed{y^x}$ Вводим 3, вычисляем 23^3 , результат находится на уровне 1, число 14.666 на уровне 2.
- $\boxed{\div}$ $(3 \times (5 - 1/(3 \times 3)))/23^3$, результат на уровне 1.
- $\boxed{2}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{5}$ Вводим 2.5 на уровне 1.
- $\boxed{\leftarrow}$ e^x $e^{2.5}$, результат находится на уровне 1, а на уровне 2 размещается предыдущее значение.
- $\boxed{+}$ $(3 \times (5 - 1/(3 \times 3)))/23^3 + e^{2.5} = 12.18369$, результат на уровне 1.
- $\boxed{\sqrt{x}}$ $\sqrt{((3 \times (5 - 1/(3 \times 3)))/23^3 + e^{2.5})} = 3.4905156$, результат на уровне 1.

Для переключения между режимами работы ALG и RPN можно также устанавливать или снимать системный флаг 95, нажимая следующие клавиши:



Формат чисел и десятичная точка или запятая

Изменение формата чисел позволяет настраивать отображение действительных чисел на экране калькулятора. Эта функция очень пригодится при операциях с числами в экспоненциальной записи, а также для ограничения длины дробной части в результатах.

Чтобы выбрать формат чисел, вызовите форму ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора), нажав клавишу **MODE**. Затем с помощью клавиши со стрелкой вниз (**▼**) выберите пункт *Number format* (Формат чисел). По умолчанию для этого пункта выбрано значение *Std* (Стандартный формат). В стандартном формате калькулятор отображает числа с плавающей точкой без фиксированного положения десятичной точки и с максимальной точностью, которая поддерживается калькулятором (12 значащих цифр). Дополнительные сведения о действительных числах см. в главе 2 данного руководства. Особенности этого и других форматов можно понять из приведенных ниже примеров.

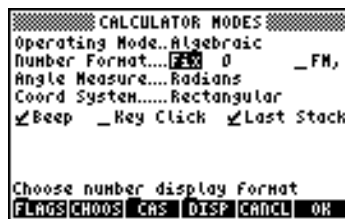
Стандартный формат

Этот режим используется чаще всего, поскольку в нем числа отображаются в наиболее привычном виде. Выбрав для пункта *Number format* (Формат чисел) значение *Std* (Стандартный формат), нажмите клавишу экранного меню **MODE**, чтобы вернуться к основному экрану калькулятора. Введите число 123.4567890123456 (с 16 значащими цифрами). Нажмите клавишу **ENTER**. Число будет округлено до максимальной длины в 12 значащих цифр и появится на экране в следующем виде:



Формат с фиксированной десятичной точкой

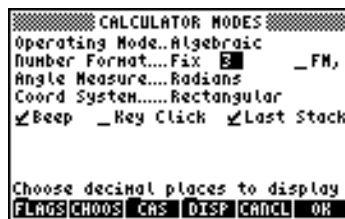
Нажмите клавишу **MODE**. С помощью клавиши со стрелкой вниз (**▼**) выберите пункт *Number format* (Формат чисел). Нажмите клавишу экранного меню **MODE** и выберите пункт *Fixed* (Фиксированный) с помощью клавиши со стрелкой вниз (**▼**).



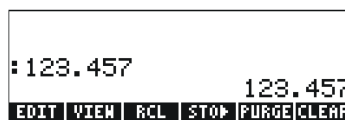
Нажмите клавишу со стрелкой вправо (**▶**), чтобы выделить ноль после пункта *Fix*. Нажмите клавишу экранного меню **MODE** и с помощью клавиш со стрелками вверх и вниз (**▲▼**) выберите, допустим, 3 десятичных знака.



Нажмите клавишу экранного меню **OK**, чтобы подтвердить выбор:



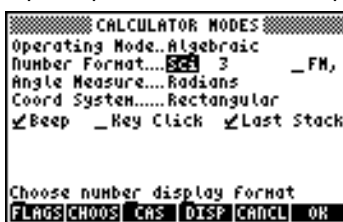
Нажмите клавишу экранного меню **OK**, чтобы вернуться к основному экрану калькулятора. Теперь число будет выводиться следующим образом:



Обратите внимание на то, что число округляется, а не усекается. Таким образом, число 123.4567890123456 при данных настройках отображается как 123.457, а не как 123.456, поскольку цифра после 6 больше 5.

Научный формат

Чтобы выбрать этот формат, сначала нажмите клавишу **(MODE)**. Затем с помощью клавиши со стрелкой вниз (**▼**) выберите пункт *Number format* (Формат чисел). Нажмите клавишу экранного меню **OK** и с помощью клавиши со стрелкой вниз (**▼**) выберите пункт *Scientific* (Научный). Оставьте неизменным число 3 после пометки *Sci*. (Это число можно изменить так же, как мы изменяли количество десятичных знаков для формата с фиксированной точкой в предыдущем примере.)



Нажмите клавишу экранного меню **OK**, чтобы вернуться к основному экрану калькулятора. Число будет показано на экране в следующем виде:

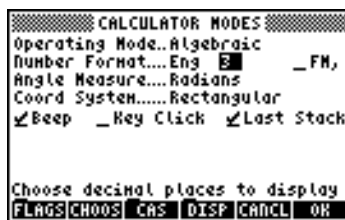


Данный результат, 1.23E2, представляет собой используемый в калькуляторе вариант экспоненциальной записи числа, т. е. 1.235×10^2 . В этой записи, которую называют научной, число 3 в определении формата *Sci* (см. выше) обозначает количество значащих цифр после десятичной точки. В научной записи всегда используется одна цифра в целой части, как показано выше. Таким образом, в данном случае количество значащих цифр равно четырем.

Инженерный формат

Инженерный формат очень похож на научный, однако число, обозначающее степень десяти, здесь всегда кратно трем. Чтобы выбрать этот формат, сначала нажмите клавишу **(MODE)**. Затем с помощью клавиши со стрелкой вниз (**▼**) выберите пункт *Number*

format (Формат чисел). Нажмите клавишу экранного меню **MODE** и выберите пункт *Engineering* (Инженерный) с помощью клавиши со стрелкой вниз (**▼**). Не изменяйте число 3 после пометки *Eng*. Это число можно изменить так же, как мы изменяли количество десятичных знаков для формата с фиксированной точкой в рассмотренном ранее примере.)



Нажмите клавишу экранного меню **MODE**, чтобы вернуться к основному экрану калькулятора. Число будет показано на экране в следующем виде:



Поскольку в целой части данного числа три цифры, в инженерном формате оно отображается с четырьмя значимыми цифрами и нулевой степенью десяти. Число 0.00256, например, будет отображаться следующим образом:

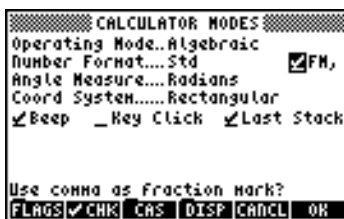



Десятичная точка и десятичная запятая

Десятичные точки в числах с плавающей точкой можно заменить на запятые, если пользователю привычнее такая запись. Чтобы заменить десятичные точки на запятые, измените значение пункта *FM* в форме ввода **CALCULATOR MODES** (Режимы калькулятора), как показано ниже. (Обратите внимание на то, что мы также изменили формат чисел на стандартный.)

Нажмите клавишу **MODE**. Затем один раз нажмите клавишу со стрелкой вниз (**▼**) и клавишу со стрелкой вправо (**▶**), чтобы выбрать пункт **_FM**. Чтобы использовать вместо точки запятую, нажмите клавишу экранного меню **MODE**. После этого форма ввода будет выглядеть

следующим образом:



Нажмите клавишу экранного меню , чтобы вернуться к основному экрану калькулятора. Число 123.4567890123456, введенное ранее, теперь будет выглядеть следующим образом:










Единицы измерения углов

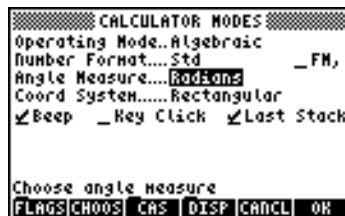
Тригонометрическим и некоторым другим функциям необходимы аргументы, обозначающие углы на плоскости. Калькулятор поддерживает три различных единицы измерения углов:

- *Градусы*: полная окружность равна 360 градусам (360°).
- *Рadiany*: полная окружность равна 2π радиан ($2\pi^r$).
- *Грады*: полная окружность равна 400 град (400^g).

Выбранные единицы измерения углов влияют на работу тригонометрических функций (SIN, COS, TAN и т. п.) и связанных с ними функций.

Чтобы изменить единицы измерения углов, сделайте следующее:

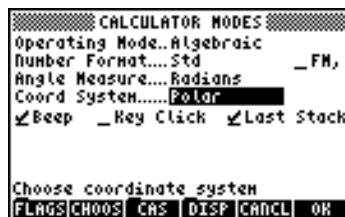
- Нажмите клавишу . Затем дважды нажмите клавишу со стрелкой вниз (). Выберите нужное значение для пункта *Angle Measure* (Единицы измерения углов) либо с помощью клавиши  (вторая слева клавиша в пятом снизу ряду клавиатуры), либо нажав клавишу экранного меню . Во втором случае выберите нужный режим с помощью клавиш со стрелками вверх и вниз ( ) и нажмите клавишу экранного меню , чтобы завершить данную операцию. Например, на показанном ниже экране выбраны радианы:



Координатная система

Выбор координатной системы влияет на способ отображения и ввода векторов и комплексных чисел. Дополнительные сведения о комплексных числах и векторах см. соответственно в главах 4 и 8 данного руководства. Калькулятор поддерживает три координатных системы: прямоугольную (RECT), цилиндрическую (CYLIN) и сферическую (SPHERE). Чтобы изменить координатную систему:

- Нажмите клавишу MODE . Затем три раза нажмите клавишу со стрелкой вниз (\blacktriangledown). Выберите нужное значение для пункта *Coord System* (Координатная система) либо с помощью клавиши +/- (вторая слева клавиша в пятом снизу ряду клавиатуры), либо нажав клавишу экранного меню COORD . Во втором случае выберите нужный режим с помощью клавиш со стрелками вверх и вниз (\blacktriangle \blacktriangledown) и нажмите клавишу экранного меню COORD , чтобы завершить данную операцию. Например, на показанном ниже экране выбраны полярные координаты:



Выбор настроек системы CAS

Сокращение CAS обозначает вычислительную алгебраическую систему (Computer Algebraic System). Это математическая основа калькулятора, в которой программируются символьные математические операции и функции. У системы CAS есть ряд настроек, которые можно изменять в соответствии с типами выполняемых операций. Чтобы увидеть дополнительные настройки системы CAS, сделайте следующее:

- Нажмите клавишу $\boxed{\text{MODE}}$, чтобы вызвать форму ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора).



- Чтобы изменить настройки системы CAS, нажмите клавишу экранного меню $\boxed{\text{CAS}}$. Значения настроек системы CAS, выбранные по умолчанию, показаны ниже:



- Для перемещения между пунктами на экране CAS MODES (Режимы CAS) используйте клавиши со стрелками: $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\nabla}$ $\boxed{\triangle}$.
- Чтобы установить или снять флажок для какой-либо из показанных выше настроек, выберите подчеркивание перед названием нужного пункта и нажимайте клавишу экранного меню $\boxed{\text{CANCL}}$ до тех пор, пока не будет выбран нужный вариант. Когда пункт выбран, над подчеркиванием отображается галочка (как, например, для пунктов *Rigorous* и *Simp Non-Rational* на приведенной выше иллюстрации). Если пункт не выбран, над подчеркиванием нет галочки (пункты *_Numeric*, *_Approx*, *_Complex*, *_Verbose*, *_Step/Step*, *_Incr Pow* на иллюстрации выше).
- Установив и сняв нужные флажки для соответствующих пунктов в форме ввода CAS MODES, нажмите клавишу экранного меню $\boxed{\text{OK}}$. Калькулятор вернется к форме ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора). Чтобы после этого вернуться к обычному экрану калькулятора, еще раз нажмите клавишу экранного меню $\boxed{\text{OK}}$.

Описание настроек системы CAS

- Indep var (Независимая переменная): независимая переменная для операций в системе CAS. Как правило, $\forall X = 'X'$.
- Modulo (Модуль): для операций модульной арифметики эта переменная хранит модуль или показатель арифметического кольца (см. главу 5 руководства пользователя калькулятора).
- Numeric (Числовой результат): если этот флажок установлен, калькулятор выдает для расчетов числовые результаты (с плавающей точкой). Обратите внимание, что константы всегда используются в расчетах как числа.
- Approx (Аппроксимация): если этот флажок установлен, в режиме аппроксимации для расчетов используются числовые результаты. Если этот флажок снят, система CAS работает в точном режиме и использует символические результаты для алгебраических вычислений.
- Complex (Комплексные числа): установка этого флажка разрешает операции с комплексными числами. Когда этот флажок снят, система CAS работает в действительном режиме, т. е. по умолчанию используются операции с действительными числами. Сведения об операциях с комплексными числами см. в главе 4.
- Verbose (Подробные сведения): если этот флажок установлен, для определенных операций в системе CAS выдаются подробные сведения.
- Step/Step (Пошаговые результаты): если этот флажок установлен, для определенных операций в системе CAS выдаются пошаговые результаты. Эту возможность можно использовать для того, чтобы увидеть промежуточные этапы при операциях с суммами, производными, интегралами, многочленами (например, при синтетическом делении) и матрицами.
- Incr Pow (Увеличение степени): если этот флажок установлен, члены многочленов отображаются в порядке увеличения степеней независимой переменной.
- Rigorous (Строгий режим): если этот флажок установлен, калькулятор не упрощает функцию абсолютного значения $|X|$ до X .
- Simp Non-Rational (Упрощение иррациональных выражений): если этот флажок установлен, калькулятор будет стараться максимально упрощать иррациональные выражения.

Выбор режимов экрана

Экран калькулятора можно настраивать в соответствии со своими предпочтениями, выбирая различные режимы. Чтобы увидеть перечень дополнительных настроек экрана, сделайте следующее:

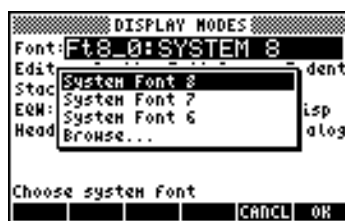
- Сначала нажмите клавишу **(MODE)**, чтобы вызвать форму ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора). После появления формы ввода CALCULATOR MODES нажмите клавишу экранного меню **▣▣▣▣**, чтобы вызвать форму ввода DISPLAY MODES (Режимы экрана).



- Для перемещения по пунктам формы ввода DISPLAY MODES используйте клавиши со стрелками: **◀ ▶ ▾ ▲**.
- Чтобы установить или снять флажок для какой-либо из показанных выше настроек, выберите подчеркивание перед названием нужного пункта и нажимайте клавишу экранного меню **▣▣▣▣** до тех пор, пока не будет выбран нужный вариант. Когда пункт выбран, над подчеркиванием отображается галочка (как, например, для пункта *Textbook* в строке *Stack* на приведенной выше иллюстрации). Если пункт не выбран, над подчеркиванием нет галочки (пункты *_Small*, *_Full page* и *_Indent* options в строке *Edit* на иллюстрации выше).
- Чтобы выбрать шрифт для экрана, выделите поле после пункта *Font* (Шрифт) в форме ввода DISPLAY MODES и воспользуйтесь клавишей экранного меню **▣▣▣▣**.
- Установив и сняв нужные флажки для соответствующих пунктов в форме ввода DISPLAY MODES, нажмите клавишу экранного меню **▣▣▣▣**. Калькулятор вернется к форме ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора). Чтобы после этого вернуться к обычному экрану калькулятора, еще раз нажмите клавишу экранного меню **▣▣▣▣**.

Выбор шрифта для экрана

Сначала нажмите клавишу **(MODE)**, чтобы вызвать форму ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора). После появления формы ввода CALCULATOR MODES нажмите клавишу экранного меню **DISP**, чтобы вызвать форму ввода DISPLAY MODES (Режимы экрана). Поле *Font* (Шрифт) будет выделено, а в нем будет выбрано значение *Ft8_0: system 8* – оно соответствует экранному шрифту, используемому по умолчанию. При нажатии на клавишу экранного меню **DISP** на экране появится список шрифтов, поддерживаемых системой:



Среди вариантов – три стандартных системных шрифта (*System Font*) размеров 8, 7, и 6, а также пункт *Browse* (Обзор). Последний пункт позволяет найти в памяти калькулятора дополнительные шрифты, которые могли быть созданы или загружены в калькулятор.

Попробуйте выбрать для экрана шрифт размера 7 или 6. Нажмите клавишу экранного меню **DISP**, чтобы подтвердить выбор. Завершив выбор шрифта, нажмите клавишу экранного меню **DISP**, чтобы вернуться к форме ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора). Чтобы после этого вернуться к обычному экрану калькулятора, еще раз нажмите клавишу экранного меню **DISP** и посмотрите, каким образом выбор шрифта повлиял на отображение стека на экране.

Выбор свойств строкового редактора

Сначала нажмите клавишу **(MODE)**, чтобы вызвать форму ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора). После появления формы ввода CALCULATOR MODES нажмите клавишу экранного меню **DISP**, чтобы вызвать форму ввода DISPLAY MODES (Режимы экрана). Один раз нажмите клавишу со стрелкой вниз (**▼**), чтобы перейти к строке *Edit* (Редактор). В этой строке присутствуют три флажка, которые можно устанавливать или снимать. Установка (включение) данных флажков оказывает следующее воздействие:

<u>_Small</u> (Мелкий шрифт)	Выбор шрифта уменьшенного размера.
<u>_Full page</u> (Вся страница)	Возможность размещать курсор после конца строки.
<u>_Indent</u> (Отступ)	Автоматический отступ для курсора при вводе возврата каретки.

Инструкции по работе со строковым редактором приводятся в главе 2 руководства пользователя.

Выбор свойств стека

Сначала нажмите клавишу $\boxed{\text{MODE}}$, чтобы вызвать форму ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора). После появления формы ввода CALCULATOR MODES нажмите клавишу экранного меню $\boxed{\text{DISP}}$ ($\boxed{F4}$), чтобы вызвать форму ввода DISPLAY MODES (Режимы экрана). Два раза нажмите клавишу со стрелкой вниз ($\boxed{\nabla}$), чтобы перейти к строке *Stack* (Стек). В этой строке присутствуют два флажка, которые можно устанавливать или снимать. Установка (включение) данных флажков оказывает следующее воздействие:

_Small (Мелкий шрифт) Выбор шрифта уменьшенного размера. Это позволяет отображать на экране большее количество информации. Обратите внимание на то, что данная настройка отменяет выбор шрифта для отображения стека.

_Textbook (Математическая математической записи) Вывод математических выражений в графической (Математическая математической записи).

Чтобы продемонстрировать воздействие этих настроек в алгебраическом режиме или режиме RPN, введите следующий определенный интеграл с помощью редактора формул:

$\boxed{\rightarrow}$ \boxed{EQW} $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\int}$ $\boxed{0}$ $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\infty}$ $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{e^x}$ $\boxed{+/-}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{\text{ENTER}}$

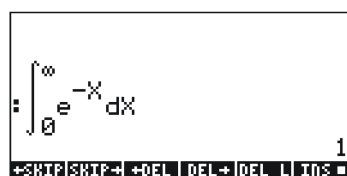
В алгебраическом режиме при снятых флажках _Small и _Textbook в результате нажатий на указанные клавиши на экране появится следующее выражение:

∫(0, ∞, EXP(-X), X) 1
 SKIP +DEL DEL DEL L INS

При установленном флажке *_Small* экран будет выглядеть следующим образом:



При установленном флажке *_Textbook* (значение по умолчанию) вне зависимости от того, установлен ли флажок *_Small*, результат на экране будет следующим:



Выбор свойств редактора формул (EQW)

Сначала нажмите клавишу **MODE**, чтобы вызвать форму ввода CALCULATOR MODES (Режимы калькулятора). После появления формы ввода CALCULATOR MODES нажмите клавишу экранного меню **DISP**, чтобы вызвать форму ввода DISPLAY MODES (Режимы экрана). Три раза нажмите клавишу со стрелкой вниз (**▼**), чтобы перейти к строке EQW (Редактор формул). В этой строке присутствуют два флажка, которые можно устанавливать или снимать. Установка (включение) данных флажков оказывает следующее воздействие:

_Small Выбор шрифта уменьшенного размера при работе с редактором формул.
(Мелкий шрифт)

_Small Stack Disp Выбор шрифта уменьшенного размера для (Мелкий шрифт для отображения стека после использования редактора формул.)
стека

Подробные инструкции по работе с редактором формул (EQW) см. далее в этом руководстве.

Например, при установленном флажке *_Small Stack Disp* в строке EQW в форме ввода DISPLAY MODES показанный выше интеграл

$\int_0^{\infty} e^{-X} dX$ будет отображаться следующим образом:



The image shows a calculator screen with the mathematical expression $\int_0^{\infty} e^{-x} dx$ displayed. Below the screen, a row of function keys is visible: `+SKIP`, `SKIP+`, `+DEL`, `DEL+`, `DEL L`, and `INS`. A small number '1' is located at the bottom right corner of the screen area.

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения по темам, рассматриваемым в этом разделе, см. в главе 1 и приложении С руководства пользователя калькулятора.

Глава 2

Знакомство с калькулятором

В этой главе мы расскажем о некоторых основных операциях с калькулятором, в том числе об использовании редактора формул и о работе с объектами данных в калькуляторе. Изучение примеров из данной главы позволит получить хорошее представление о возможностях калькулятора для дальнейшего применения.

Объекты калькулятора

Некоторые из наиболее часто используемых объектов – *действительные числа* (записываются с десятичной точкой, например - 0.0023, 3.56), *целые числа* (записываются без десятичной точки, например 1232, -123212123), *комплексные числа* (записываются в виде упорядоченной пары, например (3,-2)), *списки* и т. д. Объекты калькулятора описаны в главах 2 и 24 руководства пользователя калькулятора.

Редактирование выражений в стеке

В этом разделе приводятся примеры редактирования выражений непосредственно на экране или в стеке калькулятора.

Создание арифметических выражений

Для данного примера выберем алгебраический режим работы (Algebraic) и формат отображения чисел с фиксированной точкой (Fix) с 3 десятичными знаками. Введем следующее арифметическое выражение:

$$5.0 \cdot \frac{1.0 + \frac{1.0}{7.5}}{\sqrt{3.0} - 2.0^3}$$

Чтобы ввести это выражение, нажмите следующие клавиши:



В результате на экране появится следующее выражение:
 $5 \cdot (1 + 1/7.5) / (\sqrt{3} - 2^3)$.

Нажмите клавишу **ENTER**, чтобы увидеть это выражение на экране в следующем виде:

The calculator screen displays the expression $5.000 \cdot \left(1.000 + \frac{1}{7.500}\right) / \left(\sqrt{3.000} - 2.000^3\right)$ and the result -0.904 . The bottom of the screen shows the menu: **EDIT VIEW RCL STOP PURGE CLEAR**.

Обратите внимание, что если система CAS настроена на использование точного (EXACT) режима (см. приложение С в руководстве пользователя), при вводе выражения с использованием целых чисел для целочисленных величин результатом будет символическая величина, например:

The sequence of button presses shown is: **5** **x** **(** **1** **+** **1** **/** **7** **.** **5** **>** **/** **(** **√x** **3** **-** **2** **^x** **3**.

Перед выдачей результата калькулятор предложит перейти в режим аппроксимации. Подтвердите этот переход, чтобы получить показанный ниже результат (отображается в режиме с фиксированной точкой с тремя десятичными знаками – см. главу 1):

The calculator screen displays the expression $5 \cdot \left(1 + \frac{1}{7.500}\right) / \left(\sqrt{3} - 2^3\right)$ and the result $-(0.743 + 0.093 \cdot i)$. The bottom of the screen shows the menu: **EDIT VIEW RCL STOP PURGE CLEAR**.

В этом случае, если выражение вводится непосредственно в стек, после нажатия клавиши **ENTER** калькулятор попытается вычислить результат выражения. Впрочем, если перед выражением будет введен апостроф, калькулятор будет воспроизводить выражение в том виде, в котором оно было введено. Пример:

The sequence of button presses shown is: **'** **5** **x** **(** **1** **+** **1** **/** **7** **.** **5** **>** **/** **(** **√x** **3** **-** **2** **^x** **3** **ENTER**.

Результат будет показан следующим образом:

The calculator screen displays the expression $\frac{5 \cdot \left(1 + \frac{1}{7.5}\right)}{\sqrt{3} - 2^3}$. The result 17.50 is shown at the top left. The bottom of the screen shows the menu: EDIT | VIEW | RCL | STOP | PURGE | CLEAR.

Чтобы вычислить это выражение, можно воспользоваться функцией EVAL (Вычисление):

`EVAL` `←` `ANS` `ENTER`

Если для системы CAS выбран режим *Exact* (Точный), калькулятор предложит перевести систему CAS в режим *Approx* (Аппроксимация). После этого будет получен тот же результат, что и выше.

Другой способ вычисления выражения, которое до этого было введено в кавычках, заключается в использовании функции `→NUM`.

Теперь введем указанное выше выражение, переключив калькулятор в режим работы RPN. Кроме того, выберем для системы CAS режим *Exact* (Точный), режим экрана *Textbook* (Математическая запись) и формат чисел *Standard* (Стандартный). Выражение в кавычках вводится путем нажатия тех же клавиш, что и ранее, т. е.:

`1` `5` `×` `←` `()` `1` `+` `1` `÷` `7` `.` `5` `▶` `÷`
`←` `()` `√` `3` `-` `2` `^` `3` `ENTER`

В результате на экране появляется следующее:

The calculator screen displays the expression $\frac{5 \cdot \left(1 + \frac{1}{7.5}\right)}{\sqrt{3} - 2^3}$. The result 17.50 is shown at the top left. The bottom of the screen shows the menu: EDIT | VIEW | RCL | STOP | PURGE | CLEAR.

Нажмите клавишу `ENTER` еще раз, чтобы поместить в стек две копии выражения для вычислений. Сначала вычислим выражение, нажав следующие клавиши:

`EVAL` `←` `ANS` `ENTER` или `→NUM` `ENTER`

Выражение будет полусимволическим – в результате будут присутствовать компоненты с плавающей точкой, а также $\sqrt{3}$. Затем поменяем местами ячейки стека (с помощью клавиши `▶`) и вычислим выражение с помощью функции `→NUM`, т. е. `▶` `→NUM`.

В этом случае результат будет полностью числовым. Таким образом, в стеке окажется два результата, которые могут показаться разными, хотя и соответствуют одному и тому же выражению. Чтобы убедиться в одинаковости этих результатов, вычтем один из другого и вычислим разницу с помощью функции EVAL: $\boxed{-}$ \boxed{EVAL} . Результат будет равен нулю (0.).

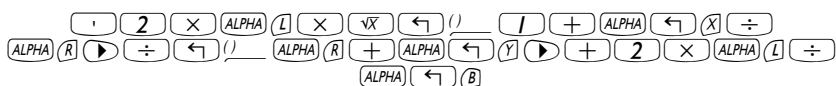
Дополнительные сведения о редактировании арифметических выражений на экране или в стеке см. в главе 2 руководства пользователя калькулятора.

Создание алгебраических выражений

Алгебраические выражения включают в себя не только числа, но и названия переменных. В качестве примера введем следующее алгебраическое выражение:

$$\frac{2L\sqrt{1+\frac{x}{R}}}{R+y} + 2\frac{L}{b}$$

Выберите для калькулятора алгебраический режим работы, для системы CAS – режим *Exact* (Точный), а для экрана – режим *Textbook* (Математическая запись). Чтобы ввести данное алгебраическое выражение, нажмите следующие клавиши:



Нажмите клавишу \boxed{ENTER} , чтобы получить следующий результат:

Когда калькулятор находится в режиме RPN, это выражение вводится точно так же, как и в алгебраическом режиме.

Дополнительные сведения о редактировании алгебраических выражений на экране калькулятора или в стеке см. в главе 2 руководства пользователя калькулятора.

Создание выражений с помощью редактора формул (EQW)

Редактор формул – исключительно мощное средство, которое позволяет не только вводить и просматривать выражения, но и изменять их, а также применять различные функции ко всему выражению или к его частям.

Редактор формул вызывается с помощью сочетания клавиш \rightarrow EQW (третья клавиша в четвертом сверху ряду клавиатуры). Вид экрана после вызова редактора формул показан ниже. Нажмите клавишу \rightarrow NXT, чтобы увидеть вторую страницу меню.



Клавиши экранного меню при работе с редактором формул вызывают функции EDIT, CURS, BIG, EVAL, FACTOR, SIMPLIFY, CMDS и HELP. Подробные сведения об этих функциях см. в главе 3 руководства пользователя калькулятора.

Создание арифметических выражений

Ввод арифметических выражений в редакторе формул очень похож на ввод арифметических выражений, заключенных в кавычки, при работе со стеком. Основное различие заключается в том, что при работе с редактором формул выражения отображаются в «математической» записи, а не в строковом виде. Например, вызовите редактор формул и попробуйте нажать следующие клавиши:

$5 \div 5 + 2$

В результате на экране появится следующее выражение:

$$\frac{5}{5+2}$$

Курсор отображается в виде направленной влево стрелки и показывает текущее положение редактирования. Например, когда курсор будет находиться в показанном выше месте, нажмите следующие клавиши:

\times \leftarrow $()$ 5 $+$ $|$ \div 3

После этого выражение будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{5}{5+2\cdot\left(5+\frac{1}{3}\right)}$$

EDIT CURS BIG EVAL FACTO SIMP

Допустим, выражение между скобками в знаменателе (т. е. $5+1/3$) было решено заменить на $(5+\pi^2/2)$. Сначала удалим текущее выражение $1/3$ с помощью клавиши удаления (\blacktriangleleft), а затем введем вместо него дробь $\pi^2/2$:

\blacktriangleleft \blacktriangleleft \blacktriangleleft \leftarrow π γ^x 2

После нажатия этих клавиш экран будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{5}{5+2\cdot\left(5+\pi^2\right)}$$

EDIT CURS BIG EVAL FACTO SIMP

Чтобы добавить к этому выражению знаменатель 2, необходимо выделить все выражение π^2 целиком. Для этого один раз нажмите клавишу со стрелкой вправо (\blacktriangleright), после чего введите следующее:

\div 2

После этого выражение будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{5}{5+2\cdot\left(5+\frac{\pi^2}{2}\right)}$$

EDIT CURS BIG EVAL FACTO SIMP

Допустим, после этого ко всему выражению будет нужно прибавить дробь $1/3$, т. е. ввести следующее выражение:

$$\frac{5}{5+2 \cdot \left(5+\frac{\pi^2}{2}\right)} + \frac{1}{3}$$

Сначала необходимо выделить весь первый член целиком, нажимая клавишу со стрелкой вправо (\blacktriangleright) или клавишу со стрелкой вверх (\blacktriangle) до тех пор, пока все выражение не окажется выделено, т. е. семь раз:

Примечание. Вместо этого при первоначальном положении курсора (справа от цифры 2 в знаменателе выражения $\pi^2/2$) можно воспользоваться сочетанием клавиш $\blacktriangleright\blacktriangle$, что интерпретируется как $(\blacktriangleright\blacktriangle)$.

После того как выражение будет выделено, как показано выше, нажмите клавиши $\oplus \ 1 \ \div \ 3$, чтобы прибавить дробь $1/3$. Результат будет следующим:

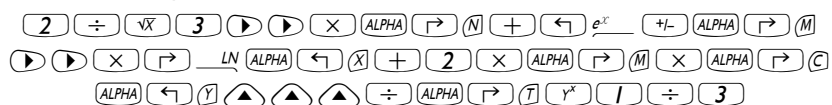
Создание алгебраических выражений

Алгебраические выражения очень похожи на арифметические, с тем исключением, что в них могут присутствовать латинские и греческие буквы. Таким образом, алгебраические выражения создаются по тому же принципу, что и арифметические, однако с использованием буквенных клавиш.

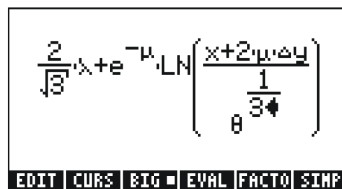
Рассмотрим пример, демонстрирующий ввод алгебраического выражения в редакторе формул. Допустим, нам необходимо ввести следующее выражение:

$$\frac{2}{\sqrt{3}} \lambda + e^{-\mu} \cdot \text{LN} \left(\frac{x + 2\mu \cdot \Delta y}{\theta^{1/3}} \right)$$

Нажмите следующие клавиши:



В результате на экране появится следующее выражение:



В данном примере использовались строчные латинские буквы, например x ($\text{ALPHA} \leftarrow \text{XI}$), греческие буквы, например λ ($\text{ALPHA} \rightarrow \text{NI}$), и даже сочетание греческих и латинских букв – Δy ($\text{ALPHA} \rightarrow \text{CI} \text{ALPHA} \leftarrow \text{Y}$). Помните, что для ввода строчной латинской буквы следует использовать сочетание клавиш $\text{ALPHA} \leftarrow$, за которым следует нужная буква. Кроме того, специальные символы всегда можно скопировать с помощью меню CHARS ($\rightarrow \text{CHARS}$), что избавляет от необходимости запоминать соответствующие сочетания клавиш. Список наиболее употребительных символов, вводимых с использованием сочетания клавиш $\text{ALPHA} \rightarrow$, приводится в приложении D руководства пользователя.

Дополнительные сведения о редактировании, вычислении, разложении и упрощении алгебраических выражений см. в главе 2 руководства пользователя калькулятора.

Организация данных в калькуляторе

Для организации данных в калькуляторе можно использовать возможности хранения переменных в дереве каталогов. Основой дерева каталогов в калькуляторе является каталог HOME (исходный), о котором рассказано ниже.

Каталог HOME

Чтобы перейти в каталог HOME (исходный), воспользуйтесь функцией перехода в каталог более высокого уровня UPDIR (\leftarrow UPDIR). Повторяйте эти действия до тех пор, пока на второй строке в заголовке экрана не появится обозначение {HOME }. Другой вариант – нажать клавишу \leftarrow , а затем, не отпуская ее, клавишу UPDIR . В данном примере в каталоге HOME присутствует только CASDIR. При нажатии на клавишу VAR появляется перечень клавиш экранного меню с названиями переменных:



Подкаталоги

Для хранения данных в четко организованном дереве каталогов можно создавать подкаталоги в каталоге HOME и другие подкаталоги в этих подкаталогах. При этом иерархия каталогов будет похожа на структуру папок в современных компьютерах. Подкаталогам могут присваиваться названия, отражающие их содержимое, или любые произвольные названия, придуманные пользователем. Подробные сведения о работе с каталогами см. в главе 2 руководства пользователя калькулятора.

Переменные

Переменные похожи на файлы на жестком диске компьютера. В одной переменной может храниться отдельный объект (числовое значение, алгебраическое выражение, список, матрица, программа и т. п.). К переменным обращаются с помощью названий. Название переменной может представлять собой любое сочетание букв и цифр, но должно начинаться с буквы (латинской или греческой). В переменных также можно использовать некоторые небуквенные символы, например стрелку (\rightarrow), однако такие символы должны сочетаться с буквами. Таким образом, « \rightarrow A» будет допустимым названием переменной, однако « \rightarrow » – нет. Примеры допустимых названий переменных: «A», «B», «a», «b», « α », « β », «A1», «AB12», « \rightarrow A12», «Ve», «Z0», «z1» и т. п.

Название переменной не может совпадать с названием функции калькулятора. Вот некоторые из зарезервированных названий функций калькулятора: ALRMDAT, CST, EQ, EXPR, IERR, IOPAR, MAXR, MINR, PICT, PPAR, PRTPAR, VPAR, ZPAR, der_, e, i, n1, n2, ..., s1, s2, ..., ΣDAT, ΣPAR, π, ∞.

Переменные могут быть распределены по подкаталогам (см. главу 2 руководства пользователя калькулятора).

Ввод названий переменных

Чтобы задать название переменной, необходимо ввести подряд строку буквенных символов, среди которых могут присутствовать и цифры. Для ввода строки буквенных символов можно зафиксировать клавиатуру в алфавитном режиме, как рассказано ниже.

Нажмите клавиши $\overline{\text{ALPHA}} \overline{\text{ALPHA}}$, чтобы зафиксировать клавиатуру в режиме ввода заглавных букв. При такой фиксации клавиатуры нажатие клавиши $\overline{\leftarrow}$ перед буквенной клавишей приводит к вводу строчной буквы, а нажатие клавиши $\overline{\rightarrow}$ перед буквенной клавишей – к вводу специального символа. Если клавиатура уже зафиксирована в режиме ввода заглавных букв, ее можно зафиксировать в режиме ввода строчных букв, нажав клавиши $\overline{\leftarrow} \overline{\text{ALPHA}}$.

Нажмите клавиши $\overline{\text{ALPHA}} \overline{\text{ALPHA}} \overline{\leftarrow} \overline{\text{ALPHA}}$, чтобы зафиксировать клавиатуру в режиме ввода строчных букв. При такой фиксации нажатие клавиши $\overline{\leftarrow}$ перед буквенной клавишей приводит к вводу заглавной буквы. Чтобы отключить фиксацию ввода строчных букв, нажмите клавиши $\overline{\leftarrow} \overline{\text{ALPHA}}$.

Чтобы отключить фиксацию клавиатуры в режиме ввода заглавных букв, нажмите клавишу $\overline{\text{ALPHA}}$.

Попробуйте ввести следующие примеры:

$\overline{\text{ALPHA}} \overline{\text{ALPHA}} \overline{M} \overline{A} \overline{T} \overline{H} \overline{\text{ENTER}}$
 $\overline{\text{ALPHA}} \overline{\text{ALPHA}} \overline{M} \overline{\leftarrow} \overline{A} \overline{\leftarrow} \overline{T} \overline{\leftarrow} \overline{H} \overline{\text{ENTER}}$
 $\overline{\text{ALPHA}} \overline{\text{ALPHA}} \overline{M} \overline{\leftarrow} \overline{\text{ALPHA}} \overline{A} \overline{T} \overline{\leftarrow} \overline{H} \overline{\text{ENTER}}$

На экране появится следующее (слева показан вид экрана в алгебраическом режиме, справа – в режиме RPN):



Создание переменных

Самый простой способ создания переменной – использование клавиши STOP . В приведенных ниже примерах рассматривается сохранение переменных, перечисленных в таблице (при необходимости нажмите клавишу VAR , чтобы увидеть меню переменных).

Название	Содержимое	Тип
α	-0.25	действительная
A12	3×10^5	действительная
Q	'r/(m+r)'	алгебраическая
R	[3,2,1]	векторная
z1	$3+5i$	комплексная
p1	$\ll \rightarrow r \pi^* r^2$	программная

Алгебраический режим

Чтобы сохранить значение -0.25 в переменной α , нажмите следующие клавиши: 0 $.$ 2 5 $+/-$ STOP ALPHA \rightarrow α . После этого экран будет выглядеть следующим образом:



Нажмите клавишу ENTER , чтобы создать переменную. Переменная появится среди названий клавиш экранного меню, которое выводится после нажатия клавиши VAR :



Ниже показаны последовательности клавиш для ввода остальных переменных:

A12: $\boxed{3} \boxed{EEX} \boxed{5} \boxed{STO} \boxed{ALPHA} \boxed{A} \boxed{/} \boxed{2} \boxed{ENTER}$

Q: $\boxed{ALPHA} \boxed{\leftarrow} \boxed{R} \boxed{\div} \boxed{\leftarrow} \boxed{()}$

$\boxed{ALPHA} \boxed{\leftarrow} \boxed{M} \boxed{+} \boxed{ALPHA} \boxed{\leftarrow} \boxed{R} \boxed{\rightarrow} \boxed{STO} \boxed{ALPHA} \boxed{Q} \boxed{ENTER}$

R: $\boxed{\leftarrow} \boxed{I} \boxed{3} \boxed{\rightarrow} \boxed{,} \boxed{2} \boxed{\rightarrow} \boxed{,} \boxed{/} \boxed{\rightarrow} \boxed{STO} \boxed{ALPHA} \boxed{R} \boxed{ENTER}$

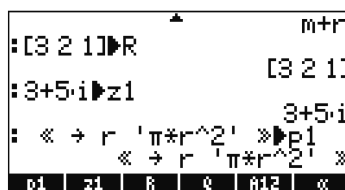
z1: $\boxed{3} \boxed{+} \boxed{5} \boxed{\times} \boxed{\leftarrow} \boxed{i} \boxed{STO} \boxed{ALPHA} \boxed{\leftarrow} \boxed{Z} \boxed{/} \boxed{ENTER}$

(если калькулятор предложит перейти в режим комплексных чисел, подтвердите переход)

p1: $\boxed{\ll} \boxed{\gg} \boxed{\rightarrow} \boxed{\rightarrow} \boxed{ALPHA} \boxed{\leftarrow} \boxed{R} \boxed{,} \boxed{\leftarrow} \boxed{\pi} \boxed{\times}$

$\boxed{ALPHA} \boxed{\leftarrow} \boxed{R} \boxed{Y^x} \boxed{2} \boxed{\rightarrow} \boxed{STO} \boxed{ALPHA} \boxed{\leftarrow} \boxed{P} \boxed{/} \boxed{ENTER}$.

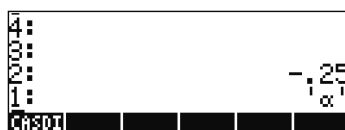
После этого экран будет выглядеть следующим образом:



В нижней части экрана будет перечислено шесть переменных из семи: p1, z1, R, Q, A12, α.

Режим RPN

Для перехода в режим RPN нажмите клавиши $\boxed{MODE} \boxed{+/-} \boxed{\text{RPN}}$. Чтобы сохранить значение -0.25 в переменной α, нажмите следующие клавиши: $\boxed{\cdot} \boxed{2} \boxed{5} \boxed{+/-} \boxed{ENTER} \boxed{,} \boxed{ALPHA} \boxed{\rightarrow} \boxed{A} \boxed{ENTER}$. После этого экран будет выглядеть следующим образом:



Когда на втором уровне стека находится значение -0.25 , а на первом уровне – символ 'α', можно нажать клавишу \boxed{STO} , чтобы создать переменную. После этого переменная появится среди названий клавиш экранного меню, которое выводится после нажатия клавиши \boxed{VAR} :



Чтобы ввести значение 3×10^5 в переменную A12, можно использовать более короткий вариант процедуры:

3 EEX 5 , ALPHA A 1 2 ENTER STO

Вот как можно ввести содержимое переменной Q:

Q: ALPHA () (R) ÷ () ()

ALPHA () (M) + ALPHA () (R) () () () ALPHA Q ENTER STO

Чтобы ввести значение переменной R, можно использовать еще более короткий вариант:

R: () (I) 3 SPC 2 SPC / () () ALPHA (R) STO

Обратите внимание на то, что в режиме RPN элементы вектора могут разделяться пробелом (SPC), а не запятой (() ,), как в алгебраическом режиме.

z1: () 3 + 5 × () i () ALPHA () (Z) / STO

p1: () <<> () → ALPHA () (R) () () π ×

ALPHA () (R) y^x 2 () () () () ALPHA () (P) / () ENTER STO .

После этого экран будет выглядеть следующим образом:



В нижней части экрана будет перечислено шесть переменных из семи: p1, z1, R, Q, A12, α.

Просмотр содержимого переменных

Содержимое переменной проще всего увидеть, нажав клавишу экранного меню, соответствующую нужной переменной. Например, чтобы увидеть содержимое вышеперечисленных переменных, нажмите указанные ниже клавиши.

Алгебраический режим

Нажмите следующие клавиши: VAR Z1 ENTER R ENTER Q ENTER . После этого экран будет выглядеть следующим образом:

```
z1: 3+5.i
R: [3 2 1]
Q:  $\frac{r}{m+r}$ 
p1 | z1 | R | Q | A12 |  $\alpha$ 
```

Режим RPN

В режиме RPN для получения содержимого числовой или алгебраической переменной достаточно нажать соответствующую клавишу экранного меню. В рассматриваемом случае можно попробовать просмотреть созданные ранее переменные ($z1$, R , Q , $A12$, α), нажав следующие клавиши: VAR Z1 R Q A12 α

После этого экран будет выглядеть следующим образом:

```
0: 3+5.i
4: [3 2 1]
8:  $\frac{r}{m+r}$ 
2: 300000.
1: -.25
p1 | z1 | R | Q | A12 |  $\alpha$ 
```

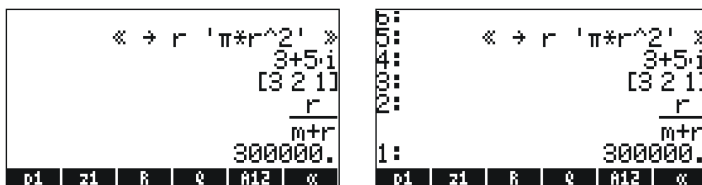
Использование клавиши правого регистра с клавишами экранного меню

В алгебраическом режиме можно вызвать на экран содержимое переменной, нажав клавиши VAR R , а затем соответствующую клавишу экранного меню. Попробуйте выполнить следующие примеры:

VAR R Z1 R R R Q R A12

Примечание. В режиме RPN не нужно нажимать клавишу \rightarrow (достаточно нажать клавишу VAR , а затем соответствующую клавишу экранного меню).

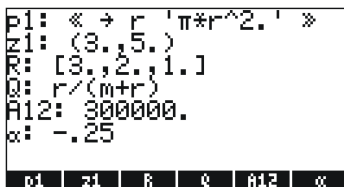
После этого экран будет выглядеть следующим образом (слева – вид в алгебраическом режиме, справа – в режиме RPN):



Обратите внимание на то, что в данный момент содержимое программы $p1$ отображается на экране. Чтобы увидеть оставшиеся переменные из данного каталога, нажмите клавишу NXT .

Вывод на экран содержимого всех переменных

Чтобы вывести на экран содержимое всех переменных, нажмите клавиши \rightarrow ∇ . Пример:



Нажмите клавишу ON , чтобы вернуться к обычному экрану калькулятора.

Удаление переменных

Переменные проще всего удалять с помощью функции PURGE (Стирание). Эту функцию можно вызвать как напрямую через меню TOOLS (Инструментарий) – TOOL , так и с помощью меню FILES (Файлы) – \leftarrow FILES .

Использование функции PURGE в стеке в алгебраическом режиме

В нашем списке переменных присутствуют переменные $p1$, $z1$, Q , R и α . Воспользуемся командой PURGE (Стирание) для удаления

переменной $p1$. Нажмите клавиши **TOOL** **PURGE** **VAR** **ENTER**. На экране появится результат удаления переменной $p1$:

```

: PURGE('p1')
NOVAL
z1 | R | Q | α

```

С помощью команды **PURGE** можно удалить сразу несколько переменных, разместив их названия в списке аргументов этой команды. Например, чтобы удалить переменные R и Q одновременно, можно выполнить приведенный ниже пример. Нажмите следующие клавиши:

```

TOOL PURGE ← ( ) , VAR R , VAR Q ▶ ENTER

```

После этого на экране появится следующая команда, готовая к выполнению:

```

: PURGE('p1')
PURGE({'R', 'Q'})
NOVAL
z1 | R | Q | α

```

Чтобы завершить удаление переменной, нажмите клавишу **ENTER**. После этого на экране будут показаны оставшиеся переменные.

```

: PURGE('p1')
: PURGE({'R', 'Q'})
NOVAL
NOVAL
z1 | α

```

Использование функции **PURGE** в стеке в режиме **RPN**

Предположим, что в нашем списке присутствуют переменные $p1$, $z1$, Q , R и $α$. Воспользуемся командой **PURGE** для удаления переменной $p1$. Нажмите клавиши **VAR** **ENTER** **TOOL** **PURGE**. На экране будет показано, что переменная $p1$ удалена:

```

4:
3:
2:
1:
EDIT VIEW STACK RCL PURGE CLEAR

```

Чтобы удалить две переменных одновременно (например, переменные R и Q), сначала необходимо создать список. (В режиме **RPN**, в отличие от алгебраического режима, элементы списка не нужно разделять запятыми.)

```



VAR ← ( ) , VAR R , VAR Q ▶ ENTER

```


Затем нажмите клавиши  , чтобы удалить переменные.

Дополнительные сведения о работе с переменными см. в главе 2 руководства пользователя калькулятора.

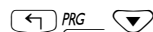
Функции UNDO и CMD

Функции UNDO (Отмена) и CMD (Команда) удобно использовать для восстановления недавно выполненных команд и для отмены действий, выполненных по ошибке. Эти функции связаны с клавишей HIST (История): функция UNDO вызывается путем нажатия клавиш  UNDO, а функция CMD – путем нажатия клавиш  CMD.

Поля выбора и экранные меню

В некоторых примерах, рассматриваемых в этой главе, мы встречались со списками команд меню, отображаемыми на экране. Эти списки меню называют *полями выбора*. Здесь мы расскажем о том, как перейти от использования полей выбора к использованию экранных меню и наоборот.

Хотя здесь и не рассматривается конкретного примера, в этом разделе демонстрируются два варианта работы с меню в калькуляторе (поля выбора и экранные меню). В данном случае мы воспользуемся командой ORDER (Порядок) для изменения порядка переменных в каталоге. Действия показаны для алгебраического режима.



Вызов меню PROG (Программа) и выбор пункта MEMORY (Память).



Вызов меню MEMORY и выбор пункта DIRECTORY (Каталог).



Вызов меню DIRECTORY и выбор пункта ORDER (Порядок).

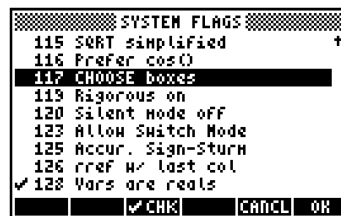


Вызов команды ORDER.

Доступ к меню может осуществляться и другим способом – с помощью клавиш экранного меню. Для этого необходимо установить системный флаг 117. (Сведения о флагах см. в главах 2 и 24 руководства пользователя калькулятора.) Чтобы установить этот флаг, нажмите следующие клавиши:



На показанном ниже экране видно, что флаг 117 (*CHOOSE boxes* – поля выбора) не установлен:



Нажмите клавишу экранного меню , чтобы установить флаг 117, присвоив ему значение *soft MENU* (Экранные меню). Изменения будут отражены на экране:



Дважды нажмите клавишу **ON**, чтобы вернуться к обычному экрану калькулятора.

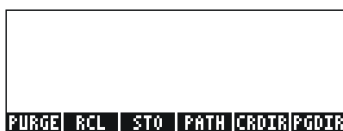
Теперь попробуем найти команду ORDER (Порядок), выполнив действия с клавиатурой, аналогичные указанным выше – начнем с нажатия клавиш **PRG**. Обратите внимание на то, что вместо списка меню на экране теперь появятся названия клавиш экранного меню, соответствующие пунктам меню PROG (Программа):



Нажмите клавишу **F2** (**MEM**), чтобы выбрать экранное меню MEMORY (Память). На экране появится следующее:



Нажмите клавишу **F5** (**DIR**), чтобы выбрать экранное меню DIRECTORY (Каталог):



Команды ORDER (Порядок) нет на этом экране. Чтобы увидеть ее, воспользуемся клавишей **NXT**:



Чтобы вызвать команду ORDER, нажмите клавишу экранного меню **F3** (**ORDER**).

Примечание. В большинстве примеров в данном руководстве предполагается, что флаг 117 имеет значение по умолчанию (т. е. *не установлен*). Если этот флаг установлен, для четкого выполнения примеров из данного руководства снимите этот флаг, прежде чем продолжать изучение.

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения о вводе и использовании выражений на экране и в редакторе формул см. в главе 2 руководства пользователя калькулятора. Описание настроек вычислительной алгебраической системы (CAS) см. в приложении С руководства пользователя калькулятора. Сведения о флагах см. в главе 24 руководства пользователя калькулятора.

Глава 3

Операции с действительными числами

В этой главе рассказано об использовании калькулятора для выполнения операций и функций, связанных с действительными числами. Читатель должен быть знаком с клавиатурой и уметь находить на ней нужные функции (например, SIN, COS, TAN и т. п.). Кроме того, предполагается, что читатель умеет изменять режим работы калькулятора (глава 1), использовать меню и поля выбора (глава 1) и работать с переменными (глава 2).

Примеры вычислений с действительными числами

Для вычислений с действительными числами желательно выбрать для системы CAS режим *Real* (Действительные числа), а не *Complex* (Комплексные числа). Режим *Exact* (Точный) используется по умолчанию для большинства операций. В связи с этим расчеты удобно начинать именно в этом режиме.

Ниже показаны некоторые операции с действительными числами.

- Использование клавиши \pm для изменения знака числа.
Например, в алгебраическом режиме (ALG): $\pm 2 \cdot 5$ ENTER.
В режиме RPN: $2 \cdot 5 \pm$.
- Использование клавиши $\frac{1}{x}$ для расчета обратной величины.
Например, в режиме ALG: $\frac{1}{x} 2$ ENTER.
В режиме RPN: $4 \frac{1}{x}$.
- Использование клавиш соответствующих операций для сложения, вычитания, умножения и деления: $+$ $-$ \times \div .

Примеры для режима ALG:

$3 \cdot 7 + 5 \cdot 2$ ENTER
 $6 \cdot 3 - 8 \cdot 5$ ENTER
 $4 \cdot 2 \times 2 \cdot 5$ ENTER
 $2 \cdot 3 \div 4 \cdot 5$ ENTER

Примеры для режима RPN:

3 0 . 7 ENTER 5 0 . 2 +
6 0 . 3 ENTER 8 0 . 5 -
4 0 . 2 ENTER 2 0 . 5 ×
2 0 . 3 ENTER 4 0 . 5 ÷

Вместо этого в режиме RPN операнды можно разделять пробелом (SPC) перед нажатием клавиши оператора. Примеры:

3 0 . 7 SPC 5 0 . 2 +
6 0 . 3 SPC 8 0 . 5 -
4 0 . 2 SPC 2 0 . 5 ×
2 0 . 3 SPC 4 0 . 5 ÷

- Скобки (⌊ ⌋) могут использоваться для группировки операций; кроме того, в скобки могут заключаться аргументы функций. В режиме ALG:

⌊ 5 + 3 0 . 2 ⌋ ÷ ⌊ 7 - 2 0 . 2 ⌋ ENTER

В режиме RPN скобки не нужны – вычисления выполняются непосредственно в стеке:

5 ENTER 3 0 . 2 + 7 ENTER 2 0 . 2 - ÷

В режиме RPN можно ввести выражение так же, как в алгебраическом режиме, заключив это выражение в одинарные кавычки:

' ⌊ 5 + 3 0 . 2 ⌋ ÷
' ⌊ 7 - 2 0 . 2 ⌋ ENTER EVAL

В режимах ALG и RPN можно использовать редактор формул:

EQW 5 + 3 0 . 2 ÷ 7 - 2 0 . 2

Данное выражение можно вычислить непосредственно в редакторе формул, нажав клавиши:

⬆ ⬆ ⬆ ⬆ EQW или ⬆ ⬆ EQW

- Функция абсолютного значения ABS вызывается с помощью клавиш ⌊ ABS .

Пример для режима ALG:

⌊ ABS +/- 2 0 . 3 2 ENTER

Пример для режима RPN:

2 0 . 3 2 +/- ⌊ ABS

- Функция возведения в квадрат SQ вызывается с помощью клавиш $\leftarrow x^2$.

Пример для режима ALG:

$\leftarrow x^2$ +/- 2 . 3 ENTER

Пример для режима RPN:

2 . 3 +/- $\leftarrow x^2$

Функция квадратного корня $\sqrt{\quad}$ вызывается с помощью клавиши \sqrt{x} . При расчетах в стеке в режиме ALG эта функция вводится перед аргументом, например:

\sqrt{x} 1 2 3 . 4 ENTER

В режиме RPN сначала вводится число, а затем функция, например:

1 2 3 . 4 \sqrt{x}

- Функция возведения в степень \wedge вызывается с помощью клавиши y^x . При расчетах в стеке в режиме ALG сначала вводится основание (y), затем нажимается клавиша y^x , а затем вводится показатель (x), например:

5 . 2 y^x 1 . 2 5 ENTER

В режиме RPN сначала вводятся числа, а затем функция, например:

5 . 2 ENTER 1 . 2 5 y^x

- Функция извлечения корня XROOT(y,x) вызывается с помощью клавиш $\leftarrow \sqrt[y]{x}$. При расчетах в стеке в режиме ALG необходимо ввести функцию XROOT, а затем ее аргументы (y,x), разделенные запятыми, например:

$\leftarrow \sqrt[y]{x}$ 3 , 2 7 ENTER

В режиме RPN сначала вводится аргумент y, затем аргумент x, и наконец вызывается функция, например:

2 7 ENTER 3 $\leftarrow \sqrt[y]{x}$

- Десятичные логарифмы вычисляются с помощью клавиш $\leftarrow \text{LOG}$ (функция LOG), тогда как обратная функция (ALOG или антилогарифм) вызывается с помощью клавиш $\leftarrow 10^x$. В режиме ALG функция вводится перед аргументом:

$\leftarrow \text{LOG}$ 2 . 4 5 ENTER

$\leftarrow 10^x$ +/- 2 . 3 ENTER

В режиме RPN аргумент вводится перед функцией:

$\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{4} \boxed{5} \boxed{\rightarrow} \boxed{\text{LOG}}$
 $\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{+/-} \boxed{\leftarrow} \boxed{10^x}$

Использование экспоненциальной записи при вводе данных

Экспоненциальная запись, т. е. запись чисел в виде -4.5×10^{-2} и т. п., производится с помощью клавиши $\boxed{\text{EEX}}$. Например, в режиме ALG:

$\boxed{+/-} \boxed{4} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{\text{EEX}} \boxed{+/-} \boxed{2} \boxed{\text{ENTER}}$

В режиме RPN:

$\boxed{4} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{+/-} \boxed{\text{EEX}} \boxed{2} \boxed{+/-} \boxed{\text{ENTER}}$

- Натуральные логарифмы вычисляются с помощью клавиш $\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{LN}}$ (функция LN), а экспонента (EXP) – с помощью клавиш $\boxed{\leftarrow} \boxed{e^x}$. В режиме ALG функция вводится перед аргументом:

$\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{LN}} \boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{4} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$
 $\boxed{\leftarrow} \boxed{e^x} \boxed{+/-} \boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{\text{ENTER}}$

В режиме RPN аргумент вводится перед функцией:

$\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{4} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{\rightarrow} \boxed{\text{LN}}$
 $\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{+/-} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{\leftarrow} \boxed{e^x}$

- Тригонометрические функции вызываются с помощью отдельных клавиш: синус ($\boxed{\text{SIN}}$), косинус ($\boxed{\text{COS}}$) и тангенс ($\boxed{\text{TAN}}$). Аргументы этих функций представляют собой углы в градусах, радианах или градах. В приведенных ниже примерах используются углы в градусах (DEG).

В режиме ALG:

$\boxed{\text{SIN}} \boxed{3} \boxed{0} \boxed{\text{ENTER}}$
 $\boxed{\text{COS}} \boxed{4} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$
 $\boxed{\text{TAN}} \boxed{1} \boxed{3} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$

В режиме RPN:

$\boxed{3} \boxed{0} \boxed{\text{SIN}}$
 $\boxed{4} \boxed{5} \boxed{\text{COS}}$
 $\boxed{1} \boxed{3} \boxed{5} \boxed{\text{TAN}}$

- С помощью клавиатуры вызываются и соответствующие обратные тригонометрические функции: арксинус (\leftarrow ASIN), арккосинус (\leftarrow ACOS) и арктангенс (\leftarrow ATAN). Результат этих функций выдается с учетом выбранных единиц измерения углов (DEG – градусы, RAD – радианы или GRD – грады). Ниже приводится несколько примеров.

В режиме ALG:

\leftarrow ASIN 0 . 2 5 \leftarrow ENTER
 \leftarrow ACOS 0 . 8 5 \leftarrow ENTER
 \leftarrow ATAN 1 . 3 5 \leftarrow ENTER

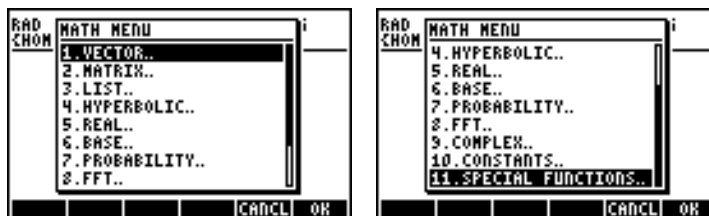
В режиме RPN:

0 . 2 5 \leftarrow ASIN
 0 . 8 5 \leftarrow ACOS
 1 . 3 5 \leftarrow ATAN

Все описанные выше функции (ABS, SQ, $\sqrt{\quad}$, ^, XROOT, LOG, ALOG, LN, EXP, SIN, COS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN) могут использоваться в сочетании с основными действиями (\leftarrow + \leftarrow - \leftarrow \times \leftarrow \div), образуя более сложные выражения. Для построения таких выражений вне зависимости от режима работы калькулятора удобнее всего использовать редактор формул, описанный в главе 2.

Функции для действительных чисел в меню MTH

Меню MTH (\leftarrow MTH) включает в себя ряд математических функций, которые чаще всего применяются к действительным числам. Если для системного флага 117 (см. главу 2) выбрано значение по умолчанию CHOOSE boxes (Поля выбора), функции в меню MTH отображаются следующим образом:



Функции сгруппированы по типу аргумента (1 – векторы, 2 – матрицы, 3 – списки, 7 – вероятность, 9 – комплексные числа) или по типу функции (4 – гиперболические, 5 – действительные, 6 – основание, 8 – БПФ). Кроме того, в этом меню есть пункт для математических констант, хранящихся в калькуляторе – пункт 10.

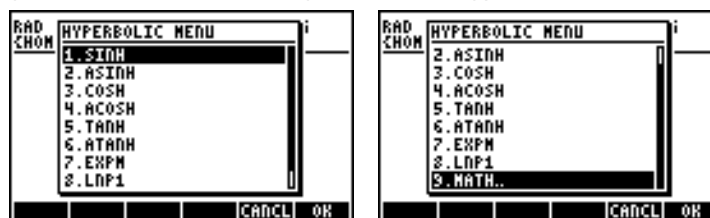
Удобно будет запомнить номер и порядок аргументов каждой функции; кроме того, не стоит забывать о том, что в режиме ALG сначала выбирается функция, а затем вводится аргумент, тогда как в режиме RPN сначала аргумент вводится в стек, и лишь затем выбирается функция.

Работа с меню калькулятора

1. Общий подход к работе с меню калькулятора мы опишем на примере меню 4. *HYPERBOLIC* (Гиперболические функции). Обратите внимание на процесс выбора различных пунктов.
2. Чтобы быстро выбрать один из нумерованных пунктов в списке меню (поле выбора), просто нажмите цифровую клавишу, соответствующую номеру этого пункта. Например, чтобы выбрать пункт 4. *HYPERBOLIC* в меню *MTH*, нажмите клавишу **4**.

Гиперболические функции и обратные функции для них

Выберите пункт 4. *HYPERBOLIC* в меню *MTH* и нажмите клавишу **▣▣▣▣**. На экране появится меню гиперболических функций.



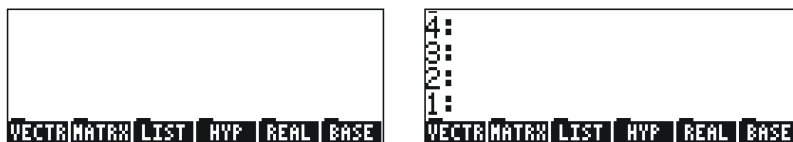
Чтобы вычислить, например, значение $\tanh(2.5)$, в режиме ALG необходимо нажать следующие клавиши:

← *MTH* **4** **▣▣▣▣** **5** **▣▣▣▣** **2** **.** **5** **ENTER**

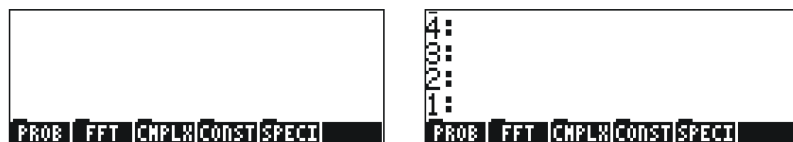
В режиме RPN это значение можно вычислить, нажав следующие клавиши:

$\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{\leftarrow} \boxed{\text{MTH}} \boxed{4} \boxed{\text{HYP}} \boxed{5} \boxed{\text{HYP}}$

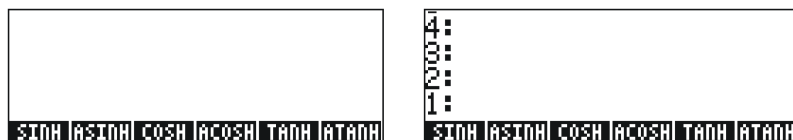
В приведенном выше примере предполагается, что для системного флага 117 используется значение по умолчанию *CHOOSE boxes* (Поля выбора). Если для этого флага (см. главу 2) было выбрано значение *SOFT menu* (Экранные меню), меню MTH будет отображаться следующим образом (слева показан вид в режиме ALG, справа – в режиме RPN):



Нажмите клавишу $\boxed{\text{NXT}}$, чтобы увидеть остальные пункты:



Таким образом, чтобы в этом режиме меню выбрать меню гиперболических функций, следует нажать клавишу $\boxed{\text{HYP}}$. На экране появится следующее меню:



Наконец, чтобы выбрать функцию гиперболического тангенса (\tanh), просто нажмите клавишу $\boxed{\text{TANH}}$.

Примечание. Чтобы увидеть дополнительные пункты этого меню, нажмите клавишу $\boxed{\text{NXT}}$ или сочетание клавиш $\boxed{\leftarrow}$.

Например, чтобы вычислить значение $\tanh(2.5)$ в режиме ALG при выбранной установке *SOFT menu* (Экранные меню) вместо *CHOOSE boxes* (Поля выбора), нажмите следующие клавиши:

$\boxed{\leftarrow} \boxed{\text{MTH}} \boxed{\text{HYP}} \boxed{\text{TANH}} \boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}}$

В режиме RPN то же самое значение вычисляется следующим образом:

$\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{\text{ENTER}} \boxed{\leftarrow} \boxed{\text{MTH}} \boxed{\text{SINH}} \boxed{\text{SINH}}$

В качестве упражнения на применение гиперболических функций проверьте правильность следующих значений:

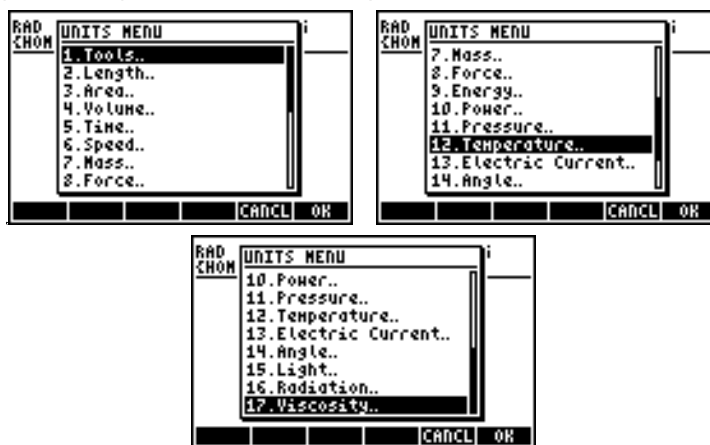
$\text{SINH}(2.5) = 6.05020..$ $\text{ASINH}(2.0) = 1.4436..$
 $\text{COSH}(2.5) = 6.13228..$ $\text{ACOSH}(2.0) = 1.3169..$
 $\text{TANH}(2.5) = 0.98661..$ $\text{ATANH}(0.2) = 0.2027..$
 $\text{EXPM}(2.0) = 6.38905....$ $\text{LNPI}(1.0) = 0.69314....$

Работа с единицами измерения

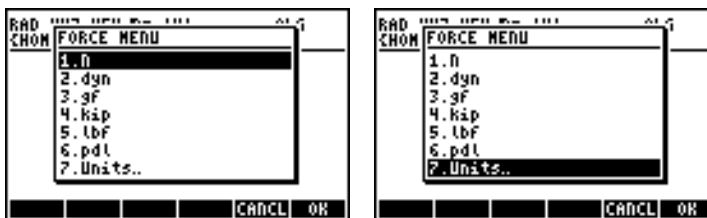
К числам в калькуляторе могут быть добавлены единицы измерения. Это дает возможность производить расчеты с использованием согласованной системы единиц измерения и получать результат с нужным сочетанием единиц измерения.

Меню UNITS

Меню UNITS (Единицы измерения) вызывается с помощью сочетания клавиш $\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{UNITS}}$ (эта функция связана с клавишей $\boxed{6}$). Когда для системного флага 117 выбрано значение *CHOOSE boxes* (Поля выбора), на экране появляется следующее меню:



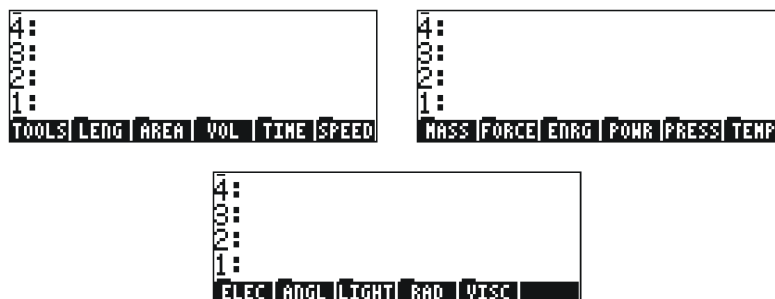
Подменю 1. Tools (Инструментарий) содержит функции, используемые для работы с единицами измерения (см. далее). Пункты с 2. Length (Длина) по 17. Viscosity (Вязкость) включают в себя различные единицы измерения для каждой из описываемых величин. Например, при выборе пункта 8. Force (Сила) на экране появляется следующее меню единиц измерения:




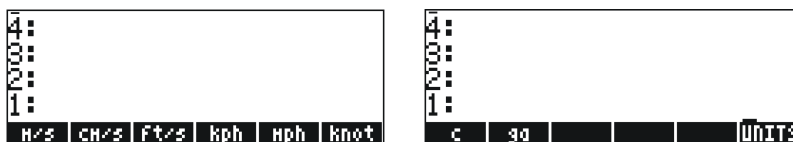
Большинство этих единиц (впрочем, дины используются сейчас довольно редко) должны быть знакомы пользователю по урокам физики: N = ньютон, dyn = дина, gf = грамм-сила (в отличие от грамм-массы, или обычного грамма, единицы массы), kip = килопаундаль (1000 фунтов), lbf = фунт-сила (в отличие от фунт-массы), pdl = паундаль.

Чтобы присоединить к числу единицу измерения, необходимо после числа вставить подчеркивание. Таким образом, значение силы в 5 ньютон вводится как 5_N.




При активной работе с единицами измерения удобнее использовать режим экранных меню. Задайте для системного флага 117 (см. главу 2) значение SOFT menu (Экранные меню) и используйте сочетание клавиш \rightarrow UNITS для вызова показанных ниже меню. Используйте клавишу \rightarrow NXT для перехода к следующей странице меню.

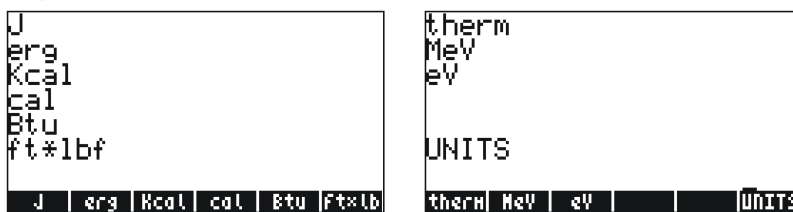





При нажатии соответствующей клавиши экранного меню появляется подменю с единицами выбранного типа. Например, в подменю  (Скорость) содержатся следующие единицы измерения:



Нажав клавишу экранного меню , можно вернуться обратно в меню UNITS.

Не забывайте, что полный список пунктов меню в любой момент можно вызвать на экран, нажав клавиши  . Например, для набора единиц измерения в подменю  (Энергия) будут выданы следующие названия:




Примечание. Для перемещения по меню используйте клавишу  и сочетание клавиш  .

Поддерживаемые единицы измерения

Полный список поддерживаемых единиц измерения см. в главе 3 руководства пользователя калькулятора.

Добавление единиц измерения к числам

Чтобы добавить объект единицы измерения к числу, после числа необходимо вставить символ подчеркивания (, клавиша 8,5). Таким образом, значение силы в 5 ньютон будет вводиться как 5_N.

Если калькулятор находится в режиме ALG, а для системного флага 117 задано значение *CHOOSE boxes* (Поля выбора), для ввода этого значения необходимо нажать следующие клавиши:

Примечание. Если подчеркивание не ввести, результатом выражения будет $5 \cdot N$, где N может указывать на возможное название переменной, а не на значение в ньютонах.

Чтобы ввести то же значение в режиме RPN, нажмите следующие клавиши:

5 \rightarrow UNITS 8 \rightarrow \rightarrow \rightarrow

Обратите внимание на то, что в режиме RPN подчеркивание вводится автоматически.

Последовательность клавиш для ввода единиц измерения при выборе настройки *SOFT menu* (Экранные меню) в режимах ALG и RPN показана ниже. Например, в режиме ALG для ввода значения 5_N необходимо нажать следующие клавиши:

5 \rightarrow \rightarrow \rightarrow UNITS NXT \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow ENTER

Чтобы ввести то же значение в режиме RPN, нажмите следующие клавиши:

5 \rightarrow UNITS NXT \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow

Примечание. Название единиц измерения после подчеркивания можно ввести и с помощью алфавитной клавиатуры (*ALPHA*). Например, нажав клавиши 5 \rightarrow \rightarrow \rightarrow *ALPHA* N, можно ввести значение 5_N

Префиксы единиц измерения

Префиксы единиц измерения, соответствующие системе СИ, можно вводить согласно приведенной ниже таблице. Сначала в таблице указано сокращенное обозначение префикса, затем название, а затем – показатель степени x в множителе 10^x для каждого префикса:

Префикс	Назв.	х	Префикс	Назв.	х
Y	йотта	+24	d	деци	-1
Z	цетта	+21	c	санти	-2
E	экса	+18	m	милли	-3
P	пета	+15	μ	микро	-6
T	тера	+12	n	нано	-9
G	гига	+9	p	пико	-12
M	мега	+6	f	фемто	-15
k,K	кило	+3	a	атто	-18
h,H	гекто	+2	z	цепто	-21
D(*)	дека	+1	y	йокто	-24

(*) В системе СИ этот префикс обозначается буквами *da*, а не буквой *D*. Впрочем, в калькуляторе для префикса «дека-» следует использовать букву *D*.

Префиксы вводятся с клавиатуры в алфавитном режиме (ALPHA). Например, чтобы ввести значение 123 pм (пикометров), нажмите следующие клавиши:

$\boxed{1} \boxed{2} \boxed{3} \boxed{\rightarrow} \boxed{-} \boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\leftarrow} \boxed{P} \boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\leftarrow} \boxed{M}$

Использование функции UBASE с указанием названия для преобразования к основным единицам измерения (1 м) дает следующий результат:

```

:123.1_pm
:UBASE(ANS(1)) 123_pm
.0000000000123_m
CONV|UBASE|UVAL|UFACT|UNIT|Units

```

Работа с единицами измерения

Ниже приводится несколько примеров расчетов в режиме ALG. Помните, что при умножении и делении величин с единицами измерения каждую величину вместе с обозначением единиц измерения следует заключать в скобки. Таким образом, чтобы вычислить произведение 12.5 м × 5.2 yd, введите (12.5_m)*(5.2_yd)

$\boxed{\text{ENTER}}$:


```

:12.5_m*5.2_yd
65_(m*yd)
CONV UBASE UVAL UFACT UNIT UNITS

```

На экране появится результат 65_(m·yd). Чтобы преобразовать единицы в систему СИ, воспользуйтесь функцией UBASE (ее можно найти с помощью каталога команд, \rightarrow CAT):

```

:12.5_m*5.2_yd
65_(m*yd)
:UBASE(ANS(1))
59.436_m^2
CONV UBASE UVAL UFACT UNIT UNITS

```

Примечание. Переменную ANS(1) можно вызвать с помощью сочетания клавиш \leftarrow ANS (эта функция связана с клавишей \rightarrow ENTER).

Чтобы вычислить частное, например 3250 mi / 50 h, введите:

$(3250_mi)/(50_h)$ \rightarrow ENTER

При преобразовании в систему СИ с помощью функции UBASE результат будет следующим:

```

:UBASE(ANS(1))
29.0576_m/h
CONV UBASE UVAL UFACT UNIT UNITS

```

Сложение и вычитание в режиме ALG можно выполнять и без скобок; например, сумму 5 m + 3200 mm можно вычислить таким образом:

$5_m + 3200_mm$ \rightarrow ENTER.

В более сложных выражениях без скобок не обойтись. Пример:

$(12_mm)*(1_cm^2)/(2_s)$ \rightarrow ENTER:

Для расчетов с помощью стека в режиме RPN отдельные члены не нужно заключать в скобки. Пример:

12 \rightarrow ENTER 1.5 \rightarrow ENTER \times
3250 \rightarrow ENTER 50 \rightarrow ENTER \div

Результат выполнения этих операций будет следующим:

```
3:
2:          18_(m·yd)
1:          65_  mi
              h
z1 | R | NAME CASIO
```

Преобразование единиц измерения

В меню UNITS (Единицы измерения) имеется подменю TOOLS (Инструментарий), включающее в себя следующие функции:

- CONVERT(x,y) Преобразование единиц измерения объекта x в единицы измерения объекта y
- UBASE(x) Преобразование единиц измерения объекта x в единицы системы СИ
- UVAL(x) Извлечение значения из объекта с единицами измерения x
- UFACT(x,y) Выделение единиц измерения y из объекта с единицами измерения x
- UNIT(x,y) Сочетание значения x с единицами измерения y

Примеры использования функции CONVERT показаны ниже. Сведения об использовании других функций из подменю UNIT/TOOLS см. в главе 3 руководства пользователя калькулятора.

Например, чтобы преобразовать 33 Вт в британские тепловые единицы, можно ввести следующее:

```
CONVERT(33_W,1_hp) ENTER
```

```
CONVERT(33_W,11_hp) ENTER
```

Физические константы в калькуляторе

Физические константы хранятся в библиотеке констант калькулятора, которая вызывается командой CONLIB. Чтобы запустить эту команду, ее можно просто ввести в стек (**ALPHA** **ALPHA** **C** **0** **N** **L** **I** **B** **ENTER**) или выбрать команду CONLIB из каталога команд описанным ниже способом. Сначала вызовите каталог, нажав клавиши **↵** **CAT** **ALPHA** **C**. Затем с помощью клавиш со стрелками вверх и вниз (**▲** **▼**) выберите команду CONLIB. Наконец, нажмите клавишу **▣**. При необходимости нажмите клавишу **ENTER**. Список констант, хранящихся

в калькуляторе, можно просмотреть с помощью клавиш со стрелками (▲ ▼).

Клавиши экранного меню на экране CONSTANTS LIBRARY (Библиотека констант) соответствуют следующим функциям:

- SI При выборе этой функции значения констант отображаются в единицах системы СИ (*).
- ENGL При выборе этой функции значения констант отображаются в британских единицах (*).
- UNIT При выборе этой функции значения констант отображаются вместе с единицами измерения (*).
- VALUE При выборе этой функции значения констант отображаются без единиц измерения.
- STK Копирование значения (с единицами измерения или без них) в стек.
- QUIT Выход из библиотеки констант.

(*) Активируется только после выбора функции VALUE.

Таким образом экран CONSTANTS LIBRARY выглядит при выборе функции VALUE (единицы измерения в системе СИ):



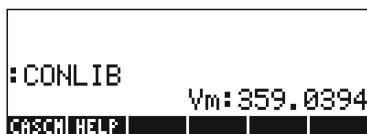
Чтобы значения констант отображались в британской системе, нажмите клавишу экранного меню **ENGL**:



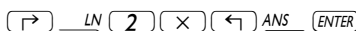
Если функцию UNITS отключить (нажмите клавишу **UNIT**), выводиться будут только числовые значения (в данном случае выбраны британские единицы):



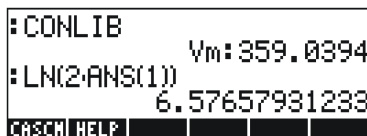
Чтобы скопировать значение V_m в стек, выберите название константы и нажмите клавишу $\left[\text{STO} \right]$, а затем клавишу $\left[\text{RCL} \right]$. Если калькулятор работает в режиме ALG, на экране появится следующее:



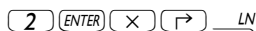
На экране выводится значение с пометкой, $V_m: 359.0394$. В данном случае V_m представляет собой пометку данного результата. При любых арифметических операциях с этим числом пометка игнорируется. Попробуйте, например, выполнить следующую операцию:



Результат будет следующим:



Для выполнения той же операции в режиме RPN необходимо нажать следующие клавиши (после извлечения значения V_m из библиотеки констант):



Определение и использование функций

Пользователи могут создавать свои собственные функции с помощью команды DEFINE, которая вызывается с помощью клавиш $\left[\text{DEF} \right]$ (эта функция связана с клавишей $\left[2 \right]$). Функцию следует вводить в таком формате:

Название_функции(аргументы) = выражение_содержащее_аргументы

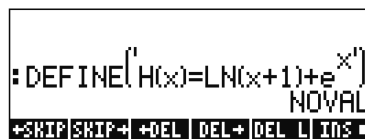
Например, можно определить простую функцию:

$$H(x) = \ln(x+1) + \exp(-x)$$

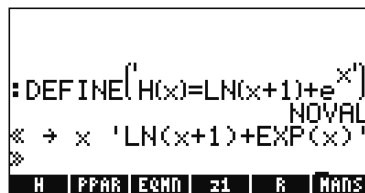
Допустим, эту функцию необходимо рассчитать для некоторого количества дискретных значений, поэтому удобнее было бы вызывать ее нажатием одной клавиши и получать результат, не набирая выражение из правой части каждый раз заново. В приведенном ниже примере предполагается, что калькулятор работает в режиме ALG. Нажмите следующие клавиши:



На экране появится следующее:



Нажмите клавишу **VAR** – на клавише экранного меню должна появиться новая переменная (■). Чтобы увидеть содержимое этой переменной, нажмите клавиши **<>**. На экране появится следующее:



Таким образом, в переменной H хранится следующая программа:

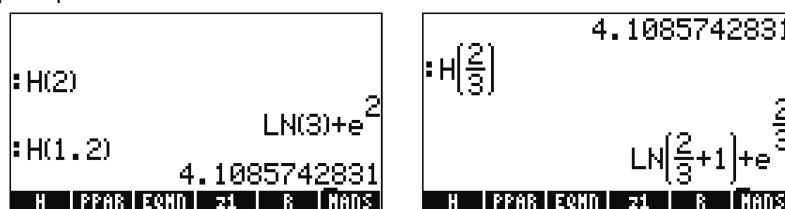
<< → x 'LN(x+1) + EXP(x)' >>

Это несложная программа на стандартном языке программирования калькулятора. Этот язык программирования носит название UserRPL (см. главы 20 и 21 руководства пользователя калькулятора). Показанная выше программа достаточно проста и состоит из двух частей, которые находятся в программных контейнерах:

- Ввод: → x → x
- Обработка: 'LN(x+1) + EXP(x)'

Это должно интерпретироваться следующим образом: ввести значение, которому временно будет присвоено название x (так называемая локальная переменная), вычислить значение в кавычках, содержащее эту локальную переменную, и показать результат вычисления.

Чтобы воспользоваться данной функцией в режиме ALG, введите название этой функции, а затем аргумент, заключенный в скобки – например, $\text{H}(\leftarrow) () \text{2} \text{ENTER}$. Ниже показано несколько примеров:



В режиме RPN для использования этой функции следует сначала ввести аргумент, а затем нажать клавишу экранного меню, соответствующую переменной с названием $\text{H}(\leftarrow)$. Например, можно ввести: $\text{2} \text{H}(\leftarrow)$. Другие показанные выше примеры можно ввести с помощью клавиш $\text{/} \cdot \text{2} \text{H}(\leftarrow)$, $\text{2} \text{ENTER} \text{3} \div \text{H}(\leftarrow)$.

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения об операциях с действительными числами, выполняемых с помощью калькулятора, см. в главе 3 руководства пользователя.

Глава 4

Операции с комплексными числами

В этой главе приводятся примеры вычислений с комплексными числами и использования функций для них.

Определения

Комплексное число z – это число вида $z = x + iy$, где x и y – действительные числа, а i – мнимая единица, определяемая формулой $i^2 = -1$. У комплексного числа $x + iy$ есть действительная часть, $x = \operatorname{Re}(z)$, и мнимая часть, $y = \operatorname{Im}(z)$. Комплексное число $z = x + iy$ часто используют для представления точки $P(x, y)$ на плоскости x - y , где ось x называют осью действительных чисел, а ось y – осью мнимых чисел.

Запись комплексного числа в виде $x + iy$ называют *алгебраической* записью. Другой вариант – запись в виде упорядоченной пары $z = (x, y)$. Кроме того, комплексное число можно представить в виде полярных координат (в *тригонометрической* или *показательной* форме) в виде $z = re^{i\theta} = r\cos\theta + i r\sin\theta$, где $r = |z| = \sqrt{x^2 + y^2}$ – это модуль комплексного числа z , а $\theta = \operatorname{Arg}(z) = \arctan(y/x)$ – аргумент комплексного числа z .

Отношение между тригонометрической и показательной формами комплексного числа определяется формулой Эйлера: $ei^{i\theta} = \cos\theta + i \sin\theta$. Комплексно-сопряженное число комплексного числа ($z = x + iy = re^{i\theta}$) равно $\bar{z} = x - iy = re^{-i\theta}$. Комплексно-сопряженное число i можно представить как отражение числа z относительно оси действительных чисел (x). Аналогичное этому, отрицательное число для z , $-z = -x - iy = -re^{i\theta}$, можно представить как отражение числа z относительно начала координат.

Переключение калькулятора в режим комплексных чисел

Для работы с комплексными числами выберите соответствующий режим системы CAS:



При включенном режиме комплексных чисел на экране CAS MODES (Режимы системы CAS) будет установлен флажок `_Complex` (Комплексные числа):



Дважды нажмите клавишу $\text{2nd} \text{ } \text{2nd}$, чтобы вернуться к стеку.

Ввод комплексных чисел

Комплексные числа можно вводить в калькулятор в двух вариантах в виде декартовых координат – $x+iy$ или (x,y) . Результаты будут выдаваться калькулятором в виде упорядоченной пары, т. е. (x,y) . Например, при расчетах в режиме ALG комплексное число $(3.5, -1.2)$ вводится следующим образом:

$\leftarrow \text{)} \text{ } 3 \text{ } \cdot \text{ } 5 \text{ } \text{)} \text{ } , \text{ } +/ - \text{ } / \text{ } \cdot \text{ } 2 \text{ } \text{ENTER}$

Кроме того, комплексное число можно вводить и в виде $x+iy$. Например, в режиме ALG комплексное число $3.5-1.2i$ вводится следующим образом (подтвердите смену режима):

$3 \text{ } \cdot \text{ } 5 \text{ } - \text{ } / \text{ } \cdot \text{ } 2 \text{ } \times \text{ } \leftarrow \text{ } i \text{ } \text{ENTER}$

Примечание. Чтобы ввести только мнимую единицу, введите $\leftarrow \text{ } i \text{ } \text{ENTER}$ (буква I).

В режиме RPN эти числа можно ввести с помощью следующих клавиш:

$\leftarrow \text{)} \text{ } 3 \text{ } \cdot \text{ } 5 \text{ } \text{)} \text{ } , \text{ } / \text{ } \cdot \text{ } 2 \text{ } +/ - \text{ } \text{ENTER}$

(Обратите внимание, что клавиша смены знака нажимается после ввода числа 1.2 – в обратном порядке по сравнению с режимом ALG).

Представление комплексного числа в показательной форме

Чтобы представить комплексное число $3.5-1.2i$, введенное выше, в показательной форме, необходимо сменить систему координат на цилиндрическую или полярную (с помощью функции CYLIN). Эту функцию можно найти в каталоге (\rightarrow CAT). Кроме того, режим полярных координат можно выбрать с помощью клавиши (MODE). При выборе полярных координат со стандартной записью и радианов в качестве единиц измерения углов результат в режиме RPN будет следующим:

```
4:
3:
2:
1: (3.7, ∠.330297354829)
EDIT VIEW STACK RCL PURGE/CLEAR
```

В показанном выше примере модуль равен 3.7, а угол – 0.33029.... Перед значением угла выводится символ угла (\angle).

Чтобы вернуться к декартовым (прямоугольным) координатам, воспользуйтесь функцией RECT (ее можно вызвать из каталога, \rightarrow CAT). Комплексное число в показательной форме записывается как $z = r \cdot e^{i\theta}$. Это комплексное число можно ввести в калькулятор как упорядоченную пару вида $(r, \angle\theta)$. Символ угла (\angle) можно ввести с помощью клавиш (ALPHA \rightarrow 6). Например, комплексное число $z = 5.2e^{1.5i}$ можно ввести следующим образом (на иллюстрации показан стек в режиме RPN до и после ввода числа):

```
2:
1: (3.5, 1.2)
(5.2, ∠1.5)
EDIT VIEW STACK RCL PURGE/CLEAR
```

```
4:
3:
2: (3.5, 1.2)
1: (.367833448672, 5.18)
EDIT VIEW STACK RCL PURGE/CLEAR
```

Поскольку в калькуляторе выбрана прямоугольная (декартова) система координат, калькулятор автоматически преобразует введенное число в декартовы координаты, т. е. $x = r \cos \theta$, $y = r \sin \theta$, что в данном случае дает результат (0.3678..., 5.18...).

С другой стороны, если в качестве координатной системы выбраны цилиндрические координаты (функция CYLIN), ввод комплексного числа (x, y) , где x и y – действительные числа, в результате даст число в показательной форме. Например, включив режим цилиндрических

координат, введите число (3.,2.). На приведенной ниже иллюстрации показан стек в режиме RPN до и после ввода числа:



Простые операции с комплексными числами

К комплексным числам можно применять четыре основных действия (\oplus , \ominus , \otimes , \oslash). Результаты соответствуют правилам алгебры с учетом того, что $i^2 = -1$. Операции с комплексными числами аналогичны операциям с действительными числами. Например, выбрав для калькулятора режим ALG и задав для системы CAS режим *Complex* (Комплексные числа), попробуйте выполнить следующие операции:

$$\begin{aligned}(3+5i) + (6-3i) &= (9,2); \\ (5-2i) - (3+4i) &= (2,-6) \\ (3-i) \cdot (2-4i) &= (2,-14); \\ (5-2i)/(3+4i) &= (0.28,-1.04) \\ 1/(3+4i) &= (0.12, -0.16); \\ -(5-3i) &= -5 + 3i\end{aligned}$$

Меню CMPLX

В калькуляторе имеется два меню CMPLX (Комплексные числа). Одно из этих меню вызывается с помощью меню MTH (см. главу 3), а другое – непосредственно с помощью клавиатуры (\rightarrow CMPLX). Об этих двух меню CMPLX рассказано ниже.

Меню CMPLX, вызываемое из меню MTH

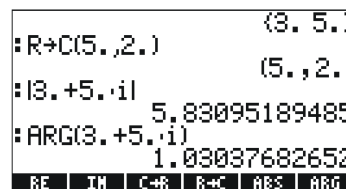
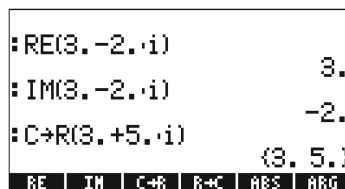
Если для системного флага 117 (см. главу 2) задано значение *CHOOSE boxes* (Поля выбора), подменю CMPLX (Комплексные числа) из меню MTH (Математика) вызывается с помощью следующих клавиш: \leftarrow MTH \rightarrow $\left[\begin{smallmatrix} \text{CMPLX} \\ \text{CMPLX} \end{smallmatrix} \right]$. При этом доступны следующие функции:



Первое меню (пункты 1–6) включает в себя следующие функции:

- RE(z) Действительная часть комплексного числа
- IM(z) Мнимая часть комплексного числа
- C→R(z) Разделение комплексного числа на действительную и мнимую части
- R→C(x,y) Образование комплексного числа (x,y) из действительных чисел x и y
- ABS(z) Вычисление модуля комплексного числа
- ARG(z) Вычисление аргумента комплексного числа
- SIGN(z) Расчет комплексного числа для модуля единицы по формуле $z/|z|$
- NEG(z) Изменение знака числа z
- CONJ(z) Получение комплексно-сопряженного числа для z

Ниже приводятся примеры применения этих функций для декартовых координат. Помните, что в режиме ALG функция вводится перед аргументом, тогда как в режиме RPN сначала вводится аргумент, а затем выбирается функция. Кроме того, помните, что эти функции можно вызывать и с помощью экранных меню, изменив значение системного флага 117 (см. главу 2).



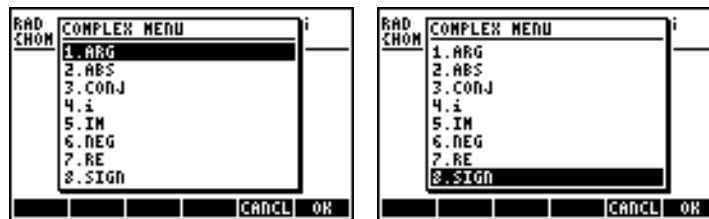
```

1.03037682652
:SIGN(-2.+3.i)
(-.554700196225,.83205)
: -(-2.+3.i)      (2.,-3.)
:CONJ(-2.+3.i)   (-2.,-3.)
SIGN | NEG | CONJ | MTH

```

Меню CMPLX, вызываемое с помощью клавиатуры

Второе меню CMPLX вызывается с помощью правой регистровой функции клавиши \boxed{I} , т. е. $\boxed{\rightarrow}$ CMPLX. Если для системного флага 117 выбрано значение CHOOSE boxes (Поля выбора), клавиатурное меню CMPLX отображается на экране в следующем виде:



В этом меню содержится ряд функций, которые были описаны в предыдущем разделе – ARG, ABS, CONJ, IM, NEG, RE и SIGN. Кроме того, в нем имеется функция i , которая аналогична сочетанию клавиш $\boxed{\leftarrow}$ i .

Функции, применимые к комплексным числам

Многие из клавиатурных функций и функций меню MTH, о применении которых к действительным числам было рассказано в главе 3 (функции SQ, LN, e^x и т. д.), могут применяться и к комплексным числам. Результатом будет другое комплексное число, как можно увидеть из приведенных ниже примеров.

```

:SQ(3.+4.i)
(-7.,24.)
:√(3.+4.i)
(2.,1.)
:ALOG(2.-i)
(-66.820151019,-74.39E
CASIO

```

```

:LOG(5.+3.i)
(.765739458521,.234701)
:5.-4.i
:e
(-97.0093146996,112.31)
:LN(5.-6.i)
(2.05543693209,-.87605)
CASIO

```

```

:SIN(4.-3.i)
(-7.61923172032,6.5481)
:COS(-5.+7.i)
(155.5368008519,-525.79)
:TAN(8.+3.i)
(-1.43408158162E-3,1.0)
CASIO

```

```

:ASIN(7.+8.i)
(.71663915401,3.057141)
:ACOS(8.+3.i)
(.361040042712,-2.8357)
:ATAN(-1.+2.i)
(-1.33897252229,.40235)
CASIO

```

```

:SINH(4.-6.i)
(26.2029676178,7.63034)
:COSH(1.-i)
(.833730025131,-.98889)
:TANH(-1.+i)
(-1.08392332734,.27175)
SINH | ASINH | COSH | ACOSH | TANH | ATANH

```

```

:ASINH(7.-9.i)
(3.12644592412,-.9078E)
:ACOSH(3.i)
(1.81844645923,1.57079)
:ATANH(1.-6.i)
(2.63401289145E-2,-1.4)
SINH | ASINH | COSH | ACOSH | TANH | ATANH

```

Примечание. При использовании тригонометрических и обратных тригонометрических функций для комплексных чисел аргументы уже не будут углами. Таким образом, единицы измерения углов, выбранные для калькулятора, не влияют на вычисление этих функций с аргументами в виде комплексных чисел.

Функция DROITE: уравнение прямой линии

Функция DROITE получает в качестве аргументов два комплексных числа (например, $x_1 + iy_1$ и $x_2 + iy_2$) и возвращает уравнение прямой линии ($y = a + bx$), проходящей через точки (x_1, y_1) и (x_2, y_2) . Например, уравнение линии, проходящей через точки A(5, -3) и B(6, 2), можно получить следующим образом (пример для алгебраического режима):

```

:DROITE(5-3i,6+2i)
Y=5(X-5)+-3
CASCH | HELP

```

Функцию DROITE можно найти в каталоге команд ($\boxed{\rightarrow}$ CAT). Если калькулятор находится в режиме аппроксимации, результат будет равен $Y = 5 \cdot (X - 5) - 3$.

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения об операциях с комплексными числами см. в главе 4 руководства пользователя калькулятора.

Глава 5

Алгебраические и арифметические операции

Алгебраический объект – это любое число, название переменной или алгебраическое выражение, которое можно использовать в операциях и выражениях в соответствии с правилами алгебры. Примеры алгебраических объектов приводятся ниже:

- Число: 12.3, 15.2_m, 'π', 'e', 'i'
- Название переменной: 'a', 'ux', 'width' и т. д.
- Выражение: 'p*D^2/4', 'f*(L/D)*(V^2/(2*g))'
- Уравнение: 'p*V = n*R*T', 'Q=(Cu/n)*A(y)*R(y)^(2/3)*√So'

Ввод алгебраических объектов

Алгебраические объекты можно создавать путем ввода объекта между одинарными кавычками непосредственно на уровне стека 1 или с помощью редактора формул (EQW). Например, чтобы ввести алгебраический объект 'π*D^2/4' непосредственно на уровне стека 1, нажмите следующие клавиши:

Кроме того, алгебраический объект можно создать в редакторе формул и отправить в стек или использовать в самом редакторе формул. О работе с редактором формул рассказывалось в главе 2. В качестве упражнения создайте в редакторе формул следующий алгебраический объект:

После создания объекта нажмите клавишу , чтобы вывести этот объект в стек (вид для режимов ALG и RPN показан ниже):



Простые операции с алгебраическими объектами

Алгебраические объекты можно складывать, вычитать, умножать, делить (кроме деления на нуль), возводить в степень и использовать в качестве аргументов для разнообразных стандартных функций (экспоненциальных, логарифмических, тригонометрических, гиперболических и т. п.), как и действительные или комплексные числа. Чтобы продемонстрировать основные операции с алгебраическими объектами, создадим пару объектов – например, $\pi \cdot R^2$ и $g \cdot t^2 / 4$ – и сохраним их в переменных A1 и A2 (инструкции по созданию переменных и сохранению в них значений см. в главе 2). Ниже указана последовательность нажатий клавиш для сохранения переменной A1 в режиме ALG:

Результат будет следующим:


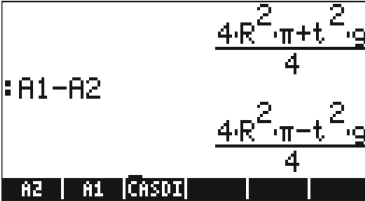
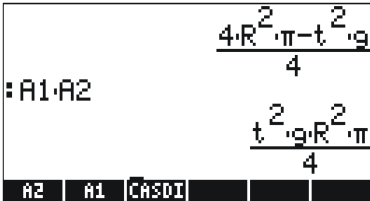

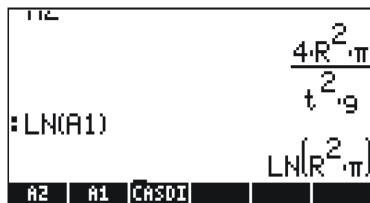



В режиме RPN необходимо нажать следующие клавиши:

После сохранения переменной A2 и нажатия клавиши переменные будут выданы на экран в следующем виде:



Ниже показаны различные операции в режиме ALG с алгебраическими выражениями, хранящимися в переменных $\boxed{\text{A1}}$ и $\boxed{\text{A2}}$ (нажмите клавишу $\boxed{\text{VAR}}$, чтобы вызвать меню переменных):

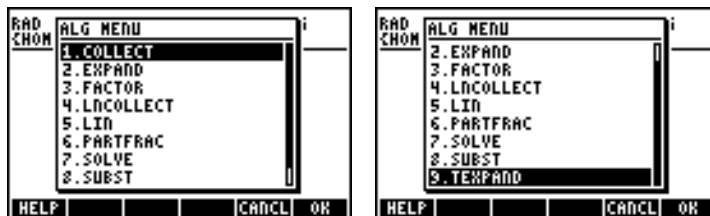
$\boxed{\text{ALG}} \boxed{+} \boxed{\text{ENTER}}$ 	$\boxed{\text{ALG}} \boxed{-} \boxed{\text{ENTER}}$ 
$\boxed{\text{ALG}} \boxed{\times} \boxed{\text{ENTER}}$ 	$\boxed{\text{ALG}} \boxed{\div} \boxed{\text{ENTER}}$ 
$\boxed{\text{ALG}} \boxed{\text{LN}}$ 	$\boxed{\text{ALG}} \boxed{e^x}$ 

В режиме RPN те же результаты можно получить с помощью следующих клавиш:

$\boxed{\text{ALG}} \boxed{\text{ALG}} \boxed{+} \boxed{\text{EVAL}}$	$\boxed{\text{ALG}} \boxed{\text{ALG}} \boxed{-} \boxed{\text{EVAL}}$
$\boxed{\text{ALG}} \boxed{\text{ALG}} \boxed{\times} \boxed{\text{EVAL}}$	$\boxed{\text{ALG}} \boxed{\text{ALG}} \boxed{\div} \boxed{\text{EVAL}}$
$\boxed{\text{ALG}} \boxed{\text{ALG}} \boxed{\text{LN}} \boxed{\text{EVAL}}$	$\boxed{\text{ALG}} \boxed{\text{ALG}} \boxed{e^x} \boxed{\text{EVAL}}$

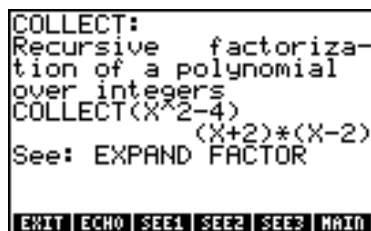
Функции в меню ALG

Меню ALG (Алгебра) вызывается с помощью сочетания клавиш $\boxed{\text{ALG}} \boxed{\text{ALG}}$ (эта функция связана с клавишей $\boxed{4}$). Если для системного флага 117 выбрано значение *CHOOSE boxes* (Поля выбора), функции в меню ALG отображаются следующим образом:

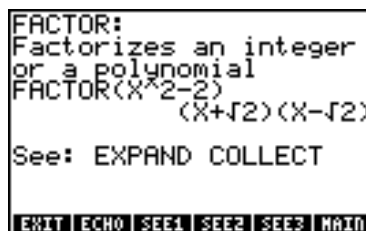





В этом руководстве нет подробного описания всех этих функций – вместо этого пользователю предлагается воспользоваться функцией справки, встроенной в калькулятор: TOOL NXT HELP ENTER . Чтобы найти описание определенной функции, введите первую букву ее названия. Например, чтобы увидеть описание функции COLLECT, введите символы ALPHA C , а затем воспользуйтесь клавишами со стрелками вверх и вниз (UP DOWN), чтобы найти название функции COLLECT в окне справки.

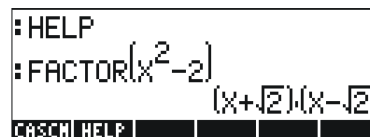
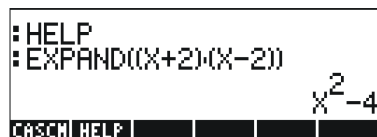
Для завершения данной операции нажмите клавишу HELP . Ниже приводится экран справки для функции COLLECT:



Обратите внимание на то, что в конце описания имеется строка «See: EXPAND FACTOR», ссылающаяся на другие записи в справочной системе – описание функций EXPAND и FACTOR. Для непосредственного перехода к этим записям воспользуйтесь клавишей экранного меню SEE1 (для функции EXPAND) или SEE2 (для функции FACTOR). При нажатии клавиши SEE1 на экран выводятся показанные ниже сведения о функции EXPAND, а при нажатии клавиши SEE2 – сведения о функции FACTOR:



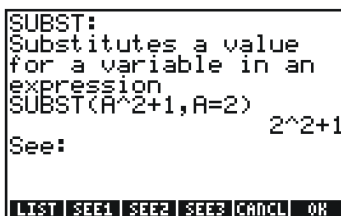
Показанные примеры можно скопировать в стек с помощью клавиши . Например, для показанного выше описания функции EXPAND при нажатии клавиши экранного меню  в стек будет скопирован следующий пример (нажмите клавишу , чтобы выполнить команду):



Таким образом, мы предлагаем пользователю самостоятельно разобраться с применением функций из меню ALG. Список команд показан ниже.




Например, для функции SUBST в справочной системе CAS имеется следующая запись:



Примечание. Не забывайте, что при использовании этих или любых других функций в режиме RPN необходимо сначала ввести аргумент и лишь затем выбрать функцию. Например, функция TEXPAND в режиме RPN может быть вызвана следующим образом:

  e^x  ALPHA X  ALPHA Y 

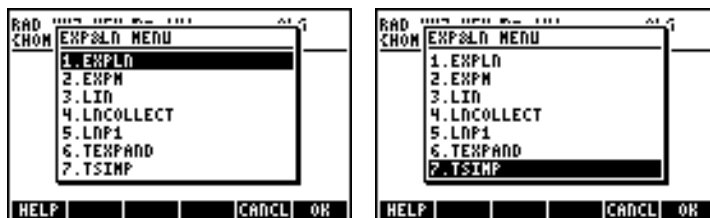
После этого следует выбрать функцию TEXPAND из меню ALG (или непосредственно из каталога  `_CAT`), чтобы завершить операцию.

Операции с трансцендентными функциями

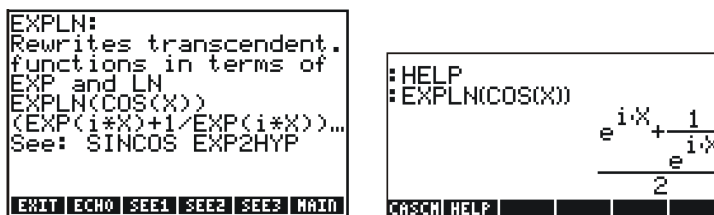
В калькуляторе имеется ряд функций, которые могут использоваться для замены выражений с логарифмическими и экспоненциальными функциями (\leftarrow EXP&LN), а также с тригонометрическими функциями (\rightarrow TRIG).

Раскрытие и разложение с помощью логарифмических и экспоненциальных функций

Сочетание клавиш \leftarrow EXP&LN вызывает следующее меню:

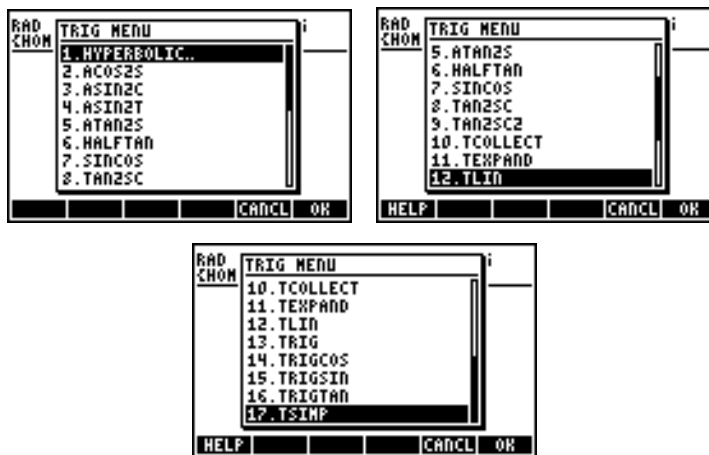


Сведения об этих командах и примеры их применения можно найти в справочной системе калькулятора. Например, на приведенной ниже иллюстрации слева показано описание функции EXPLN, а справа – пример из справочной системы.



Раскрытие и разложение с помощью тригонометрических функций

В меню TRIG, которое вызывается с помощью сочетания клавиш \rightarrow TRIG, присутствуют следующие функции:

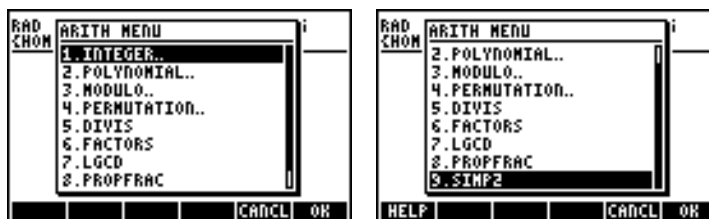


Эти функции позволяют упростить выражения, заменяя некоторые категории тригонометрических функций на другие. Например, функция ACOS2S позволяет заменить функцию *арккосинуса* ($\text{acos}(x)$) на ее выражение с помощью функции *арксинуса* ($\text{asin}(x)$).

Сведения об этих командах и примеры их применения можно найти в справочной системе калькулятора (**TOOL** **NXT**). Пользователю предлагается самостоятельно изучить функции из меню TRIG с помощью информации из справочной системы.

Функции в меню ARITHMETIC

Меню ARITHMETIC (Арифметика) вызывается с помощью сочетания клавиш **←** **ARITH** (эта функция связана с клавишей **I**). Когда для системного флага 117 выбрано значение *CHOOSE boxes* (Поля выбора), клавиши **←** **ARITH** вызывают на экран следующее меню:



В этом меню пункты 5–9 (*DIVIS*, *FACTORS*, *LGCD*, *PROPFRAC*, *SIMP2*) соответствуют общим функциям, которые могут применяться и к целым числам, и к многочленам. Остальные пункты (*1. INTEGER*, *2. POLYNOMIAL*, *3. MODULO* и *4. PERMUTATION*) на самом деле

представляют собой подменю с функциями, относящимися к определенным математическим объектам. Когда для системного флага 117 выбрано значение *SOFT menu* (Экранное меню), меню ARITHMETIC (\leftarrow ARITH) отображается следующим образом:



Ниже показаны записи справочной системы для функций FACTORS и SIMP2 из меню ARITHMETIC (\leftarrow ARITH \leftarrow TOOL \leftarrow NXT \leftarrow \leftarrow):

FACTORS:

```
FACTORS:
Returns irreducible
factors of an integer
or a polynomial
FACTORS(X^2-1)
      ( X+1 1. X-1 1. )
See: FACTOR
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN
```

SIMP2:

```
SIMP2:
Simplifies 2 objects
by dividing them by
their GCD
SIMP2(X^3-1,X^2-1)
      (X^2+X+1,X+1)
See:
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN
```

Функции, связанные с подменю INTEGER, POLYNOMIAL, MODULO и PERMUTATION из меню ARITHMETIC, подробно рассматриваются в главе 5 руководства пользователя калькулятора. В следующих разделах показаны некоторые примеры применения к многочленам и дробям.

Многочлены

Многочлены – это алгебраические выражения, состоящие из одного или более членов с определенной переменной в уменьшающихся степенях. Например, X^3+2X^2-3X+2 – это многочлен третьей степени от X , тогда как $\text{SIN}(X)^2-2$ – это многочлен второй степени от $\text{SIN}(X)$. Функции COLLECT и EXPAND, показанные ранее, можно использовать для многочленов. Некоторые другие функции, которые можно применять к многочленам, описаны ниже.

Функция HORNER

Функция HORNER (\leftarrow ARITH , POLYNOMIAL, HORNER) предназначена для деления по методу Горнера (синтетического деления) многочлена $P(X)$ на коэффициент $(X-a)$, т. е. $\text{HORNER}(P(X),a) = \{Q(X), a, P(a)\}$, где $P(X) = Q(X)(X-a)+P(a)$. Пример:

$$\text{HORNER}('X^3+2*X^2-3*X+1',2) = \{X^2+4*X+5 \quad 2 \quad 11\}$$

T. e. $X^3+2X^2-3X+1 = (X^2+4X+5)(X-2)+11$. Кроме того:

$$\text{HORNER}('X^6-1',-5)=$$

$$\{X^5-5*X^4+25*X^3-125*X^2+625*X-3125 \quad -5 \quad 15624\}$$

T. e. $X^6-1 = (X^5-5X^4+25X^3-125X^2+625X-3125)(X+5)+15624$.

Переменная VX

В записи большинства вышеприведенных примеров многочленов использовалась переменная X. Это связано с тем, что в каталоге калькулятора {HOME CASDIR} имеется переменная VX, по умолчанию принимающая значение 'X'. Это общеупотребительное название независимой переменной для алгебраических и численных задач. Избегайте использования переменной VX в своих программах или уравнениях, чтобы не перепутать ее с переменной VX системы CAS. Дополнительные сведения о переменных системы CAS см. в приложении С руководства пользователя калькулятора.

Функция PCOEF

Функция PCOEF получает массив с корнями многочлена и выдает массив с коэффициентами соответствующего многочлена. Коэффициенты хранятся в массиве в порядке уменьшения степеней независимой переменной. Пример:

$$\text{PCOEF}([-2, -1, 0, 1, 1, 2]) = [1. -1. -5. 5. 4. -4. 0.]$$

Это соответствует многочлену $X^6-X^5-5X^4+5X^3+4X^2-4X$.

Функция PROOT

Функция PROOT получает массив с коэффициентами многочлена в порядке уменьшения степеней и выдает массив с корнями многочлена. Например, для $X^2-5X+6=0$, $\text{PROOT}([1, -5, 6]) = [2. 3.]$.

Функции QUOT и REMAINDER

Функции QUOT и REMAINDER выдают соответственно частное Q(X) и остаток R(X), полученные при делении двух многочленов P₁(X) и P₂(X). Иными словами, они выдают значения Q(X) и R(X) из уравнения $P_1(X)/P_2(X) = Q(X) + R(X)/P_2(X)$. Пример:

$$\text{QUOT}('X^3-2*X+2', 'X-1') = 'X^2+X-1'$$

$$\text{REMAINDER}('X^3-2*X+2', 'X-1') = 1.$$

Таким образом, можно записать: $(X^3-2X+2)/(X-1) = X^2+X-1 + 1/(X-1)$.

Примечание. Последний результат можно получить с помощью функции PARTFRAC:
 $\text{PARTFRAC}('X^3-2*X+2)/(X-1') = 'X^2+X-1 + 1/(X-1)'$.

Функция PEVAL

Функцию PEVAL можно использовать для вычисления многочлена

$$p(x) = a_n \cdot x^n + a_{n-1} \cdot x^{n-1} + \dots + a_2 \cdot x^2 + a_1 \cdot x + a_0,$$

на основе массива коэффициентов $[a_n, a_{n-1}, \dots, a_2, a_1, a_0]$ и значения x_0 . Результатом является вычисленное значение $p(x_0)$. Функция PEVAL вызывается не из меню ARITHMETIC, а из меню CALC/DERIV&INTEG. Пример: $\text{PEVAL}([1, 5, 6, 1], 5) = 281$.

Дополнительные примеры применения функций к многочленам рассматриваются в главе 5 руководства пользователя калькулятора.

Дроби

Дроби можно раскрывать и раскладывать на множители с помощью функций EXPAND и FACTOR из меню ALG ($\square \rightarrow$ ALG). Примеры:

$$\text{EXPAND}('(1+X)^3/((X-1)*(X+3))') = '(X^3+3*X^2+3*X+1)/(X^2+2*X-3)'$$

$$\text{EXPAND}('(X^2)*(X+Y)/(2*X-X^2)^2') = '(X+Y)/(X^2-4*X+4)'$$

$$\text{FACTOR}('(3*X^3-2*X^2)/(X^2-5*X+6)') = 'X^2*(3*X-2)/((X-2)*(X-3))'$$

$$\text{FACTOR}('(X^3-9*X)/(X^2-5*X+6)') = 'X*(X+3)/(X-2)'$$

Функция SIMP2

Функция SIMP2 из меню ARITHMETIC получает в качестве аргументов два числа или многочлена, соответствующие числителю и знаменателю рациональной дроби, и возвращает упрощенные числитель и знаменатель. Пример:

$$\text{SIMP2}('X^3-1', 'X^2-4*X+3') = \{ 'X^2+X+1', 'X-3' \}$$

Функция PROPFRAC

Функция PROPFRAC превращает рациональную дробь в «правильную» дробь, т. е. в сумму целой и дробной частей, если такое разложение возможно. Примеры:

$$\text{PROPFRAC}('5/4') = '1+1/4'$$

$$\text{PROPFRAC}('(x^2+1)/x^2') = '1+1/x^2'$$

Функция PARTFRAC

Функция PARTFRAC раскладывает рациональную дробь на частичные дроби, составляющие исходную дробь. Примеры:

$$\text{PARTFRAC}('(2*x^6-14*x^5+29*x^4-37*x^3+41*x^2-16*x+5)/(x^5-7*x^4+11*x^3-7*x^2+10*x)') =$$

$$'2*x+(1/2)/(x-2)+5/(x-5)+1/2/x+x/(x^2+1)'$$

Функция FCOEF

Функция FCOEF, которая вызывается с помощью меню ARITHMETIC/POLYNOMIAL, служит для получения рациональной дроби на основе корней и полюсов дроби.

Примечание. Если рациональная дробь задана в виде $F(X) = N(X)/D(X)$, корни дроби можно получить, решив уравнение $N(X) = 0$, а полюса дроби – решив уравнение $D(X) = 0$.

В качестве исходных данных эта функция использует вектор со списком корней, вслед за которыми указывается их кратность (т. е. количество повторений определенного корня), и списком полюсов, вслед за которыми указывается кратность в виде отрицательного числа. Например, чтобы создать дробь с корнями 2 с кратностью 1, 0 с кратностью 3 и -5 с кратностью 2 и полюсами 1 с кратностью 2 и -3 с кратностью 5, используйте функцию:

$$\text{FCOEF}([2,1,0,3,-5,2,1,-2,-3,-5]) = '(x-5)^2*x^3*(x-2)/(x+3)^5*(x-1)^2'$$

Нажав клавиши EVAL \leftarrow ANS ENTER (или просто клавишу EVAL в режиме RPN), мы получим следующее:

$$'(x^6+8*x^5+5*x^4-50*x^3)/(x^7+13*x^6+61*x^5+105*x^4-45*x^3-297*x^2-81*x+243)'$$

Функция FROOTS

Функция FROOTS из меню ARITHMETIC/POLYNOMIAL выдает корни и полюса дроби. Например, применение функции FROOTS к полученной выше дроби даст результат [1 -2. -3 -5. 0 3. 2 1. -5 2.]. Этот результат содержит в себе полюса, вслед за которыми указывается их кратность в виде отрицательных чисел, и корни, вслед за которыми указывается их кратность в виде положительных чисел. В данном случае это полюса (1, -3) с кратностью (2,5) соответственно и корни (0, 2, -5) с кратностью (3, 1, 2) соответственно.

Еще один пример: $FROOTS((X^2-5X+6)/(X^5-X^2)) = [0 -2. 1 -1. 3 1. 2 1.]$, т. е. полюса = 0 (2), 1(1), а корни = 3(1), 2(1). Если для калькулятора выбран режим комплексных чисел, результаты будут следующими:

$$[0 -2. 1 -1. - ((1+i*\sqrt{3})/2) -1. - ((1-i*\sqrt{3})/2) -1. 3 1. 2 1.]$$

Пошаговые операции с многочленами и дробями

Когда для системы CAS выбран режим Step/step (Пошаговые результаты), калькулятор показывает упрощение дробей и операции с многочленами в пошаговом виде. Это очень удобно для просмотра этапов синтетического деления. Пример деления

$$\frac{X^3 - 5X^2 + 3X - 2}{X - 2}$$

подробно рассматривается в приложении С в руководстве пользователя калькулятора. Приведенный ниже пример представляет собой более длинную операцию синтетического деления (функция DIV2 вызывается с помощью меню ARITH/POLYNOMIAL):

$$\frac{X^9 - 1}{X^2 - 1}$$

```

DIV2(X^9-1,X^2-1)
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1}
R: {0,1,0,0,0,0,0,0,-1}
Press a key to go on
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0}
R: {1,0,0,0,0,0,0,0,-1}
Press a key to go on
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1}
R: {0,1,0,0,0,0,0,-1}
Press a key to go on
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0}
R: {1,0,0,-1}
Press a key to go on
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0,1}
R: {0,1,-1}
Press a key to go on
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0,1}
R: {0,1,-1}
Press a key to go on
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0}
R: {1,0,0,-1}
Press a key to go on
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

```

Division A=BQ+R
A: {1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}
B: {1,0,-1}
Q: {1,0,1,0,1,0,1,0}
R: {1,-1}
Press a key to go on
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

```

:DIV2(X^9-1,X^2-1)
{Q:(X^7+X^5+X^3+X) R:(X-1)}
ABCUV|CHINA|CYCLO|DIVE|EGCD|FACTO

```

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения, определения и примеры алгебраических и арифметических операций см. в главе 5 руководства пользователя калькулятора.

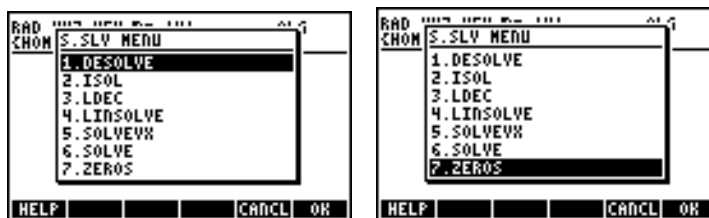
Глава 6

Решение уравнений

С клавишей $\boxed{7}$ связаны два меню с функциями для решения уравнений – символическое решение ($\boxed{\leftarrow} S.SLV$) и числовое решение ($\boxed{\rightarrow} NUM.SLV$). Ниже рассказано о некоторых функциях из этих меню.

Символическое решение алгебраических уравнений

В этом разделе описаны некоторые функции меню Symbolic Solver (Символическое решение). Это меню вызывается с помощью клавиш $\boxed{\leftarrow} S.SLV$. Когда для системного флага 117 выбрано значение CHOOSE boxes (Поля выбора), меню отображается на экране следующим образом:



Функции ISOL и SOLVE можно использовать для решения полиномиального уравнения для любой неизвестной. Функция SOLVEVX решает полиномиальное уравнение, в котором в качестве неизвестной используется стандартная переменная системы CAS – переменная VX (которой обычно присваивается значение 'X'). Наконец, функция ZEROS выдает нулевые значения или корни многочлена.

Функция ISOL

Функция ISOL(уравнение, переменная) выдает решение (решения) для уравнения путем отделения *переменной*. Например, когда калькулятор находится в режиме ALG, чтобы решить для переменной t уравнение $at^3 - bt = 0$, можно воспользоваться этой функцией следующим образом:

$$: \text{ISOL}(a \cdot t^3 - b \cdot t, t)$$

$$\left\{ t=0 \quad t=-\frac{\sqrt{a \cdot b}}{a} \quad t=\frac{\sqrt{a \cdot b}}{a} \right\}$$

В режиме RPN для получения решения необходимо ввести в стек уравнение, затем переменную, а затем вызвать функцию ISOL. Непосредственно перед выполнением функции ISOL стек в режиме RPN должен выглядеть так, как показано на иллюстрации слева. Результат применения функции ISOL показан на иллюстрации справа.

$$t$$

$$a \cdot t^3 - b \cdot t$$

$$\left\{ t=0 \quad t=-\frac{\sqrt{a \cdot b}}{a} \quad t=\frac{\sqrt{a \cdot b}}{a} \right\}$$

Первый аргумент функции ISOL может быть выражением, как в приведенном выше примере, или уравнением. Например, попробуйте ввести в режиме ALG следующий пример:

$$: \text{ISOL}(\lambda^2 - k \cdot \lambda = k^2, \lambda)$$

$$\left\{ \lambda = \frac{(-1 + \sqrt{5}) \cdot k}{2} \quad \lambda = \frac{(1 + \sqrt{5}) \cdot k}{2} \right\}$$

Примечание. Чтобы ввести знак равенства (=) в уравнении, используйте клавиши \rightarrow = (эта функция связана с клавишей +/-).

В режиме RPN ту же задачу можно решить продемонстрированным ниже способом (на иллюстрации показан стек в режиме RPN до и после применения функции ISOL):

$$\lambda$$

$$\lambda^2 - k \cdot \lambda = k^2$$

$$\left\{ \lambda = \frac{(-1 + \sqrt{5}) \cdot k}{2} \quad \lambda = \frac{(1 + \sqrt{5}) \cdot k}{2} \right\}$$

Функция SOLVE

Функция SOLVE имеет тот же синтаксис, что и функция ISOL, однако функцию SOLVE можно применять и для решения системы полиномиальных уравнений. Ниже показана запись из справочной системы для функции SOLVE с примером решения уравнения $X^4 - 1 = 3$:

```
SOLVE:
Solves a (or a set of)
polynomial equation
SOLVE(X^4-1=3,X)
      (X=√2 X=-√2)
See: LINSOLVE SOLVEVX
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN
```

В приведенных ниже примерах показано использование функции SOLVE в режимах ALG и RPN (переведите систему CAS в режим комплексных чисел):

```
:SOLVE('β^4-5β=125','β')
{}
:SOLVE('β^4-5β=6','β')
{β=-1 β=2 β=-1+i√11 β=-1-i√11}
+SKIP|SKIP←|+DEL|DEL+|DEL L|INS ▢
```

На приведенном выше изображении экрана показаны два решения. В первом случае, $\beta^4 - 5\beta = 125$, функция SOLVE не выдает никаких решений $\{\}$. Во втором случае, $\beta^4 - 5\beta = 6$, функция SOLVE выдает четыре решения, показанных в последней строке вывода. Последнее решение остается невидимым, поскольку длина результата превышает размер экрана калькулятора. Чтобы увидеть остальные решения, нажмите клавишу со стрелкой вниз (∇) – калькулятор перейдет в режим строкового редактора (эту операцию можно использовать для доступа к любой строке вывода, которая не помещается на экране калькулятора).

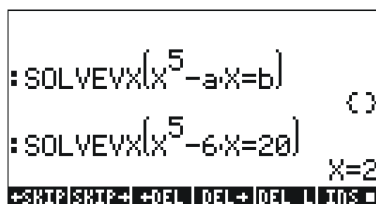
```
:SOLVE('β^4-5β=6','β')
{β=-1 β=2 β=-1+i√11 β=-1-i√11}
(β=-1,β=2,β=-((1+i√11)/2),β=-((1-i√11)/2))
+SKIP|SKIP←|+DEL|DEL+|DEL L|INS ▢
```

Вид экрана в режиме RPN для этих двух примеров до и после применения функции SOLVE показан ниже.



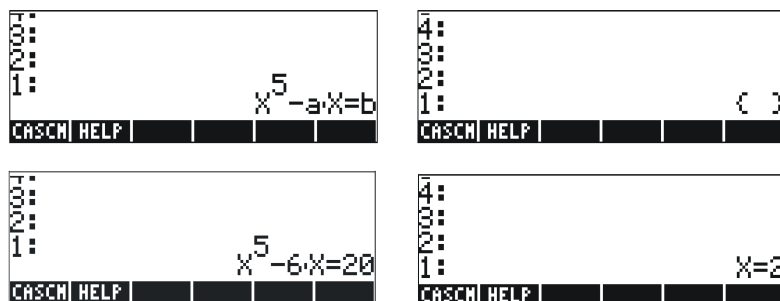
Функция SOLVEVX

Функция SOLVEVX решает уравнение для стандартной переменной системы CAS, которая соответствует переменной с зарезервированным названием VX. По умолчанию эта переменная принимает значение 'X'. Примеры использования режима ALG с VX = 'X' показаны ниже:



В первом случае функции SOLVEVX не удастся найти решение. Во втором случае функция SOLVEVX находит одно решение, $X = 2$.

На иллюстрациях ниже показан стек в режиме RPN при решении двух вышеприведенных примеров (до и после применения функции SOLVEVX):



Функция ZEROS

Функция ZEROS находит решения полиномиального уравнения, не показывая их кратность. В качестве исходных данных для этой функции вводятся само уравнение и название переменной, для которой его следует решить. Ниже показаны примеры для режима ALG:

$$:ZEROS(k^5 - k^2, k)$$

$$\left\{ 0 \ 1 \ \frac{-1+i\sqrt{3}}{2} \ \frac{-1-i\sqrt{3}}{2} \right\}$$

$$:ZEROS(m^5 = 32, m)$$

$$\left\{ 2 \cdot \frac{i \cdot \pi}{5} \ 2 \cdot \frac{4 \cdot i \cdot \pi}{5} \ 2 \cdot \frac{6 \cdot i \cdot \pi}{5} \right\}$$

Чтобы воспользоваться функцией ZEROS в режиме RPN, сначала введите полиномиальное выражение, затем переменную, для которой следует найти решение, и лишь затем – саму функцию ZEROS. На иллюстрации ниже показан стек в режиме RPN до и после применения функции ZEROS к двум вышеприведенным примерам (переведите систему CAS в режим комплексных чисел).

$$3: k^5 - k^2$$

$$2: k$$

$$1: .$$

$$3: \left\{ 0 \ 1 \ \frac{-1+i\sqrt{3}}{2} \ \frac{-1-i\sqrt{3}}{2} \right\}$$

$$2: m^5 = 32$$

$$1: m$$

$$3: k^5 - k^2$$

$$2: k$$

$$1: \left\{ 0 \ 1 \ \frac{-1+i\sqrt{3}}{2} \ \frac{-1-i\sqrt{3}}{2} \right\}$$

$$3: m^5 = 32$$

$$2: m$$

$$1: \left\{ 2 \cdot \frac{i \cdot \pi}{5} \ 2 \cdot \frac{4 \cdot i \cdot \pi}{5} \ 2 \cdot \frac{6 \cdot i \cdot \pi}{5} \right\}$$

Описанные выше функции символического решения позволяют получать решения рациональных уравнений (в первую очередь полиномиальных). Если все коэффициенты решаемого уравнения – числовые, с помощью соответствующих функций калькулятора можно получить числовое решение.

Меню числового решения

В калькуляторе имеется мощная система для решения отдельных алгебраических или трансцендентальных уравнений. Чтобы получить доступ к этой системе, вызовите систему числового решения (NUM.SLV)

с помощью клавиш \leftarrow NUM.SLV . На экране появится раскрывающееся меню со следующими пунктами:



Ниже мы продемонстрируем применение пунктов 3. *Solve poly* (Решение многочленов), 5. *Solve finance* (Решение финансовых задач) и 1. *Solve equation* (Решение уравнений). В приложении 1-А в руководстве пользователя калькулятора содержатся инструкции по использованию форм ввода с примерами для функций числового решения. Пункт 6. *MSLV* (Решение нескольких уравнений) будет рассмотрен далее на стр. 6-10.

Примечания

1. Результат, полученный при решении с помощью функций NUM.SLV, помещается в стек. Это удобно в том случае, если этот результат необходимо использовать для других операций.
2. При вызове некоторых функций NUM.SLV могут быть созданы одна или несколько переменных.

Полиномиальные уравнения

Функция *Solve poly* (Решение многочленов) в решающей системе калькулятора позволяет делать следующее:

- (1) находить решения полиномиального уравнения;
- (2) получать коэффициенты многочлена с заданными корнями;
- (3) получать алгебраическое выражение для многочлена в виде функции от X .

Поиск решений полиномиального уравнения

Полиномиальным уравнением называется уравнение вида $a_n x^n + a_{n-1} x_{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 = 0$. Например, решим следующее уравнение: $3s^4 + 2s^3 - s + 1 = 0$.






Коэффициенты уравнения следует разместить в векторе: [3,2,0,-1,1].
Чтобы решить это полиномиальное уравнение с помощью
калькулятора, нажмите следующие клавиши:

 NUM.SLV   

Выбор функции Solve poly
(Решение многочленов).

  3  , 2  , 0

Ввод вектора с
коэффициентами.

 , 1   , 1  

Решение уравнения.

Решение будет показано на экране следующим образом:

```
SOLVE AN·X^N+..+A1·X+A0
Coefficients [ a0 .. a1 aN ]:
[3.,2.,0.,-1.,1.]
Roots:
[(-.432194094623,-.3...
```

Enter roots or press SOLVE
EDIT SYMB SOLVE

Нажмите клавишу ENTER , чтобы вернуться к стеку. В режиме ALG в стеке будут показаны следующие результаты (результат в режиме RPN будет таким же):



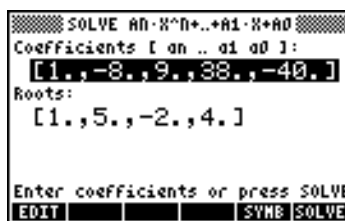
Все решения представляют собой комплексные числа: $(0.432, -0.389)$, $(0.432, 0.389)$, $(-0.766, 0.632)$, $(-0.766, -0.632)$.

Получение коэффициентов многочлена на основе его корней

Допустим, нам необходимо получить многочлен, корнями которого являются числа $[1, 5, -2, 4]$. Чтобы решить эту задачу с помощью калькулятора, нажмите следующие клавиши:

- NUM.SLV \downarrow \downarrow MATH Выбор пункта Solve poly (Решение многочленов).
- \downarrow \leftarrow I \rightarrow , 5 Ввод вектора с корнями.
- \rightarrow , 2 $+/-$ \rightarrow , 4 MATH SOLVE Определение коэффициентов.

Нажмите клавишу ENTER , чтобы вернуться к стеку. Коэффициенты будут показаны в стеке.



Нажмите клавишу \downarrow , чтобы вызвать строковый редактор и увидеть все коэффициенты.

Получение алгебраического выражения для многочлена

С помощью калькулятора можно получить алгебраическое выражение для многочлена, указав его коэффициенты или корни. Полученное выражение будет записано для стандартной переменной системы CAS – переменной X.

Рассмотрим пример получения алгебраического выражения на основе коэффициентов. Допустим, коэффициенты многочлена равны [1,5,-2,4]. Нажмите следующие клавиши:

Выбор пункта Solve poly (Решение многочленов).

Ввод вектора коэффициентов.

Получение символического выражения.

Возврат к стеку.

Полученное выражение будет показано в стеке следующим образом: 'X^3+5*X^2+2*X+4'

Теперь рассмотрим пример получения алгебраического выражения на основе корней. Допустим, корни многочлена равны [1, 3, -2, 1]. Нажмите следующие клавиши:

Выбор пункта Solve poly (Решение многочленов).

Ввод вектора корней.

Получение символического выражения.

Возврат к стеку.

Полученное выражение будет показано в стеке следующим образом:

$$'(X-1)*(X-3)*(X+2)*(X-1)'$$

Чтобы раскрыть это произведение, можно воспользоваться командой EXPAND.

В результате будет получено следующее выражение: 'X^4+3*X^3+ -3*X^2+11*X-6'.

Финансовые расчеты

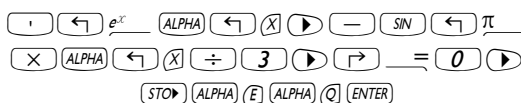
Функции из раздела 5. *Solve finance* (Решение финансовых задач) в системе числового решения (*NUM.SLV*) используются для расчетов дохода на суммы, вложенные под проценты, в инженерной экономике и других финансовых областях. Доступ к этим функциям также можно получить с помощью сочетания клавиш (клавиша).

Подробное описание расчетов этого типа см. в главе 6 руководства пользователя калькулятора.

Решение уравнений с одной неизвестной с помощью системы NUM.SLV

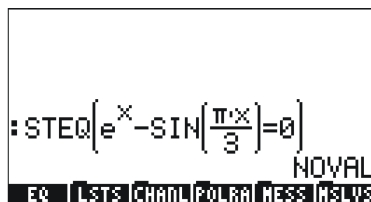
В меню калькулятора NUM.SLV имеется пункт 1. *Solve equation* (Решение уравнений), который позволяет решать различные уравнения с одной переменной, в том числе нелинейные алгебраические и трансцендентальные. В качестве примера попробуем решить уравнение $e^x - \sin(\pi x/3) = 0$.

Просто введите это выражение в качестве алгебраического объекта и сохраните его в переменной. В режиме ALG для этого необходимо нажать следующие клавиши:



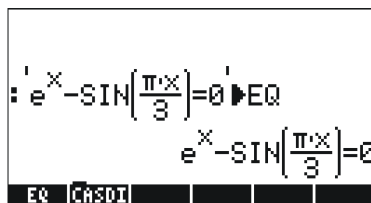
Функция STEQ

Функция STEQ сохраняет свой аргумент в переменной EQ. Например, в алгебраическом режиме:



В режиме RPN введите уравнение, заключенное в апострофы, и вызовите команду STEQ. Таким образом, функцию STEQ можно использовать для быстрого сохранения выражения в переменной EQ.

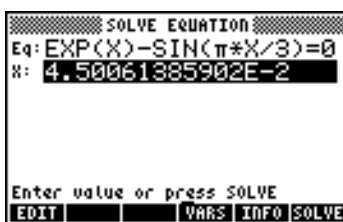
Нажмите клавишу VAR , чтобы увидеть созданную переменную EQ:



Затем вызовите решающую систему и выберите пункт *Solve equation* (Решение уравнений), нажав клавиши \rightarrow NUM.SLV $\left[\begin{smallmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{smallmatrix} \right]$. На экране появится следующее:



Уравнение, сохраненное нами в переменной EQ, уже загружено в поле Eq в форме ввода SOLVE EQUATION (Решение уравнений). Кроме того, в этой форме имеется поле x. Чтобы решить это уравнение, достаточно выделить поле с пометкой X с помощью клавиши ∇ и нажать клавишу $\left[\begin{smallmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{smallmatrix} \right]$. На экране появится решение, X: 4.5006E-2:



Впрочем, это не единственное возможное решение данного уравнения. Например, чтобы получить отрицательное решение, перед решением уравнения введите отрицательное число в поле X – нажмите клавиши $\left[\begin{smallmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{smallmatrix} \right]$ $\left[\begin{smallmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{smallmatrix} \right]$ ∇ $\left[\begin{smallmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{smallmatrix} \right]$. В результате будет получено решение X: -3.045.

Решение систем уравнений с помощью функции MSLV

Функция MSLV вызывается с помощью меню \rightarrow NUM.SLV. Запись справочной системы для функции MSLV показана ниже.




```

MSLV:
Non-polynomial multi-
variate solver
MSLV('[SIN(X)+Y,X+SIN(
Y)=1]', '[X,Y]', [0,0])
[1.82384112611' -.9681...
See: SOLVE
EXIT ECHO SEE1 SEE2 SEE3 MAIN

```

Обратите внимание на то, что для функции MSLV необходимо три аргумента:

1. Вектор с уравнениями – '[SIN(X)+Y,X+SIN(Y)=1]'
2. Вектор с переменными, для которых необходимо найти решение – '[X,Y]'
3. Вектор с начальными значениями для решения (в данном примере для X и Y заданы нулевые начальные значения).

В режиме ALG нажмите клавишу , чтобы скопировать пример в стек, и клавишу , чтобы выполнить его. Чтобы увидеть все элементы решения, необходимо вызвать строковый редактор, нажав клавишу со стрелкой вниз ():

```

: HELP
: MSLV('[SIN(X)+Y X+SIN(Y)
([SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1.] [
*[SIN(X)+Y,X+SIN(Y)=1...
[X,Y],
[1.82384112611, -.9681...
*SNIP SNIP+ *DEL DEL+ DEL L INS

```

В режиме RPN решение для этого примера можно получить следующим образом:

```

4:
3: [SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1.]
2: [X Y]
1: [0. 0.]
CASCH HELP

```

При вызове функции MSLV на экране появится следующее:

```

4:
3: [SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1.]
2: [X Y]
1: [1.82384112611 -.9681]
CASCH HELP

```

Обратите внимание на то, что во время решения в верхнем левом углу экрана отображается промежуточная информация. Поскольку

функция MSLV выдает числовое решение, информация в верхнем левом углу отражает итерационный процесс получения решения. Окончательное решение будет таким: $X = 1.8238$, $Y = -0.9681$.

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения о решении уравнений и систем уравнений см. в главах 6 и 7 руководства пользователя калькулятора.

Глава 7

Работа со списками

Списки – это особый тип объектов калькулятора, который может пригодиться при обработке данных. В этой главе приводятся примеры операций со списками. Для выполнения примеров из этой главы переведите калькулятор в режим аппроксимации (см. главу 1).

Создание и сохранение списков

Чтобы создать список в режиме ALG, нажмите клавишу фигурных скобок $\{\}$, а затем введите элементы списка, разделив их запятыми $\{ \}$. Чтобы ввести список $\{1.,2.,3.,4.\}$ и сохранить его в переменной L1, необходимо нажать следующие клавиши:

$\{\}$ $|$ $\}$ $|$ $\{$ $|$ 1 $|$ $\}$ $|$ $\{$ $|$ 2 $|$ $\}$ $|$ $\{$ $|$ 3 $|$ $\}$ $|$ $\{$ $|$ 4 $|$ $\}$
 \rightarrow STO ALPHA L $|$ ENTER

Для ввода того же списка в режиме RPN необходимо нажать следующие клавиши:

$\{\}$ $|$ $\}$ $|$ $\{$ $|$ SPC $|$ 2 $|$ SPC $|$ 3 $|$ SPC $|$ 4 $|$ $\}$ $|$ ENTER
 \rightarrow ALPHA L $|$ ENTER STO

Работа с числовыми списками

В качестве примера работы с числовыми списками введите и сохраните в указанных переменных следующие списки:

L2 = $\{-3.,2.,1.,5.\}$ L3 = $\{-6.,5.,3.,1.,0.,3.,-4.\}$

L4 = $\{3.,-2.,1.,5.,3.,2.,1.\}$

Изменение знака

Клавиша изменения знака +/- при применении к числовому списку изменяет знак всех элементов списка. Пример:

```
=L1          (1. 2. 3. 4.)
=-L1         (-1. -2. -3. -4.)
L4 | L3 | L2 | L1 |  $\text{CHSDI}$ 
```

Сложение, вычитание, умножение и деление

При умножении или делении списка на отдельное число операция применяется к каждому элементу списка, например:

```
:L-1.          L-1.
:-5.L2        {15. -10. -5. -25.}
:=L1/5.       {2. 4. 6. 8}
```

При вычитании отдельного числа из списка это число вычитается из каждого элемента списка, например:

```
:L2           {-3. 2. 1. 5.}
:L2-10.       {-13. -8. -9. -5.}
```

При сложении отдельного числа со списком результатом является список, в который добавлено это число (в данном случае число не суммируется с каждым элементом списка). Пример:

```
:L1           {1. 2. 3. 4.}
:L1+6.        {1. 2. 3. 4. 6.}
```

Вычитание, умножение и деление числовых списков одинаковой длины дает список той же длины с результатами операций над отдельными членами. Примеры:

```
:L1-L2        {4. 0. 2. -1.}
:L1.L2        {-3. 4. 3. 20.}
:L1-L2        {4. 0. 2. -1.}
:L1.L2        {-3. 4. 3. 20.}
:=L1/L2       {-.3333333333333333 1. 3. .}
```

При делении L4/L3 одним из элементов списка становится бесконечность, поскольку один из элементов списка L3 равен нулю, и калькулятор выдает сообщение об ошибке.

Примечание. Если бы элементы списков L4 и L3 были введены как целые числа, при делении на нуль выдавался бы символ бесконечности. Чтобы получить показанный ниже результат, необходимо заново ввести эти списки в виде целых чисел (без десятичных точек) в режиме Exact (Точный):

```

: L4
: L3
(-1 -2 1 5 * 2 -1)
( 2 5 3 3 4)

```

При несовпадении длины списков, участвующих в операции, выдается сообщение об ошибке Invalid Dimensions (Неверные размеры). Например, попробуйте выполнить операцию L1-L4.

Знак плюс (+) в применении к спискам действует как оператор конкатенации, соединяя два списка вместо того, чтобы почленно складывать их. Пример:

```

: L1+L2
(1. 2. 3. 4. -3. 2. 1. 5.)

```

Для почленного сложения списков одинаковой длины необходимо использовать оператор ADD. Этот оператор можно вызвать из каталога функций (CAT). На приведенной ниже иллюстрации показано применение оператора ADD для почленного сложения списков L1 и L2:

```

: L1 ADD L2
(-2. 4. 4. 9.)

```

Функции, применимые к спискам

К спискам можно применять функции, которые вводятся непосредственно с клавиатуры (ABS, e^x, LN, 10^x, LOG, SIN, x², √, COS, TAN, ASIN, ACOS, ATAN, y^x), а также функции из меню MTH/HYPERBOLIC (SINH, COSH, TANH, ASINH, ACOSH, ATANH) и меню MTH/REAL (% и т.п.). Примеры:

ABS

```

: L1
(-3. 2. 1. 5.)
: |L2|
(3. 2. 1. 5.)

```

INVERSE (1/x)

```

: INV(L1)
(1. .5 .3333333333333333 .2)

```

Списки комплексных чисел

Калькулятор позволяет создавать списки комплексных чисел – например, L1 ADD i*L2. В режиме RPN ту же самую операцию можно выполнить, введя L1 i L2 ADD *. Результат будет следующим:

```

RAD XYZ HEX C= 'X'      ALG
HOME3
: L1
                                (1 2 3 4)
: L2
                                (-3 2 1 5)
: L1 ADD i*L2
                                (1+i-3 2+i 2 3+i 4+i 5)
L1 L2 L3 L4 CAS03
    
```

К спискам комплексных чисел можно также применять такие функции, как LN, EXP, SQ и т. п.:

```

: SQ(L5)
(SQ(1.+i.-3.) SQ(2.+i.2.) )
: L5
((1.44261527445, -1.039) )
    
```

```

: L5
(e 1.+i.-3. e 2.+i.2. e 3.+i. )
: LN(L5)
(LN(1.+i.-3.) LN(2.+i.2.) )
    
```

Списки алгебраических объектов

Ниже приводятся примеры списков алгебраических объектов и результатов применения к ним функции SIN (для выполнения этих примеров необходимо выбрать режим Exact (Точный) – см. главу 1):

```

: { f' α-β' (x-y)² }
      { f α-β (x-y)² }
    
```

```

: SIN(ANS(1))
{ SIN(f) SIN(α-β) SIN((x-y)²) }
    
```

Меню MTH/LIST

В меню MTH имеется ряд функций, предназначенных специально для работы со списками. Когда для системного флага 117 выбрано значение CHOOSE boxes (Поля выбора), меню MTH/LIST отображается следующим образом:



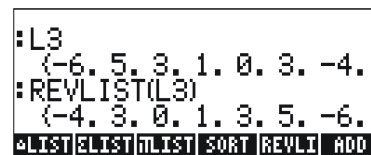
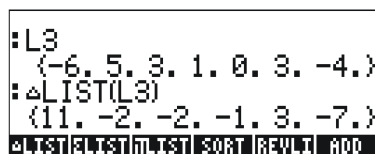
Когда для системного флага 117 выбрано значение SOFT menu (Экранные меню), меню MTH/LIST отображается следующим образом:



С помощью меню MTH/LIST можно вызывать следующие функции:

- Δ LIST: Вычисление интервалов между соседними элементами списка.
- Σ LIST: Вычисление суммы элементов списка.
- Π LIST: Вычисление произведения элементов списка.
- SORT: Сортировка элементов в порядке возрастания.
- REVLIST: Изменение порядка списка на обратный.
- ADD: Оператор для почленного сложения двух списков одинаковой длины (примеры использования данного оператора показаны выше).

Примеры применения этих функций в режиме ALG показаны ниже:



Функции SORT и REVLIST можно объединить, чтобы отсортировать список в порядке убывания:

```
:L3  
{-6. 5. 3. 1. 0. 3. -4.}  
:REVLIST(SORT(L3))  
{5. 3. 3. 1. 0. -4. -6.}
```

ΔLIST REVLIST ΠLIST SORT REVL ADD

При работе в режиме RPN следует ввести список в стек, а затем выбрать нужную операцию. Например, чтобы рассчитать интервал между соседними элементами списка L3, нажмите следующие клавиши:

$L3$ \rightarrow \leftarrow MTH \downarrow \downarrow \square \square

При этом список L3 будет помещен в стек, после чего будет выбрана операция Δ LIST из меню MTH.

Функция SEQ

Функция SEQ, которую можно вызвать из каталога команд (\rightarrow CAT), в качестве аргументов получает выражение относительно индекса, название индекса, а также начальное значение, конечное значение и значение шага, и возвращает список с результатами вычисления указанного выражения для всех возможных значений индекса. Общий вид этой функции таков:

$SEQ(\text{выражение}, \text{индекс}, \text{начало}, \text{конец}, \text{шаг})$

Пример:

```
:SEQ(n^2, n, 1, 4, 1.)  
{1. 4. 9. 16.}
```

SORT SEQ LIST

Полученный список соответствует значениям $\{1^2, 2^2, 3^2, 4^2\}$.

Функция MAP

Функция MAP, которую можно вызвать из каталога команд (\rightarrow CAT), получает в качестве аргументов список чисел и функцию $f(X)$ и выдает список, являющийся результатом применения данной функции к списку чисел. Например, следующий вызов функции MAP применяет функцию $SIN(X)$ к списку $\{1, 2, 3\}$:


```

:MAP({1 2 3},SIN(X))
(SIN(1) SIN(2) SIN(3))
CASCM HELP

```

В режиме ALG синтаксис будет таким:

$\text{[ALPHA] [ALPHA] [M] [A] [P] [ALPHA] [\leftarrow] () [\leftarrow] \{ \} [/] [\rightarrow] _ , [2] [\rightarrow] _ , [3] [\rightarrow] _ ,$
 $[\rightarrow] _ , [\text{SIN}] [\text{ALPHA}] [X] [\text{ENTER}]$

В режиме RPN синтаксис будет таким:

$[\leftarrow] \{ \} [/] [\rightarrow] _ , [2] [\rightarrow] _ , [3] [\text{ENTER}] [,] [\text{SIN}] [\text{ALPHA}] [X] [\text{ENTER}] [\text{ALPHA}]$
 $[\text{ALPHA}] [M] [A] [P] [\text{ENTER}]$

В обоих случаях команду MAP можно либо набрать с клавиатуры (как в приведенных выше примерах), либо выбрать из меню CAT.

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения, примеры и варианты применения списков см. в главе 8 руководства пользователей калькулятора.

Глава 8

Векторы

В этой главе приводятся примеры ввода и использования векторов – как математических векторов из нескольких элементов, так и физических векторов из 2 и 3 компонентов.

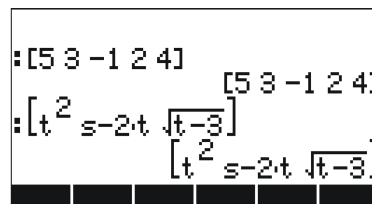
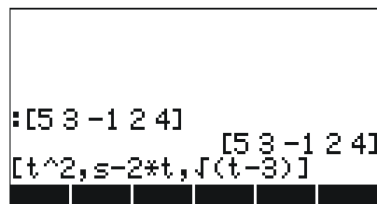
Ввод векторов

В калькуляторе векторы представляются последовательностью чисел, заключенной в квадратные скобки, и обычно вводятся как векторы-строки. Для ввода квадратных скобок в калькуляторе используется сочетание клавиш $\left[\left[\right] \right]$ (эта функция связана с клавишей $\left[\times \right]$). Ниже приводятся несколько примеров векторов в калькуляторе:

$[3.5, 2.2, -1.3, 5.6, 2.3]$	Обычный вектор-строка
$[1.5, -2.2]$	Двумерный вектор
$[3, -1, 2]$	Трехмерный вектор
$[t, t^2, \text{SIN}(t)]$	Вектор алгебраических выражений

Ввод векторов в стек

Когда калькулятор находится в режиме ALG, для ввода вектора в стек необходимо открыть квадратные скобки ($\left[\left[\right] \right]$) и ввести компоненты или элементы вектора, разделив их запятыми ($\left[\right]$,). На приведенных ниже изображениях экрана показан ввод числового, а затем алгебраического вектора. На изображении слева показан алгебраический вектор до нажатия клавиши $\left[\text{ENTER} \right]$. На изображении слева представлен вид экрана после ввода алгебраического вектора.



В режиме RPN для ввода вектора в стек необходимо открыть квадратные скобки и ввести компоненты или элементы вектора, разделив их либо запятыми ($\left[\right]$,), либо пробелами ($\left[\right]$ $\left[\text{SPC} \right]$). Обратите внимание, что в обоих режимах после нажатия клавиши

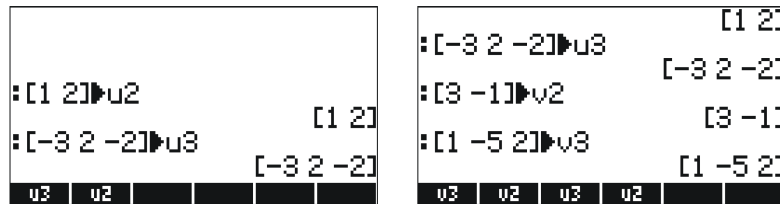
ENTER элементы вектора отображаются с разделением пробелами.

Сохранение векторов в переменных

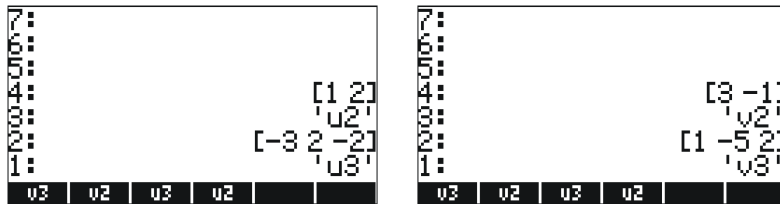
Векторы можно сохранять в переменных. На изображениях экрана ниже показаны следующие векторы:

$$\mathbf{u}_2 = [1, 2], \mathbf{u}_3 = [-3, 2, -2], \mathbf{v}_2 = [3, -1], \mathbf{v}_3 = [1, -5, 2]$$

Эти векторы сохранены в переменных **u2**, **u3**, **v2** и **v3** соответственно. В режиме ALG:



В режиме RPN (перед нажатиями на клавишу **STOP**):



Примечание. Обычно при вводе названий u_2 , v_2 и т. п. в режиме RPN апострофы (') не требуются. В данном случае они используются для того, чтобы перезаписать существующие переменные, созданные ранее в режиме ALG. Таким образом, апострофы необходимо использовать в том случае, если существующие переменные не были ранее удалены.

Ввод векторов с помощью редактора матриц (MTRW)

Вектора можно вводить и с помощью редактора матриц, который вызывается с помощью клавиш **←** **MTRW** (третья клавиша в четвертом ряду клавиатуры). Эта команда вызывает на экран табличную сетку, соответствующую столбцам и строкам матрицы (подробно о вводе матриц с помощью редактора матриц рассказано в главе 9). При вводе вектора заполняется только верхняя строка. По умолчанию

калькулятор выбирает верхнюю строку и первый столбец. Под табличной сеткой отображаются следующие клавиши экранного меню:

Клавиша служит для редактирования содержимого выбранной ячейки в редакторе матриц.

При выборе клавиши создается вектор вместо матрицы из одной строки и нескольких столбцов.

Клавиша служит для уменьшения ширины столбцов в табличной сетке. Нажмите эту клавишу несколько раз, чтобы увидеть уменьшение столбцов в редакторе матриц.

Клавиша служит для увеличения ширины столбцов в табличной сетке. Нажмите эту клавишу несколько раз, чтобы увидеть увеличение столбцов в редакторе матриц.

Нажав на клавишу , можно включить режим автоматического выбора следующей ячейки справа от текущей при нажатии на клавишу **ENTER**. Этот режим включен по умолчанию. При необходимости этот режим следует выбрать перед началом ввода элементов.

Нажав на клавишу , можно включить режим автоматического выбора следующей ячейки снизу от текущей при нажатии на клавишу **ENTER**. При необходимости этот режим следует выбрать перед началом ввода элементов.


Перемещение вправо и перемещение вниз в редакторе матриц


Вызовите редактор матриц и введите **3** **ENTER** **5** **ENTER** **2** **ENTER** **ENTER** с выбранной клавишей (режим по умолчанию). Затем выберите клавишу и введите ту же последовательность чисел, чтобы увидеть разницу. В первом случае вводится вектор из трех элементов, во втором – матрица из трех строк и одного столбца.

Снова вызовите редактор матриц с помощью клавиши и нажмите клавишу **NXT**, чтобы увидеть вторую часть экранного меню внизу экрана. Там будут присутствовать следующие обозначения:


Клавиша добавляет строку, заполненную нулями, в том месте, которое соответствует выбранной ячейке табличной сетки.



Клавиша  удаляет строку, соответствующую выбранной ячейке табличной сетки.


Клавиша  добавляет столбец, заполненный нулями, в том месте, которое соответствует выбранной ячейке табличной сетки.

Клавиша  удаляет столбец, соответствующий выбранной ячейке табличной сетки.




Клавиша  помещает содержимое выбранной ячейки в стек.

После нажатия на клавишу  калькулятор предлагает пользователю указать строку и столбец, в которые необходимо установить курсор.


























Если нажать на клавишу  еще раз, на экране появится оставшаяся часть меню, в которой содержится только функция  (удаление).




Функция  удаляет содержимое выбранной ячейки, заменяя его на ноль.

Чтобы увидеть действие этих клавиш, выполните следующий пример:

(1) Вызовите редактор матриц с помощью клавиш . Убедитесь, что клавиши  и  выбраны.


(2) Введите следующее:



     
      
     
     



(3) Переместите курсор на две строки вверх, нажав  . Затем нажмите клавишу . Вторая строка исчезнет.

(4) Нажмите клавишу . На месте второй строки появится строка, заполненная нулями.

(5) Нажмите клавишу . Первый столбец исчезнет.

(6) Нажмите клавишу . На месте первого столбца появится столбец с двумя нулями.

(7) Нажмите клавиши       для перехода к ячейке (3,3).

(8) Нажмите клавишу . Содержимое ячейки (3,3) будет помещено в стек, хотя этого пока что будет не видно. Нажмите клавишу , чтобы вернуться к обычному экрану. В стеке будет отображаться число 9, т. е. содержимое ячейки (3,3), и вся

матрица целиком.

Простые операции с векторами

Чтобы продемонстрировать операции с векторами, мы будем использовать векторы u_2 , u_3 , v_2 и v_3 , сохраненные в предыдущем примере. Кроме того, для выполнения приведенных ниже примеров следует сохранить вектор $A=[-1,-2,-3,-4,-5]$.

Перемена знака

Чтобы изменить знак вектора, воспользуйтесь клавишей `+/-`, например:

```
:-[2 3 5]
:-v3      [-2 -3 -5]
:-A       [-1 5 -2]
          [1 2 3 4 5]
A | u3 | v2 | u3 | v2
```

Сложение и вычитание

Сложение и вычитание векторов можно производить в том случае, если оба вектора-операнда имеют одинаковую длину.

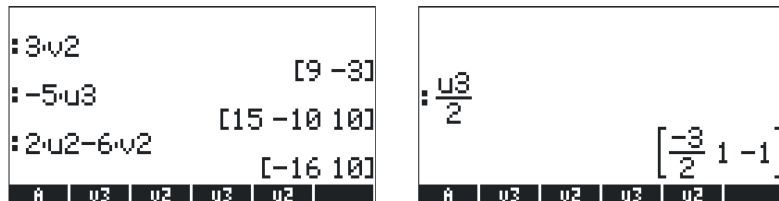
```
:u2+v2      [4 1]
:u3+v3      [-2 -3 0]
:A+A        [-2 -4 -6 -8 -10]
A | u3 | v2 | u3 | v2
```

При попытке сложения или вычитания векторов разной длины выдается сообщение об ошибке:

```
:v2+v3
"Invalid Dimension"
:u3+u2
"Invalid Dimension"
:A+v3
"Invalid Dimension"
A | u3 | v2 | u3 | v2
```

Умножение и деление на скалярную величину

Операции умножения на скалярную величину и деления на скалярную величину выполняются очевидным образом:



Функция абсолютного значения

Функция абсолютного значения (ABS) при применении к вектору выдает модуль вектора. Например, результаты функций $ABS([1, -2, 6])$, $ABS(A)$, $ABS(u_3)$ будут выданы на экран следующим образом:



Меню MTH/VECTOR

В меню MTH (\leftarrow MTH) имеется подменю с функциями, специально предназначенными для работы с векторными объектами:



Меню VECTOR (Вектор) включает в себя следующие функции (показан вид экрана в том случае, когда для системного флага 117 выбрано значение CHOOSE boxes (Поля выбора)):

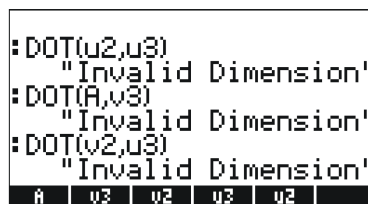
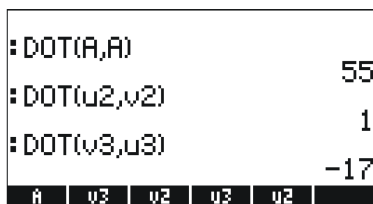


Модуль вектора

Модуль вектора, как уже говорилось ранее, можно определить с помощью функции ABS. Эту функцию можно вызывать не только через меню, но и с клавиатуры (\leftarrow ABS). Примеры использования функции ABS были приведены выше.

Скалярное произведение

Функция DOT (пункт 2 в приведенном выше поле выбора) используется для расчета скалярного произведения двух векторов одинаковой длины. Ниже показано несколько примеров применения функции DOT к сохраненным ранее векторам A, u2, u3, v2 и v3 в режиме ALG. При попытке вычислить скалярное произведение двух векторов разной длины выдается сообщение об ошибке:



Векторное произведение

Функция CROSS (пункт 3 в меню MTH/VECTOR) используется для расчета векторного произведения двух двумерных векторов, двух трехмерных векторов или одного двумерного и одного трехмерного векторов. При расчете векторного произведения двумерный вектор вида $[A_x, A_y]$, рассматривается как трехмерный вектор $[A_x, A_y, 0]$. Ниже показаны примеры для двух двумерных и двух трехмерных векторов в режиме ALG. Обратите внимание на то, что результатом векторного произведения двух двумерных векторов будет вектор, направленный строго по оси z, то есть вектор вида $[0, 0, C_z]$:

```

: CROSS(u2,v2)          [0 0 -7]
: CROSS(u2,[2 -3])     [0 0 -7]
: CROSS([1.5 -2],v2)    [0 0 4.5]
: CROSS(u3,v3)          [-6 4 13]
: CROSS(u3,u3)          [0 0 0]
: CROSS([1 3 -5],[1 2 3]) [19 -8 -1]

```

Ниже приводятся примеры векторного произведения для трехмерного и двумерного векторов.

```

: CROSS(u3,v2)          [-2 -6 -3]
: CROSS(v2,v3)          [-2 -6 -14]
: CROSS([1 2 3],[5 -6]) [18 15 -16]

```

При попытке вычислить векторное произведение для векторов, длина которых не равна 2 или 3, выдается сообщение об ошибке:

```

: CROSS(v3,A)
  "Invalid Dimension"
: CROSS([1 2 3 4],v3)
  "Invalid Dimension"
: CROSS(A,v2)
  "Invalid Dimension"

```

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения об операциях с векторами, в том числе об их применении в физике, см. в главе 9 руководства пользователя калькулятора.

Глава 9

Матрицы и линейная алгебра

В этой главе приводятся примеры создания матриц и операций с матрицами, в том числе в области линейной алгебры.


Ввод матриц в стек

В данном разделе представлены два различных метода ввода матриц в стек калькулятора: с помощью редактора матриц и путем ввода матрицы непосредственно в стек.

Использование редактора матриц

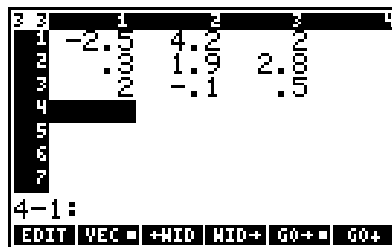
Матрицы, как и векторы (см. главу 8), можно вводить в стек с помощью редактора матриц. В качестве примера попробуем ввести следующую матрицу:

$$\begin{bmatrix} -2.5 & 4.2 & 2.0 \\ 0.3 & 1.9 & 2.8 \\ 2 & -0.1 & 0.5 \end{bmatrix},$$

Вызовите редактор матриц с помощью клавиш \leftarrow *MTRW*. Убедитесь в том, что пункт  выбран. Нажмите следующие клавиши:

$\boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{+/-} \boxed{ENTER} \boxed{4} \boxed{\cdot} \boxed{2} \boxed{ENTER} \boxed{2} \boxed{ENTER} \boxed{\nabla} \boxed{\leftarrow} \boxed{\leftarrow} \boxed{\leftarrow}$
 $\boxed{\cdot} \boxed{3} \boxed{ENTER} \boxed{/} \boxed{\cdot} \boxed{9} \boxed{ENTER} \boxed{2} \boxed{\cdot} \boxed{8} \boxed{ENTER}$
 $\boxed{2} \boxed{ENTER} \boxed{\cdot} \boxed{/} \boxed{+/-} \boxed{ENTER} \boxed{\cdot} \boxed{5} \boxed{ENTER}$

После этого экран редактора матриц будет выглядеть следующим образом:



Нажмите клавишу \boxed{ENTER} еще раз, чтобы поместить матрицу в стек. Ниже показан виде стека в режиме ALG до и после следующего нажатия на клавишу \boxed{ENTER} .

Операции с матрицами

Матрицы, как и другие математические объекты, можно складывать и вычитать. Матрицы можно умножать на скалярную величину или друг на друга, а также возводить в действительную степень. Важная операция для линейной алгебры – обращение матрицы. Более подробно об этих операциях рассказано ниже.

Чтобы продемонстрировать данные операции, создадим несколько матриц и сохраним их в указанных ниже переменных. На иллюстрации показаны матрицы A22, B22, A23, B23, A33 и B33 (матрицы, полученные с помощью датчика случайных чисел на калькуляторе, могут быть и другими):

<pre>:RANM((2 2))>A22 [-8 0] [0 2] :RANM((2 2))>B22 [7 -8] [-8 8]</pre>	<pre>:RANM((2 3))>A23 [7 -8] [-8 8] :RANM((2 3))>B23 [8 6 5] [-2 4 5] [0 4 -4] [6 -6 -8]</pre>
<pre>:RANM((3 2))>A32 [-6 -6] [9 7] [-5 0] :RANM((3 2))>B32 [0 3] [5 -6] [-4 -3]</pre>	<pre>:RANM((3 3))>A33 [-8 -3 4] [7 8 6] [5 -1 4] :RANM((3 3))>B33 [-4 1 7] [-4 -5 7] [-7 6 2]</pre>

В режиме RPN необходимо выполнить следующие действия:

```
(2,2) (ENTER) RANM 'A22' (ENTER) (STO) (2,2) (ENTER) RANM 'B22' (ENTER) (STO)
(2,3) (ENTER) RANM 'A23' (ENTER) (STO) (2,3) (ENTER) RANM 'B23' (ENTER) (STO)
(3,2) (ENTER) RANM 'A32' (ENTER) (STO) (3,2) (ENTER) RANM 'B32' (ENTER) (STO)
(3,3) (ENTER) RANM 'A33' (ENTER) (STO) (3,3) (ENTER) RANM 'B33' (ENTER) (STO)
```

Сложение и вычитание

В четырех приведенных ниже примерах используются матрицы, сохраненные ранее (режим ALG).

```
:A22+B22          [-1 -8]
                  [-8 10]
:A22-B22          [-15 8]
                  [ 8 -6]
B22 | A22 |
```

```
:A23+B23          [ 8 10 1]
                  [ 4 -2 -3]
:A23-B23          [ 8 2 9]
                  [-8 10 13]
B33 | A33 | B32 | A32 | B23 | A23 |
```

В режиме RPN попробуйте выполнить следующие восемь примеров:

```
A22 (ENTER) B22 (ENTER) (+)      A22 (ENTER) B22 (ENTER) (-)
A23 (ENTER) B23 (ENTER) (+)      A23 (ENTER) B23 (ENTER) (-)
A32 (ENTER) B32 (ENTER) (+)      A32 (ENTER) B32 (ENTER) (-)
A33 (ENTER) B33 (ENTER) (+)      A33 (ENTER) B33 (ENTER) (-)
```

Умножение

С матрицами можно выполнять различные операции умножения, о которых рассказано ниже. Примеры приводятся для алгебраического режима.

Умножение на скалярную величину

Ниже показано несколько примеров умножения матрицы на скалярную величину.

```
:5*A32          [-30 -30]
                  [ 45  35]
                  [-25  0]
:-2*B33          [ 32 -8 -56]
                  [ 32 40 -56]
                  [ 56 -48 -16]
B33 | A33 | B32 | A32 | B23 | A23 |
```

```
*          [ 32 40 -56]
           [ 56 -48 -16]
:-B23          [ 0 -4 4]
              [-6 6 8]
:1.25*A22          [-10.  0]
                  [ 0  2.5]
B22 | A22 |
```

Умножение матрицы на вектор

Умножение матрицы на вектор возможно лишь в том случае, если количество столбцов матрицы совпадает с длиной вектора. Ниже показано несколько примеров умножения матрицы на вектор.

<pre>:ANS(1)>C1 2 -3] [-4 1 7] [-4 -5 7] [-7 6 2] C-23 -35 -13 B33 A33 B32 A32 B23 A23</pre>	<pre>:B32 [0 3] [5 -6] [-4 -3] :ANS(1)>C1 -2] C-6 17 23 B33 A33 B32 A32 B23 A23</pre>
---	--

С другой стороны, операция умножения вектора на матрицу не определена. Впрочем, подобное умножение можно осуществить как особый случай умножения двух матриц – об этом рассказано ниже.

Умножение матриц

Умножение матриц определяется формулой $C_{m \times n} = A_{m \times p} \cdot B_{p \times n}$. Обратите внимание на то, что умножение матриц возможно лишь в том случае, если количество столбцов в первом операнде равно количеству строк во втором. Общий член в произведении, c_{ij} , определяется следующим образом:

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^p a_{ik} \cdot b_{kj}, \text{ для } i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n.$$

Операция умножения матриц не коммутативна, т. е. в общем случае $A \cdot B \neq B \cdot A$. Более того, один из вариантов умножения может даже не существовать. На приведенных ниже изображениях экрана показаны результаты умножения матриц, сохраненных ранее.

<pre>:A33*B33 [16 31 -63] [-102 3 117] [-44 34 36] :B33*A33 [74 13 18] [32 -35 -18] [108 67 16] B33 A33 B32 A32 B23 A23</pre>	<pre>:A22*B22 [-56 64] [-16 16] :B22*A22 [-56 -16] [64 16] B22 A22</pre>
--	---

Почленное умножение

Почленное умножение двух матриц осуществляется с помощью функции HADAMARD. Результатом, как и следует ожидать, является еще одна матрица тех же размеров. Данную функцию можно вызывать через каталог функций (\rightarrow CAT) или через меню MATRICES/OPERATIONS (\leftarrow MATRICES). Примеры использования функции HADAMARD показаны ниже:

```
:HADAMARD(A33,B33)
[ 32 -3 28 ]
[-28 -40 42 ]
[-35 -6 8 ]

:HADAMARD(A22,B22)
[-56 0 ]
[ 0 16 ]

B22 A22

:HADAMARD(B32,A32)
[ 0 -18 ]
[ 45 -42 ]
[ 20 0 ]

:HADAMARD(B23,A23)
[ 0 24 -20 ]
[-12 -24 -40 ]

B33 A33 B32 A32 B23 A23
```

Возведение матрицы в действительную степень

Матрицу можно возвести в любую степень, которая является целым числом или действительным числом без дробной части. В приведенном ниже примере показан результат возведения ранее созданной матрицы B22 в пятую степень:

```
:B22
[ 7 -8 ]
[-8 8 ]

:B22^5
[ 421543 -448712 ]
[-448712 477632 ]

EDIT VIEW RCL STOP PURGE/CLEAR
```

Для того чтобы возвести матрицу в степень, необязательно сохранять матрицу как переменную:

```
: [ 1 2 ]^4
[ 3 4 ]
[ 199 290 ]
[ 435 634 ]

EDIT VIEW RCL STOP PURGE/CLEAR
```

В алгебраическом режиме для возведения в степень необходимо нажать следующие клавиши: [ввод или выбор матрицы] γ^x [ввод степени] ENTER .

В режиме RPN необходимо нажать следующие клавиши: [ввод или выбор матрицы] SPC [ввод степени] γ^x ENTER .

Единичная матрица

Единичная матрица обладает следующим свойством: $\mathbf{A} \cdot \mathbf{I} = \mathbf{I} \cdot \mathbf{A} = \mathbf{A}$. Чтобы проверить это свойство, выполним следующие примеры с сохраненными ранее матрицами. Единичную матрицу можно создать с помощью функции IDN (она вызывается из меню MTH/MATRIX/MAKE):

Calculator screen showing the matrix A22 and the result of the operation A22 * IDN(A22). The matrix A22 is $\begin{bmatrix} -8 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$. The result of A22 * IDN(A22) is also $\begin{bmatrix} -8 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$. The status bar shows B22, A22.

Calculator screen showing the result of the operation IDN(A22) * A22. The result is $\begin{bmatrix} -8 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$. The status bar shows B22, A22.

Обратная матрица

Обратной матрице для квадратной матрицы \mathbf{A} будет матрица \mathbf{A}^{-1} со следующими свойствами: $\mathbf{A} \cdot \mathbf{A}^{-1} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{A} = \mathbf{I}$, где \mathbf{I} – единичная матрица тех же размеров, что и \mathbf{A} . Обратную матрицу можно получить в калькуляторе с помощью функции обращения INV (она вызывается с помощью клавиши $\frac{1}{x}$). Ниже представлены примеры обращения некоторых матриц, сохраненных ранее.

Calculator screen showing the result of the operation INV(A22). The inverse of A22 is $\begin{bmatrix} -\frac{1}{8} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$. The status bar shows B22, A22.

Calculator screen showing the result of the operation INV(B22). The inverse of B22 is $\begin{bmatrix} -1 & -1 \\ -1 & -\frac{7}{8} \end{bmatrix}$. The status bar shows B22, A22.

Чтобы проверить свойства обратных матриц, выполним следующие операции умножения:

Calculator screen showing the result of the operation A33 * INV(A33) and INV(B33) * B33. Both results are the identity matrix $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$. The status bar shows B33, A33, B32, A32, B23, A23.

Calculator screen showing the result of the operation B22 * INV(B22) and A22 * INV(A22). Both results are the identity matrix $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$. The status bar shows B22, A22.

Характеризация матрицы (меню NORM для матриц)

Меню NORM (Нормализация) для матриц вызывается с помощью клавиш \leftarrow *MTH*. Это меню подробно описано в главе 10 руководства пользователя калькулятора. О некоторых функциях этого меню рассказано ниже.

Функция DET

Функция DET вычисляет определитель квадратной матрицы. Примеры:

: DET(B33)	-246
: DET(A33)	-498
B23 A23 B22 A22	

: DET(B22)	-8
: DET(A22)	-16
B23 A23 B22 A22	

Функция TRACE

Функция TRACE вычисляет след квадратной матрицы, который определяется как сумма элементов ее главной диагонали, или:

$$tr(A) = \sum_{i=1}^n a_{ii}$$

Примеры:

: TRACE(A22)	-6
: TRACE(B22)	15
B23 A23 B22 A22	

: TRACE(A33)	4
: TRACE(B33)	-7
A X B33 A33 B22 A22	

Решение систем линейных уравнений

Систему из n линейных уравнений с m переменными можно записать следующим образом:

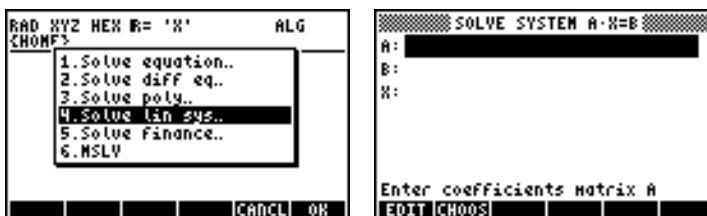
$$\begin{aligned} a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_3 + \dots + a_{1,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{1,m} \cdot x_m &= b_1, \\ a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + a_{23} \cdot x_3 + \dots + a_{2,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{2,m} \cdot x_m &= b_2, \\ a_{31} \cdot x_1 + a_{32} \cdot x_2 + a_{33} \cdot x_3 + \dots + a_{3,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{3,m} \cdot x_m &= b_3, \\ \dots &\dots \\ a_{n-1,1} \cdot x_1 + a_{n-1,2} \cdot x_2 + a_{n-1,3} \cdot x_3 + \dots + a_{n-1,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{n-1,m} \cdot x_m &= b_{n-1}, \\ a_{n1} \cdot x_1 + a_{n2} \cdot x_2 + a_{n3} \cdot x_3 + \dots + a_{n,m-1} \cdot x_{m-1} + a_{n,m} \cdot x_m &= b_n. \end{aligned}$$

Эту систему линейных уравнений можно записать в виде матричного уравнения $\mathbf{A}_{n \times m} \cdot \mathbf{x}_{m \times 1} = \mathbf{b}_{n \times 1}$, если определить следующие матрицы и векторы:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix}_{n \times m}, \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix}_{m \times 1}, \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}_{n \times 1}$$

Применение функции числового решения для систем линейных уравнений

Калькулятор поддерживает несколько способов решения системы линейных уравнений. Один из возможных вариантов – применение функции числового решения $\left[\rightarrow \right] \text{NUM.SLV}$. На экране системы числового решения (см. левую часть приведенной ниже иллюстрации) выберите пункт 4. *Solve lin sys* (Решение системы линейных уравнений) и нажмите клавишу $\left[\text{OK} \right]$. На экране появится следующая форма ввода (правая часть иллюстрации):



Чтобы решить систему линейных уравнений $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{b}$, введите матрицу \mathbf{A} в формате $[[a_{11}, a_{12}, \dots], \dots [\dots]]$ в поле A. Кроме того, введите вектор \mathbf{b} в поле B. Выделите поле X и нажмите клавишу $\left[\begin{smallmatrix} \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \end{smallmatrix} \right]$. Если для системы имеется решение, вектор решения \mathbf{x} будет показан в поле X. Кроме того, решение будет скопировано на уровень стека 1. Ниже приводится несколько примеров.

Система линейных уравнений

$$2x_1 + 3x_2 - 5x_3 = 13,$$

$$x_1 - 3x_2 + 8x_3 = -13,$$

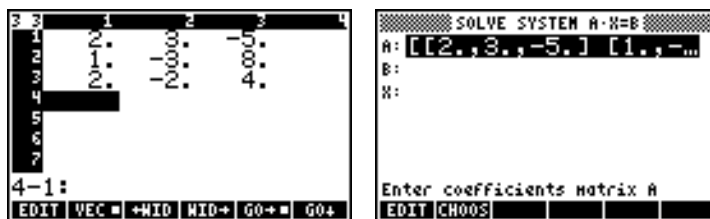
$$2x_1 - 2x_2 + 4x_3 = -6,$$

может быть записана в виде матричного уравнения $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{b}$, если

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 3 & -5 \\ 1 & -3 & 8 \\ 2 & -2 & 4 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}, \quad \text{и} \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} 13 \\ -13 \\ -6 \end{bmatrix}.$$

В этой системе количество уравнений совпадает с количеством неизвестных – такая система называется квадратной. В общем случае для этой системы должно существовать единственное решение. Это решение будет соответствовать точке пересечения трех плоскостей в координатной системе (x_1, x_2, x_3) , представленной тремя уравнениями.

Чтобы ввести матрицу \mathbf{A} , после выбора поля A можно вызвать редактор матриц. На приведенной ниже иллюстрации показан ввод матрицы \mathbf{A} в редакторе матриц, а также форма ввода для функции числового решения после ввода матрицы \mathbf{A} (нажмите клавишу $\left[\text{ENTER} \right]$ в редакторе матриц):



Нажмите клавишу $\left[\nabla \right]$, чтобы выбрать поле B. Вектор \mathbf{b} можно ввести в виде вектора-строки с одной парой квадратных скобок, т. е. $[13, -13, -6] \left[\begin{smallmatrix} \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \\ \square & \square & \square \end{smallmatrix} \right]$.

После ввода матрицы A и вектора b при выделенном поле X можно нажать клавишу **SOLVE**, чтобы попытаться решить данную систему уравнений:

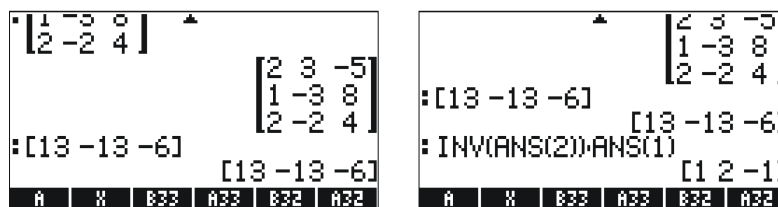


Найденное решение показано ниже.



Решение с обратной матрицей

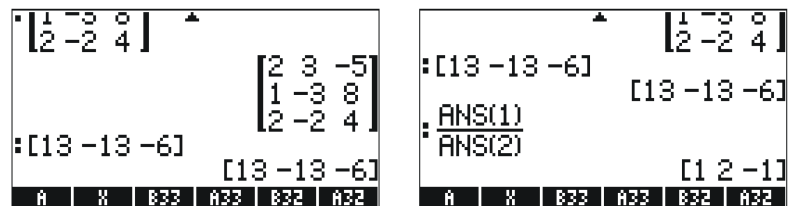
Решение системы $A \cdot x = b$, где A – квадратная матрица, будет следующим: $x = A^{-1} \cdot b$. Для предыдущего примера решение можно найти с помощью калькулятора следующим образом (сначала нужно снова ввести матрицу A и вектор b):



Решение путем «деления» матриц

Хотя оператор деления для матриц не определен, клавишу калькулятора \div можно использовать для того, чтобы «разделить» вектор b на матрицу A и найти решение для x в матричном уравнении $A \cdot x = b$. Процедура деления b на A для вышеприведенного примера показана ниже.

Данная процедура иллюстрируется следующими изображениями экрана (снова введите матрицу **A** и вектор **b**):



Дополнительные сведения

Дополнительные сведения о создании матриц, операциях с матрицами и применении матриц в линейной алгебре см. в главах 10 и 11 руководства пользователя калькулятора.

Глава 10

Графики

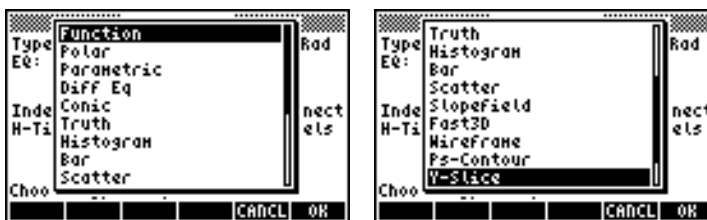
В этой главе будут продемонстрированы некоторые графические функции калькулятора. Мы продемонстрируем построение графиков функций в декартовых и полярных координатах, параметрические графики, конические графики, гистограммы, диаграммы рассеяния и быстрое построение трехмерных графиков.

Функции построения графиков

Чтобы вызвать список разновидностей графиков, поддерживаемых калькулятором, нажмите клавиши \leftarrow 2D/3D ($F4$). Обратите внимание на то, что в режиме RPN для вызова графических функций эти две клавиши необходимо нажать одновременно. После вызова графической функции 2D/3D на экране калькулятора появится форма ввода PLOT SETUP (Настройки графика), в которой имеется показанное ниже поле TYPE (Тип).



Скорее всего, в поле TYPE будет выбрано значение *Function* (Функция). Этот тип графика используется в калькуляторе по умолчанию. Чтобы увидеть список поддерживаемых типов графика, нажмите клавишу экранного меню $\left[\text{MENU} \right]$. На экране появится раскрывающееся меню с показанными ниже пунктами (чтобы увидеть все пункты, воспользуйтесь клавишами со стрелками вверх и вниз).



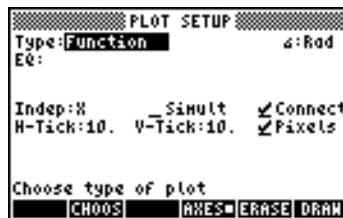


Построение графика для выражения вида $y = f(x)$

В качестве примера построим график следующей функции:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$$

- Вызовите форму ввода PLOT SETUP (Настройки графика), нажав клавиши \leftarrow $2D/3D$. Убедитесь, что в поле TYPE выбрано значение Function, а в качестве независимой переменной (INDEP) выбрана переменная 'X'. Нажмите клавиши \rightarrow [GRID] , чтобы вернуться к обычному экрану калькулятора. Окно PLOT SETUP должно выглядеть примерно следующим образом:



- Вызовите функцию PLOT (График), нажав клавиши \leftarrow $Y=$ (в режиме RPN эти клавиши следует нажимать одновременно). Нажмите клавишу [EDIT] , чтобы вызвать редактор формул. Калькулятор предложит ввести правую часть формулы $Y1(x) = \blacksquare$. Введите функцию, график которой необходимо построить – экран редактора формул должен выглядеть следующим образом:

$$Y1(X) = \frac{e^{-\frac{X^2}{2}}}{\sqrt{2\pi}}$$

EDIT CURS BIG ▣ EVAL FACTO SIMP

- Нажмите клавишу **ENTER**, чтобы вернуться к окну построения графика функции. Выражение 'Y1(X) = EXP(-X^2/2)/√(2*π)' будет выделено. Нажмите клавиши **NXT** **▣**, чтобы вернуться к обычному экрану калькулятора.
- Вызовите функцию PLOT WINDOW (Окно графиков), нажав клавиши **◀** **WIN** (в режиме RPN эти клавиши следует нажимать одновременно). Задайте диапазон от -4 до 4 для горизонтальной оси (поле H-VIEW), а затем нажмите клавишу **▣**, чтобы автоматически определить диапазон для вертикальной оси (V-VIEW). Окно PLOT WINDOW должно выглядеть следующим образом:

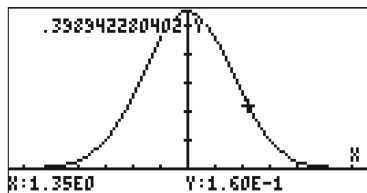
```

PLOT WINDOW - FUNCTION
H-View: -4          4
V-View: -5.96274   .3989422
Indep Low: Default High: Default
Step: Default     _Pixels

Enter minimum horizontal value
EDIT AUTO ERASE DRAW

```

- Запустите построение графика: **▣** **▣** (подождите, пока калькулятор закончит построение графика).
- Чтобы увидеть обозначения, нажмите клавиши **▣** **NXT** **▣** **▣**.
- Чтобы вернуться к первому меню построения графиков, нажмите клавиши **NXT** **NXT** **▣**.
- Для перехода в режим трассировки графика нажмите клавиши **▣** **▣**. Затем воспользуйтесь клавишами со стрелками влево и вправо (**◀** **▶**) для перемещения по графику. Координаты текущей точки будут отображаться в нижней части экрана. Проверьте, совпадают ли следующие значения: x = 1.05, y = 0.0231; x = -1.48, y = 0.134. Ниже показан график в режиме трассировки.



- Чтобы снова вызвать на экран меню и вернуться к окну PLOT WINDOW, нажмите клавиши NXT TABLE . Нажмите клавиши NXT TABLE для возврата к обычному экрану.














Создание таблицы значений для функции



С помощью сочетаний клавиш TABLESET (F5) и TABLE (F6), которые следует нажимать одновременно в режиме RPN, можно создавать таблицу значений функции. В качестве примера создадим таблицу значений для функции $Y(X) = X / (X+10)$ в диапазоне $-5 < X < 5$. Для этого необходимо сделать следующее:

- Вычислим значения заданной выше функции $f(x)$ для значений x в диапазоне от -5 до 5 с шагом 0.5 . Сначала необходимо убедиться, что на экране PLOT SETUP (2D/3D – в режиме RPN нажимайте эти клавиши одновременно) выбран тип графика **FUNCTION**. Поле *Type* должно быть выделено. Если в этом поле не указано значение **FUNCTION**, нажмите клавишу TABLE и выберите пункт **FUNCTION**, а затем нажмите клавишу TABLE .
- После этого нажмите клавишу EQ , чтобы выделить поле EQ, и введите выражение функции: ' $X/(X+10)$ '. Нажмите клавишу ENTER .
- Чтобы подтвердить изменения, сделанные на экране PLOT SETUP, нажмите клавиши NXT TABLE . Калькулятор вернется к обычному экрану.
- После этого необходимо вызвать экран Table Set-up (Настройки таблицы), нажав клавиши TABLESET (т. е. клавишу экранного меню F5) – в режиме RPN эти клавиши нажимают одновременно. На появившемся экране можно будет выбрать начальное значение (*Start*) и шаг (*Step*). Нажмите следующие клавиши: 5 +/- TABLE 0 . 5 TABLE 0 . 5 TABLE (т. е. значение Zoom factor (Коэффициент масштабирования) будет равно 0.5). В случае необходимости установите флажок *Small Font* (Мелкий шрифт) с помощью клавиши экранного меню TABLE . Затем нажмите клавишу TABLE . Калькулятор вернется к обычному экрану.
- Чтобы увидеть таблицу, нажмите клавиши TABLE (т. е. клавишу экранного меню F6) – в режиме RPN эти клавиши нажимают одновременно. На экране появится таблица со значениями

$x = -5, -4.5, \dots$ и соответствующая таблица значений $f(x)$, которые по умолчанию имеют пометку Y1. Для перемещения по таблице можно использовать клавиши со стрелками вверх и вниз. Обратите внимание, что указывать конечное значение для независимой переменной x не пришлось. Таким образом, данная таблица будет продолжаться и после названного ранее максимального значения $x = 5$.









При просмотре таблицы можно использовать клавиши экранного меню ,  и .

- При нажатии клавиши  появляется определение независимой переменной.
- Клавиша  позволяет переключаться между мелким и крупным шрифтом. (Попробуйте.)
- При нажатии клавиши  появляется меню с пунктами *In* (Чаще), *Out* (Реже), *Decimal* (Десятые), *Integer* (Целые) и *Trig* (Тригонометрические). Попробуйте выполнить следующие примеры:
 - Убедитесь, что пункт *In* (Чаще) выделен, и нажмите клавишу . Таблица будет расширена таким образом, что шаг переменной x будет составлять 0.25 вместо 0.5. В этом случае калькулятор умножает первоначальный шаг, 0.5, на коэффициент масштабирования, 0.5, чтобы получить новое значение шага, 0.25. Таким образом, функция *увеличения масштаба* может пригодиться для того, чтобы увеличить разрешение значений переменной x в таблице.
 - Чтобы еще раз увеличить разрешение, умножив его на 0.5, нажмите клавишу , снова выберите пункт *In* и нажмите клавишу . После этого шаг переменной x станет равен 0.125.
 - Чтобы восстановить предыдущее значение шага переменной x , нажмите клавиши   , чтобы выбрать пункт *Un-zoom* (Уменьшить масштаб). Шаг переменной x станет равен 0.25.
 - Чтобы вернуться к первоначальному шагу переменной x (0.5), можно снова применить функцию *Un-zoom* или выбрать пункт *Zoom out* (Восстановить масштаб), нажав клавиши   .
- Пункт *Decimal* (Десятые) в меню  задает шаг переменной x , равный 0.10.

- Пункт Integer (Целые) в меню  задает шаг переменной x , равный 1.
- Пункт Trig (Тригонометрические) задает шаг, равный долям π – это удобно при создании таблиц тригонометрических функций.
- Чтобы вернуться к обычному экрану калькулятора, нажмите клавишу .

Быстрое построение трехмерных графиков

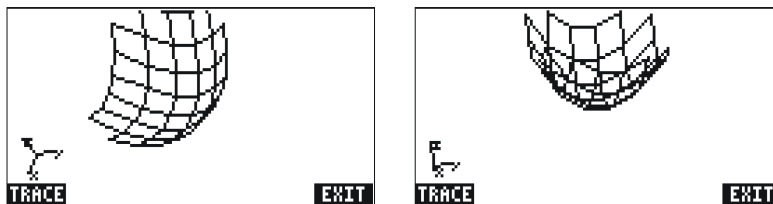
Функцию быстрого построения трехмерных графиков можно использовать для визуализации трехмерных поверхностей, представленных выражениями вида $z = f(x, y)$. Например, чтобы визуализировать поверхность $z = f(x, y) = x^2 + y^2$, можно сделать следующее:

- Нажмите клавиши  (в режиме RPN – одновременно), чтобы вызвать экран PLOT SETUP (Настройки графика).
- Выберите в поле TYPE значение Fast3D. (Нажмите клавишу , перейдите к пункту Fast3D, нажмите клавишу .
- Нажмите клавишу  и введите 'X^2+Y^2' .
- Убедитесь, что в поле независимой переменной (Indep) выбрана переменная 'X', а в поле зависимой переменной (Depnd) – переменная 'Y'.
- Нажмите клавиши  , чтобы вернуться к обычному экрану калькулятора.
- Нажмите клавиши  (в режиме RPN – одновременно), чтобы вызвать экран PLOT WINDOW (Окно графиков).
- Сохраните настройки графиков, заданные на этом экране по умолчанию:

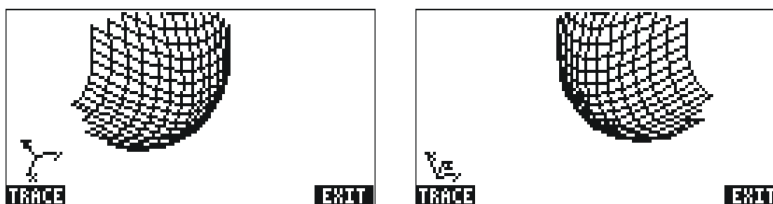
```
X-Left:-1   X-Right:1
Y-Near:-1   Y-Far: 1
Z-Low: -1   Z-High: 1
Step Indep: 10  Depnd: 8
```

Примечание. Параметры Step Indep и Depnd определяют количество линий сетки, которые будут использоваться в графике. Чем больше эти значения, тем больше времени потребуется на построение графика; впрочем, калькулятор строит графики достаточно быстро. В данном случае можно сохранить для этих параметров значения по умолчанию, 10 и 8.

- Нажмите клавиши **TRACE** **EXIT**, чтобы построить трехмерную поверхность. На экране появится каркасное изображение поверхности с базовыми осями координат в левом нижнем углу экрана. С помощью клавиш со стрелками (**←** **→** **↑** **↓**) можно изменять ориентацию поверхности. Ориентация осей координат будет изменяться соответствующим образом. Попробуйте изменить ориентацию поверхности по своему усмотрению. На приведенных ниже иллюстрациях показан график в нескольких видах:



- Закончив, нажмите клавишу **EXIT**.
- Нажмите клавишу **QUIT**, чтобы вернуться к экрану PLOT WINDOW (Окно графиков).
- Задайте следующие значения параметров сетки: Step Indep: 20 Depnd: 16
- Нажмите клавиши **TRACE** **EXIT**, чтобы построить график поверхности. Примеры изображения:



- Закончив, нажмите клавишу **EXIT**.
- Нажмите клавишу **QUIT**, чтобы вернуться к экрану PLOT WINDOW.

- Нажмите клавишу или клавиши , чтобы вернуться к обычному экрану калькулятора.

Теперь попробуйте построить трехмерный график для поверхности $z = f(x, y) = \sin(x^2 + y^2)$

- Нажмите клавиши (в режиме RPN – одновременно), чтобы вызвать экран PLOT SETUP (Настройки графика).
- Нажмите клавишу и введите 'SIN(X^2+Y^2)' .
- Нажмите клавиши , чтобы построить график. Нажмите клавиши , чтобы убрать с графика меню и вывести обозначения.
- Нажмите клавиши , чтобы выйти из функции EDIT (Редактирование).
- Нажмите клавишу для возврата к экрану PLOT WINDOW. Затем нажмите клавишу или клавиши , чтобы вернуться к обычному экрану калькулятора.

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения о графиках см. в главах 12 и 22 руководства пользователя калькулятора.

Глава 11

Численные методы

В этой главе мы рассмотрим применение функций калькулятора, связанных с численными методами – вычисление пределов, производных, интегралов, степенных рядов и т. п.

Меню CALC

Многие из функций, рассматриваемых в этой главе, входят в меню калькулятора CALC (Численные методы), которое вызывается с помощью клавиш \leftarrow CALC (эта функция связана с клавишей $\text{\textcircled{4}}$):



Первые четыре пункта этого меню по сути представляют собой подменю, относящиеся к следующим категориям функций: (1) производные и интегралы; (2) пределы и степенные ряды; (3) дифференциальные уравнения; (4) графики. В этой главе рассматриваются функции из пунктов (1) и (2). Функции DERVX и INTVX обсуждаются на стр. 11-3.

Пределы и производные

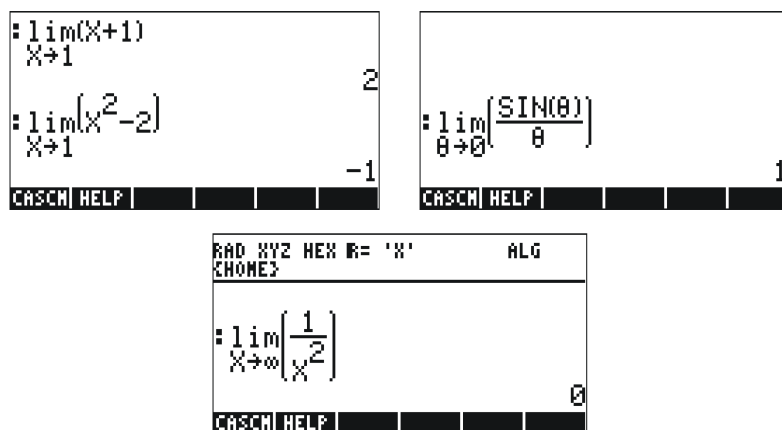
Дифференциальное исчисление связано с производными (скоростями изменения) функций и применением производных в математическом анализе. Производная функции определяется как предел отношения приращения функции к приращению независимой переменной при стремлении приращения независимой переменной к нулю. Пределы также используются для проверки непрерывности функций.

Функция \lim

В калькуляторе имеется функция \lim , позволяющая вычислять пределы функций. В качестве аргументов в ней используется выражение, определяющее функцию, и значение, для которого необходимо

рассчитать предел. Функцию *lim* можно вызывать через каталог команд (\rightarrow CAT ALPHA \leftarrow L) или с помощью пункта 2. LIMITS & SERIES (Пределы и ряды) в меню CALC (см. выше).

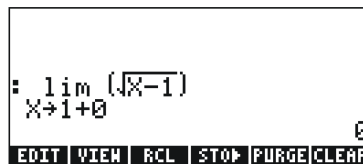
Функция *lim* вводится в режиме ALG в виде $\text{lim}(f(x), x=a)$, что соответствует расчету предела $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$. В режиме RPN необходимо сначала ввести функцию, затем выражение 'x=a', и наконец – функцию *lim*. Ниже показано несколько примеров в режиме ALG, в том числе несколько пределов для бесконечности и односторонних пределов. Символ бесконечности вводится с помощью клавиши ∞ , т. е. $\leftarrow \infty$.



Для расчета односторонних пределов к переменной следует добавить +0 или -0. «+0» обозначает предел справа, а «-0» – предел слева. Например, предел для $\sqrt{x-1}$ при приближении x к 1 слева можно определить, нажав следующие клавиши (режим ALG):



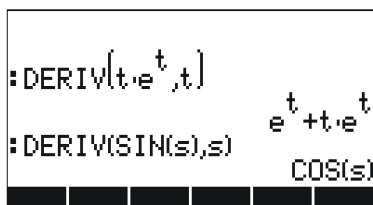
Результат будет следующим:



Функции DERIV и DERVX

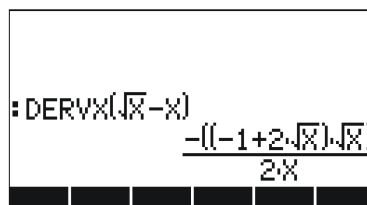
Функция DERIV позволяет получать производные по любой независимой переменной, тогда как функция DERVX служит для получения производных по стандартной переменной системы CAS – переменной VX (обычно она соответствует 'X'). Обе этих функции можно вызывать через подменю DERIV.&INTEG (Производные и интегралы) в меню CALC (\leftarrow CALC), а функция DERVX доступна и непосредственно из меню CALC.

Для функции DERIV необходимо указать функцию, например $f(t)$, и независимую переменную, например t , тогда как для функции DERVX необходимо указать только функцию от VX. Ниже приводятся примеры для режима ALG. Не забывайте, что в режиме RPN аргументы следует вводить перед вызовом функции.



```
:DERIV(t*e^t,t)
:DERIV(SIN(s),s)
```

$$e^t + t \cdot e^t$$
$$\cos(s)$$



```
:DERVX(sqrt(x)-x)
```

$$\frac{-((-1+2\sqrt{x})\sqrt{x})}{2x}$$

Первообразные и интегралы

Первообразной функции $f(x)$ называется такая функция $F(x)$, для которой $f(x) = dF/dx$. Один из способов определения первообразной – это неопределенный интеграл, т. е.

$$\int f(x)dx = F(x) + C$$

тогда и только тогда, когда $f(x) = dF/dx$, а $C =$ константа.

Функции INT, INTVX, RISCH, SIGMA и SIGMAVX

Для вычисления первообразных функций в калькуляторе имеются функции INT, INTVX, RISCH, SIGMA и SIGMAVX. Функции INT, RISCH и SIGMA работают с функциями от любой переменной, тогда как функции INTVX и SIGMAVX предназначены для функций от стандартной переменной системы CAS – переменной VX (обычно она соответствует 'x'). Таким образом, для функций INT и RISCH необходимо не только выражение интегрируемой функции, но и название независимой переменной. Для функции INT требуется также и значение x , для которого будет рассчитываться первообразная. Для функций INTVX и

SIGMAVX необходимо только выражение функции, интегрируемой по VX. Функции INTVX, RISCH, SIGMA и SIGMAVX вызываются с помощью меню CALC/DERIV&INTEG, а функция INT – через каталог команд. Ниже показано несколько примеров в режиме ALG (для вызова функций набирайте их названия):

```

:INTVX(X·e^X)
:INTVX(ASIN(X))
:INTVX((X-1)·e^X)
:INTVX(ASIN(X)/sqrt(1-SQ(X)+X·ASIN(X)))
IBP |INTVX|LAPL|PREVA|RISCH|SIGMA

```

```

:INT(s^2-s,s,2)
:RISCH(s^2-s,s)
IBP |INTVX|LAPL|PREVA|RISCH|SIGMA

```

```

:SIGMAVX(X-3)
:SIGMA(X!/X-0, X-1/X-2, X)
IBP |INTVX|LAPL|PREVA|RISCH|SIGMA

```

```

:SIGMA(s-s!,s)
IBP |INTVX|LAPL|PREVA|RISCH|SIGMA

```

Обратите внимание на то, что функции SIGMAVX и SIGMA предназначены для интегралов, в которых участвуют определенные целочисленные функции – например, факториал (!) в приведенном выше примере. Их результатом является так называемая дискретная производная, т. е. производная, определенная только для целых чисел.

Определенные интегралы

В определенном интеграле функции полученная первообразная вычисляется в верхнем и нижнем пределах интервала (a,b), после чего вычисленные значения вычитаются. В символическом виде это можно записать так: $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$, где $f(x) = dF/dx$.

Функция PREVAL(f(x),a,b) в системе CAS может упростить подобный расчет, возвращая значение $f(b)-f(a)$ с учетом того, что x соответствует переменной VX системы CAS.

```

:PREVAL(3X^2-X,0,5)
:PREVAL(X·LN(X),1,5)
IBP |INTVX|LAPL|PREVA|RISCH|SIGMA

```

Бесконечный ряд

Функцию $f(x)$ можно разложить в бесконечный ряд в окрестности точки $x=x_0$ с помощью ряда Тейлора:

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} \cdot (x - x_0)^n$$

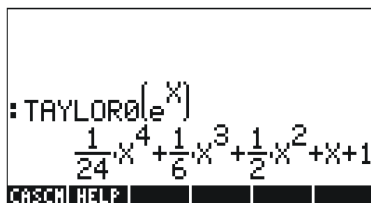
Здесь $f^{(n)}(x)$ представляет собой производную n -го порядка функции $f(x)$ по x , $f^{(0)}(x) = f(x)$.

Если значение $x_0 = 0$, такой ряд называют рядом Маклорена.

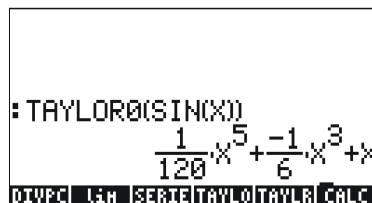
Функции TAYLR, TAYLRO и SERIES

Функции TAYLR, TAYLRO и SERIES используются для создания многочленов Тейлора, а также рядов Тейлора с остатками. Эти функции вызываются с помощью меню CALC/LIMITS&SERIES, о котором было рассказано выше в этой главе.

Функция TAYLRO выполняет разложение в ряд Маклорена, т. е. в окрестности точки $X = 0$, в выражении для стандартной независимой переменной VX (обычно она соответствует 'X'). При раскрытии используется относительная степень 4 порядка, т. е. разница между максимальной и минимальной степенями при раскрытии равна 4. Примеры:

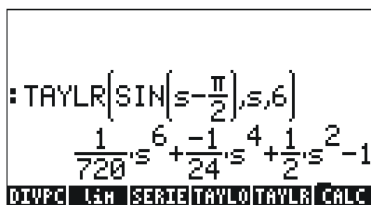


```
:TAYLRO(e^X)
1/24 X^4 + 1/6 X^3 + 1/2 X^2 + X + 1
CASCH HELP
```

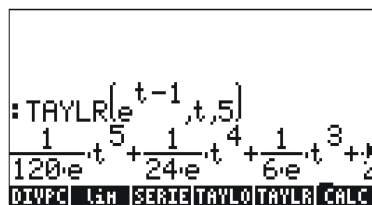


```
:TAYLRO(SIN(X))
1/120 X^5 + -1/6 X^3 + X
DIVPC |>H |SERIE|TAYLO|TAYLR|CALC
```

Функция TAYLR выполняет разложение в ряд Тейлора для функции от любой переменной x в окрестности точки $x = a$ для порядка k , указанного пользователем. Таким образом, данная функция записывается в формате TAYLR($f(x-a), x, k$). Примеры:



```
:TAYLR(SIN(s - pi/2), s, 6)
1/720 s^6 - 1/24 s^4 + 1/2 s^2 - 1
DIVPC |>H |SERIE|TAYLO|TAYLR|CALC
```

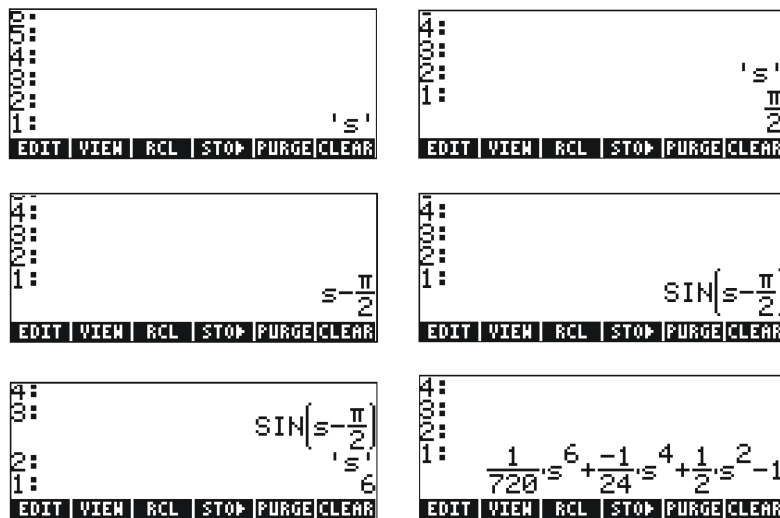


```
:TAYLR(e^(t-1), t, 5)
1/120 e t^5 + 1/24 e t^4 + 1/6 e t^3 + t
DIVPC |>H |SERIE|TAYLO|TAYLR|CALC
```

Функция SERIES выдает многочлен Тейлора, получая в качестве аргументов раскладываемую функцию $f(x)$, название переменной (для ряда Маклорена) или выражение вида 'переменная = значение', указывающее точку для разложения ряда Тейлора, и порядок создаваемого ряда. Функция SERIES возвращает два объекта: список из четырех элементов и выражение для $h = x - a$, если второй аргумент функции имеет вид 'x=a', т. е. выражение для приращения h . Список, возвращаемый в качестве первого объекта, включает в себя следующие элементы:

1. Двусторонний предел функции в точке разложения, т. е. $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$.
2. Эквивалентное значение функции в окрестности $x = a$.
3. Выражение для многочлена Тейлора.
4. Порядок остатка.

Из-за достаточно большого объема возвращаемых данных с этой функцией проще работать в режиме RPN. На показанных ниже примерах экранов показан стек в режиме RPN до и после использования функции TAYLR в соответствии с вышеприведенным описанием.



Для выполнения данного примера необходимо нажать следующие клавиши:

ALPHA \leftarrow S ENTER \leftarrow π \leftarrow $\left(2\right) \div \left(-\right)$



Дополнительные сведения

Дополнительные определения и описания вариантов применения численных операций см. в главе 13 руководства пользователя калькулятора.

Глава 12

Численные операции с несколькими переменными

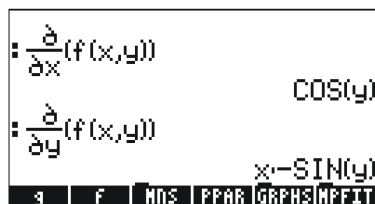
Численные операции с несколькими переменными относятся к функциям от двух или более переменных. В этой главе мы обсудим основные концепции численных операций с несколькими переменными: частные производные и кратные интегралы.

Частные производные

Для быстрого расчета частных производных от функций с несколькими переменными используйте правила для обычных производных относительно нужной переменной, считая остальные переменные константами. Пример:

$$\frac{\partial}{\partial x}(x \cos(y)) = \cos(y), \quad \frac{\partial}{\partial y}(x \cos(y)) = -x \sin(y)$$

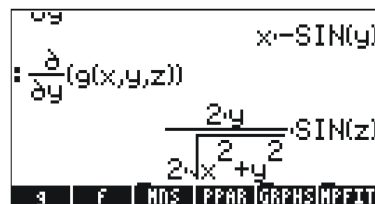
Для расчета частных производных можно использовать функции производных, встроенные в калькулятор (DERVX, DERIV, ∂), подробно описанные в главе 11 данного руководства (в функции DERVX используется стандартная переменная системы CAS – переменная VX, которая обычно соответствует 'X'). Несколько примеров частных производных первого порядка можно найти ниже. В первых двух примерах используются функции $f(x,y) = x \cos(y)$ и $g(x,y,z) = (x^2+y^2)^{1/2} \sin(z)$.



Calculator screen showing the calculation of partial derivatives for the function $f(x,y) = x \cos(y)$. The screen displays:

$$\frac{\partial}{\partial x}(f(x,y)) = \cos(y)$$
$$\frac{\partial}{\partial y}(f(x,y)) = x \cdot \text{SIN}(y)$$

The bottom status bar shows: g | f | MNS | PPAR | GRAPH | MPFIT



Calculator screen showing the calculation of the partial derivative of $g(x,y,z) = (x^2+y^2)^{1/2} \sin(z)$ with respect to y . The screen displays:

$$\frac{\partial}{\partial y}(g(x,y,z)) = \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} \cdot \text{SIN}(z)$$

The bottom status bar shows: g | f | MNS | PPAR | GRAPH | MPFIT

```

:DERVX(x*y^2-y^2)
:DERVX(x*SIN(Y+X)
COS(X+Y)*X+SIN(X+Y)
CURL|DERIV|DERVX|DIV|FOURI|HESS

```

```

:DERIV(st^2-e^t,t)
s^2t-e^t
CURL|DERIV|DERVX|DIV|FOURI|HESS

```

Чтобы определить функции $f(x,y)$ и $g(x,y,z)$ в режиме ALG, введите:

```

DEF(f(x,y)=x*cos(y)) ENTER DEF(g(x,y,z)=sqrt(x^2+y^2)*sin(z)) ENTER

```

Чтобы ввести символ производной, нажмите клавиши $\frac{\partial}{\partial}$.

Например, производная $\frac{\partial}{\partial x}(f(x,y))$ будет вводиться на экране в режиме ALG как $\partial x(f(x,y))$ ENTER.

Кратные интегралы

Физический смысл двойного интеграла функции $f(x,y)$ над областью R на плоскости $x-y$ – это объем сплошного тела, находящегося под поверхностью $f(x,y)$ над областью R . Область R можно описать как $R = \{a < x < b, f(x) < y < g(x)\}$ или как $R = \{c < y < d, r(y) < x < s(y)\}$. Таким образом, двойной интеграл можно записать так:

$$\iint_R \phi(x,y) dA = \int_a^b \int_{f(x)}^{g(x)} \phi(x,y) dy dx = \int_c^d \int_{r(y)}^{s(y)} \phi(x,y) dy dx$$

Двойные интегралы вычисляются на калькуляторе самым очевидным способом. Двойной интеграл можно ввести в редакторе формул (см. пример в главе 2 данного руководства пользователя), как показано ниже. Этот двойной интеграл можно рассчитать непосредственно в редакторе формул – для этого необходимо выделить все выражение целиком и воспользоваться функцией \int . Результат равен $3/2$.

```

∫12 ∫1x x+y dy dx
EDIT|CURS|BIG|=|EVAL|FACTO|SIMP

```

```

3/2
EDIT|CURS|BIG|=|EVAL|FACTO|SIMP

```


Дополнительные сведения

Дополнительные сведения о численных операциях с несколькими переменными и их применении см. в главе 14 руководства пользователя калькулятора.

Глава 13

Функции для векторного анализа

В этой главе рассказано о применении функций HESS, DIV и CURL для выполнения операций векторного анализа.

Оператор Гамильтона

Показанный ниже оператор, который называют оператором Гамильтона или оператором набла – это векторный оператор, который может применяться к скалярной или векторной функции:

$$\nabla[] = i \cdot \frac{\partial}{\partial x}[] + j \cdot \frac{\partial}{\partial y}[] + k \cdot \frac{\partial}{\partial z}[]$$

Применив этот оператор к скалярной функции, мы можем получить градиент функции, а применив его к векторной функции – дивергенцию и ротор этой функции. Сочетание градиента и дивергенции дает оператор Лапласа для скалярной функции.

Градиент

Градиент скалярной функции $\phi(x,y,z)$ – это векторная функция, определяемая формулой $grad \phi = \nabla \phi$. Градиент функции можно получить на калькуляторе с помощью функции HESS. В качестве аргументов этой функции необходимо указать функцию от n независимых переменных n $\phi(x_1, x_2, \dots, x_n)$ и вектор функций $['x_1', 'x_2', \dots, 'x_n']$. Результатом работы функции HESS является матрица Гесса для указанной функции, $\mathbf{H} = [h_{ij}] = [\partial^2 \phi / \partial x_i \partial x_j]$, градиент функции относительно n переменных, $\mathbf{grad} f = [\partial \phi / \partial x_1 \partial \phi / \partial x_2 \dots \partial \phi / \partial x_n]$, и список переменных $['x_1', 'x_2', \dots, 'x_n']$. С этой функцией проще работать в режиме RPN. Возьмем в качестве примера функцию $\phi(X,Y,Z) = X^2 + XY + XZ$ и применим к этому скалярному полю функцию HESS:

```
0:
4:
3:
2:
1:
X^2+XY+XZ
[X Y Z]
D | FVY | FVY | FVX | FY | FX
```

```
0:
4:
3:
2:
1:
[2 1 1]
[1 0 0]
[1 0 0]
[2X+Y+Z X X]
[X Y Z]
CURL | DERIV | DERVX | DIV | FOURN | HESS
```

Таким образом, градиент равен $[2X+Y+Z, X, X]$.

Вместо этого можно использовать функцию DERIV следующим образом:

```

:DERIV(X^2+X*Y+X*Z,[X Y Z])
      [2X+Y+Z X X]
EDIT | VIEW | RCL | STOP | PURGE | CLEAR

```

Дивергенция

Дивергенция векторной функции, $\mathbf{F}(x,y,z) = f(x,y,z)\mathbf{i} + g(x,y,z)\mathbf{j} + h(x,y,z)\mathbf{k}$, определяется как скалярное произведение оператора Гамильтона и функции, т. е. $divF = \nabla \cdot F$. Функцию DIV можно использовать для вычисления дивергенции векторного поля. Например, для $\mathbf{F}(X,Y,Z) = [XY, X^2+Y^2+Z^2, YZ]$, дивергенция рассчитывается в режиме ALG следующим образом:
 $DIV([X*Y, X^2+Y^2+Z^2, Y*Z], [X, Y, Z])$

```

:DIV([X*Y X^2+Y^2+Z^2 Y*Z],[X
      Y+2*Y+Y
+SKIP | SKIP+ | DEL | DEL+ | DEL L | INS

```

Ротор

Ротор векторного поля $\mathbf{F}(x,y,z) = f(x,y,z)\mathbf{i} + g(x,y,z)\mathbf{j} + h(x,y,z)\mathbf{k}$ определяется как векторное произведение оператора Гамильтона и векторного поля, т. е. $curlF = \nabla \times F$. Ротор векторного поля можно вычислить с помощью функции CURL. Например, для функции $\mathbf{F}(X,Y,Z) = [XY, X^2+Y^2+Z^2, YZ]$ ротор вычисляется следующим образом:
 $CURL([X*Y, X^2+Y^2+Z^2, Y*Z], [X, Y, Z])$.

```

:CURL([X*Y X^2+Y^2+Z^2 Y*Z],[X
      [Z-2*Z 0 2*X-X]
CURL | DERIV | DERV8 | DIV | FOUR1 | HESS

```

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения о функциях для векторного анализа см. в главе 15 руководства пользователя калькулятора.

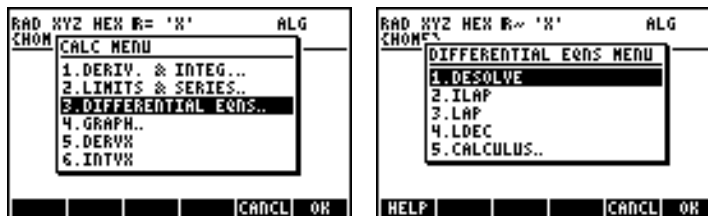
Глава 14

Дифференциальные уравнения

В этой главе представлены примеры решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) с помощью функций калькулятора. Дифференциальное уравнение – это уравнение, включающее в себя производные от независимой переменной. В большинстве случаев необходимо найти зависимую функцию, удовлетворяющую дифференциальному уравнению.

Меню CALC/DIFF

Подменю DIFFERENTIAL EQNS (Дифференциальные уравнения) в меню CALC (\leftarrow CALC) включает в себя функции для решения дифференциальных уравнений. Вид этого меню в том случае, когда для системного флага 117 выбрано значение CHOOSE boxes (Поля выбора), показан ниже.



Ниже приводится краткое описание этих функций. Более подробное описание можно найти далее в этой главе.

- DESOLVE: Система решения дифференциальных уравнений – решает дифференциальные уравнения, если это возможно
- ILAP: Обратное преобразование Лапласа, $L^{-1}[F(s)] = f(t)$
- LAP: Прямое преобразование Лапласа, $L[f(t)] = F(s)$
- LDEC: Команда для линейных дифференциальных уравнений

Решение линейных и нелинейных уравнений

Уравнение, в котором зависимая переменная и все связанные с ней производные имеют первую степень, называется линейным дифференциальным уравнением. В иных случаях уравнение считается нелинейным.

Функция LDEC

В калькуляторе имеется функция LDEC (Команда для линейных дифференциальных уравнений), предназначенная для поиска общего решения линейных ОДУ любого порядка с постоянными коэффициентами – как однородных, так и неоднородных. Этой функции необходимо два аргумента:

- правая часть ОДУ;
- характеристический многочлен ОДУ.

Оба эти аргумента должны быть заданы для стандартной независимой переменной системы CAS калькулятора (обычно это переменная X). Результатом работы функции является общее решение ОДУ. Приведенные ниже примеры показаны для режима RPN.

Пример 1 – Решение однородного ОДУ:

$$d^3y/dx^3 - 4 \cdot (d^2y/dx^2) - 11 \cdot (dy/dx) + 30 \cdot y = 0.$$

Введите следующее:

`0 (ENTER) 'X^3-4*X^2-11*X+30' (ENTER) LDEC (EVAL)`

Решение будет следующим (изображение собрано из нескольких экранов редактора формул):

$$\frac{(120 \cdot cC0 + 16 \cdot cC1 - 8 \cdot cC2) \cdot e^{-3X} \cdot e^{2X} - ((30 \cdot cC0 - (5 \cdot cC1 + 5 \cdot cC2)) \cdot e^{5X} \cdot e^{3X} - (30 \cdot cC0 - (21 \cdot cC1 - 3 \cdot cC2)))}{120 \cdot e^{3X}}$$

Здесь cC0, cC1 и cC2 – константы интегрирования. Этот результат эквивалентен следующему:

$$y = K_1 \cdot e^{-3x} + K_2 \cdot e^{5x} + K_3 \cdot e^{2x}.$$

Пример 2 – Решение неоднородного ОДУ с помощью функции LDEC:

$$d^3y/dx^3 - 4 \cdot (d^2y/dx^2) - 11 \cdot (dy/dx) + 30 \cdot y = x^2.$$

Введите следующее:

'X^2' (ENTER) 'X^3-4*X^2-11*X+30' (ENTER) LDEC (EVAL)

Решение будет следующим:

$$\frac{(27000 \cdot c0 + 3600 \cdot c1 - (1800 \cdot c2 + 450)) \cdot e^{3X} \cdot e^{2X} \left((6750 \cdot c0 - (1125 \cdot c1 + 1125 \cdot c2 + 18)) \cdot e^{5X} \cdot (900X^2 + 660X + 482) \right) \cdot e^{3X} \cdot (6750 \cdot c0 - (4725 \cdot c1 - (675 \cdot c2 - 90)))}{27000 \cdot e^{3X}}$$

Эквивалентное выражение:

$$y = K_1 \cdot e^{-3x} + K_2 \cdot e^{5x} + K_3 \cdot e^{2x} + (450 \cdot x^2 + 330 \cdot x + 241) / 13500.$$

Функция DESOLVE

В калькуляторе имеется функция DESOLVE (Система решения дифференциальных уравнений), предназначенная для решения дифференциальных уравнений определенных типов. В качестве аргументов этой функции необходимо ввести дифференциальное уравнение и неизвестную функцию, а результатом будет решение уравнения, если такое решение существует. Кроме того, вместо одного только дифференциального уравнения в качестве аргумента функции DESOLVE можно ввести вектор с дифференциальным уравнением и первоначальными условиями. Функция DESOLVE вызывается из меню CALC/DIFF. Ниже показаны примеры использования функции DESOLVE в режиме RPN.

Пример 1 – Решение ОДУ первого порядка:

$$dy/dx + x^2 \cdot y(x) = 5.$$

Введите на калькуляторе следующее:

'd1y(x)+x^2*y(x)=5' (ENTER) 'y(x)' (ENTER) DESOLVE



Калькулятор выдаст следующее решение:

$$\{y(x) = (5 * \text{INT}(\text{EXP}(x^3/3), x), x) + cC0) * 1 / \text{EXP}(x^3/3)\}$$

Это решение можно упростить так:

$$y(x) = 5 \cdot \exp(-x^3 / 3) \cdot \left(\int \exp(x^3 / 3) \cdot dx + C_0 \right).$$

Переменная ODETYPE

Можно заметить, что на клавишах экранного меню появилось обозначение новой переменной –  (ODETYPE). Эта переменная создается при вызове функции DESOLVE и содержит строку, обозначающую тип ОДУ, которое было передано в качестве аргумента функции DESOLVE. Нажав клавишу , можно увидеть

строку «1st order linear» (Линейное уравнение первого порядка).

Пример 2 – Решение уравнения с первоначальными условиями. Решим следующее уравнение:

$$d^2y/dt^2 + 5y = 2 \cos(t/2),$$

Первоначальные условия будут такими:

$$y(0) = 1.2, y'(0) = -0.5.$$

Введите на калькуляторе следующее:

['d1d1y(t)+5*y(t) = 2*COS(t/2)' 'y(0) = 6/5' 'd1y(0) = -1/2'] **ENTER**
'y(t)' **ENTER**

DESOLVE

Обратите внимание на то, что первоначальные условия теперь записаны в точном виде, т. е. 'y(0) = 6/5' вместо 'y(0)=1.2' и 'd1y(0) = -1/2' вместо 'd1y(0) = -0.5'. Переход к такой записи упрощает решение.

Примечание. Дробные выражения для десятичных значений можно получить с помощью функции $\rightarrow Q$ (см. главу 5).

Нажмите клавиши **EVAL** **EVAL**, чтобы упростить результат. Для просмотра результата воспользуйтесь клавишами **▼** **EXIT**:



```
Y(t)=-((19*sqrt(5)*SIN(sqrt(5)*t)-(148*cos(sqrt(5)*t)+80*cos(t/2)))/190)
```

т. е.

$$y(t) = -((19*\sqrt{5}*\sin(\sqrt{5}*t)-(148*\cos(\sqrt{5}*t)+80*\cos(t/2)))/190)'$$

Нажав клавиши **ENTER** **ENTER** **VAR** **EXIT**, можно увидеть строку, обозначающую тип ОДУ в данном случае – «Linear w/ cst coeff» (Линейное с постоянными коэффициентами).

Преобразования Лапласа

Преобразование Лапласа для функции $f(t)$ дает функцию $F(s)$ в пространстве отображения, которую можно использовать для поиска решения линейного дифференциального уравнения с участием функции $f(t)$ с помощью алгебраических методов. Такой подход состоит из трех этапов:

1. Превращение линейного ОДУ с участием функции $f(t)$ в алгебраическое уравнение с помощью прямого преобразования Лапласа.
2. Поиск решения для неизвестной $F(s)$ в пространстве отображения с помощью алгебраических операций.
3. Превращение функции-изображения, найденной на этапе 2, в решение для дифференциального уравнения $f(t)$, с помощью обратного преобразования Лапласа.

Прямое и обратное преобразование Лапласа в калькуляторе

В калькуляторе имеются функции LAP и ILAP, которые предназначены соответственно для прямого и обратного преобразования Лапласа для функции $f(VX)$, где VX – это стандартная независимая переменная системы CAS (обычно она соответствует X). Калькулятор возвращает результат прямого или обратного преобразования как функцию от X . Функции LAP и ILAP вызываются из меню CALC/DIFF. Приведенные ниже примеры записаны для режима RPN, однако их несложно преобразовать и в режим ALG.

Пример 1. Чтобы получить определение преобразования Лапласа, введите $f(X)$ $\langle \text{ENTER} \rangle$ LAP в режиме RPN или LAP($f(X)$) в режиме ALG. Результат, который возвратит калькулятор, показан ниже (слева для режима RPN, справа для режима ALG).



Сравните эти выражения с тем, которое было приведено ранее в определении преобразования Лапласа:

$$L\{f(t)\} = F(s) = \int_0^{\infty} f(t) \cdot e^{-st} dt,$$

Можно заметить, что стандартная независимая переменная системы CAS (переменная X) на экране редактора формул заменила собой переменную s из определения. Таким образом, при использовании функции LAP калькулятор выдает функцию от X , представляющую собой результат преобразования Лапласа для функции $f(X)$.

Пример 2. Определение обратного преобразования Лапласа для $F(s) = \sin(s)$. Введите следующее:

'1/(X+1)^2' $\overline{\text{ENTER}}$ ILAP

Калькулятор вернет результат 'X·e^{-X}', означающий, что $L^{-1}\{1/(s+1)^2\} = x \cdot e^{-x}$.

Ряды Фурье

Комплексный ряд Фурье определяется следующим выражением:

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_n \cdot \exp\left(\frac{2in\pi t}{T}\right),$$

где

$$c_n = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) \cdot \exp\left(\frac{2 \cdot i \cdot n \cdot \pi}{T} \cdot t\right) \cdot dt, \quad n = -\infty, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, \infty.$$

Функция FOURIER

Функция FOURIER выдает коэффициент c_n для комплексного вида ряда Фурье на основе функции $f(t)$ и значения n . Перед вызовом функции FOURIER необходимо сохранить значение периода (T) T-периодической функции в переменную PERIOD системы CAS. Функция FOURIER вызывается из подменю DERIV в меню CALC ($\overline{\leftarrow}$ CALC).

Ряд Фурье для квадратичной функции

Определяет коэффициенты c_0 , c_1 и c_2 для функции $g(t) = (t-1)^2 + (t-1)$ с периодом $T = 2$.

Установив для калькулятора режим ALG, зададим функции $f(t)$ и $g(t)$:

```

:DEFINE('f(t)=t^2+t')
:DEFINE('g(t)=f(t-1)')
NOVAL
NOVAL

```

Затем перейдем в подкаталог CASDIR в каталоге HOME, чтобы изменить значение переменной PERIOD:

$\overline{\leftarrow}$ (удержите) UPDIR $\overline{\text{ENTER}}$ VAR $\overline{\leftarrow}$ $\overline{\text{ENTER}}$ 2 $\overline{\text{STOP}}$ $\overline{\leftarrow}$ $\overline{\text{ENTER}}$

```

:HOME          NOVAL
:CASDIR       NOVAL
:2▶PERIOD     NOVAL
              2
PRGM|CASIN|MODUL|REAL|PERIO|VX

```

Вернемся в подкаталог, в котором были заданы функции f и g , и вычислим коэффициенты. Прежде чем выполнять эти примеры, задайте для системы CAS режим комплексных чисел (см. главу 2). Функция COLLECT вызывается из меню ALG (\square ALG).

```

:FOURIER(g(X),0)

```

```

:COLLECT(ANS(1))

```

```

:FOURIER(g(X),1)

```

```

:COLLECT(ANS(1))

```

```

:FOURIER(g(X),2)

```

```

:COLLECT(ANS(1))

```

Таким образом, $c_0 = 1/3$, $c_1 = (\pi i + 2)/\pi^2$, $c_2 = (\pi i + 1)/(2\pi^2)$.

Ряд Фурье с тремя элементами будет записан следующим образом:

$$g(t) \approx \text{Re}[(1/3) + (\pi i + 2)/\pi^2 \cdot \exp(i \cdot \pi t) + (\pi i + 1)/(2\pi^2) \cdot \exp(2 \cdot i \cdot \pi t)].$$

Дополнительные сведения

Дополнительные определения, варианты применения и примеры решения дифференциальных уравнений и использования преобразований Лапласа и рядов и преобразований Фурье, а также описание числовых и графических методов см. в главе 16 руководства пользователя калькулятора.

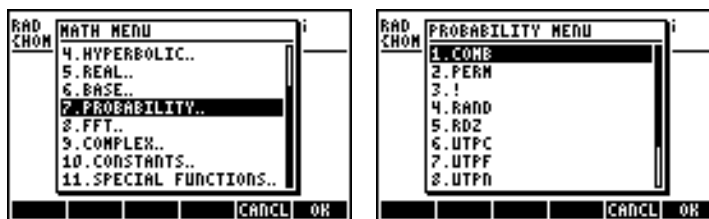
Глава 15

Распределения вероятностей

В этой главе приводятся примеры применения употребительных распределений вероятности, функции для работы с которыми есть в калькуляторе.

Подменю MTH/PROBABILITY, часть 1

Подменю MTH/PROBABILITY (Математика/Вероятность) вызывается с помощью клавиш \leftarrow MTH . Когда для системного флага 117 выбрано значение CHOOSE boxes (Поля выбора), меню PROBABILITY выводится на экран следующим образом:



В данном разделе мы обсудим функции COMB, PERM, ! (факториал) и RAND.

Факториалы, сочетания и перестановки

Факториал целого числа n определяется как $n! = n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \dots 3 \cdot 2 \cdot 1$. По определению $0! = 1$.

Факториалы применяются при расчете количества перестановок и сочетаний объектов. Например, количество перестановок r объектов из набора n различных объектов вычисляется следующим образом:

$${}_n P_r = n(n-1)(n-2) \dots (n-r+1) = n! / (n-r)!$$

Количество сочетаний, включающих в себя по r объектов из общего количества n объектов, вычисляется следующим образом:

$$\binom{n}{r} = \frac{n(n-1)(n-2) \dots (n-r+1)}{r!} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Сочетания, перестановки и факториалы можно вычислять с помощью функций COMB, PERM и ! из подменю MTH/PROBABILITY. О действии этих функций рассказано ниже.

- COMB(n,r): вычисляет количество сочетаний в группах по r элементов из общего количества в n элементов.
- PERM(n,r): вычисляет количество перестановок в группах по r элементов из общего количества в n элементов.
- $n!$: факториал положительного целого числа. Если число не является целым, функция $x!$ возвращает значение $\Gamma(x+1)$, где $\Gamma(x)$ – это гамма-функция (см. главу 3). Символ факториала (!) можно ввести с помощью сочетания клавиш ALPHA $\text{[} \rightarrow \text{]}$ [2] .

Ниже показаны примеры использования этих функций.

```
: COMB(10.,6.)          210.
: PERM(10.,6.)         151200.
: 12.!                 479001600.
| н | а | у | t | EQ | PPAR
```

Случайные числа

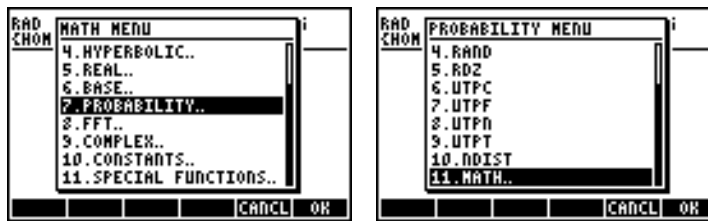
В калькуляторе имеется генератор случайных чисел, возвращающий случайные действительные числа из однородного распределения в диапазоне от 0 до 1. Для генерации случайных чисел используется функция RAND из подменю MTH/PROBABILITY. На приведенной ниже иллюстрации показано несколько случайных чисел, выданных функцией RAND. (Примечание. Случайные числа, выданные калькулятором, будут отличаться от показанных здесь.)

```
: RAND          .529199358633
: RAND          4.35821814444E-2
: RAND          .294922982088
| н | а | у | t | EQ | PPAR
```

Дополнительные сведения о генерации случайных чисел в калькуляторе см. в главе 17 руководства пользователя. В частности, в главе 17 руководства пользователя подробно рассказано о функции RDZ, которая предназначена для сброса генератора случайных чисел.

Меню MTH/PROB, часть 2

В этом разделе мы обсудим четыре непрерывных распределения вероятностей, которые широко используются при решении задач, связанных со статистическими выводами: нормальное распределение, t -распределение Стьюдента, распределение хи-квадрат (χ^2) и F-распределение (распределение Фишера). Для вычисления этих распределений в калькуляторе имеются функции NDIST, UTPN, UTPR, UTPC и UTPF. Эти функции содержатся в меню MTH/PROBABILITY, о котором уже говорилось ранее в этой главе. Чтобы увидеть эти функции, вызовите меню MTH (\leftarrow MTH) и выберите пункт PROBABILITY (Вероятность):



Нормальное распределение

Функции NDIST и UTPN предназначены для расчета нормального распределения со средним значением μ и дисперсией σ^2 .

Чтобы вычислить значения функции распределения вероятности (ФРП) для нормального распределения, воспользуйтесь функцией NDIST(μ , σ^2 , x). Например, можно проверить, что для нормального распределения NDIST(1.0, 0.5, 2.0) = 0.20755374. Эту функцию удобно использовать для построения графика ФРП нормального распределения.

Кроме того, в калькуляторе имеется функция UTPN, вычисляющая верхнюю сторону нормального распределения, т. е. UTPN(μ , σ^2 , x) = $P(X > x) = 1 - P(X < x)$, где $P()$ обозначает вероятность. Например, можно проверить, что для нормального распределения при $\mu = 1.0$, $\sigma^2 = 0.5$ UTPN(1.0, 0.5, 0.75) = 0.638163.

t-распределение Стьюдента

t-распределение Стьюдента (или просто t-распределение) имеет один параметр ν , называемый количеством степеней свободы распределения. Калькулятор позволяет рассчитывать значения функции верхней стороны распределения (кумулятивной) для t-распределения с помощью функции УТРТ, которой передается параметр ν и значение t , т. е. $УТРТ(\nu, t) = P(T > t) = 1 - P(T < t)$. Например, $УТРТ(5, 2.5) = 2.7245...E-2$.

Распределение хи-квадрат

Распределение хи-квадрат (χ^2) имеет один параметр ν , называемый количеством степеней свободы. Калькулятор позволяет рассчитывать значения функции верхней стороны распределения (кумулятивной) для распределения χ^2 с помощью функции УТРС, которой передается значение x и параметр ν . Таким образом, определение этой функции будет следующим: $УТРС(\nu, x) = P(X > x) = 1 - P(X < x)$. Например, $УТРС(5, 2.5) = 0.776495...$

F-распределение

F-распределение (распределение Фишера) имеет два параметра: νN = числитель количества степеней свободы и νD = знаменатель количества степеней свободы. Калькулятор позволяет рассчитывать значения функции верхней стороны распределения (кумулятивной) для F-распределения с помощью функции УТПФ, которой передаются параметры νN и νD , а также значение F . Таким образом, определение этой функции будет следующим: $УТПФ(\nu N, \nu D, F) = P(\mathcal{F} > F) = 1 - P(\mathcal{F} < F)$. Например, $УТПФ(10, 5, 2.5) = 0.1618347...$

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения о распределениях вероятностей и функциях для работы с вероятностями см. в главе 17 руководства пользователя калькулятора.

Глава 16

Статистические функции

В калькуляторе имеются показанные ниже статистические функции, меню которых можно вызвать с помощью сочетания клавиш \rightarrow STAT (клавиша \rightarrow):



Ввод данных

Для использования функций под номерами 1, 2 и 4 из списка необходимо ввести исходные данные в столбцы матрицы Σ DATA. В частности, для этого можно ввести нужные данные с помощью редактора матриц (\leftarrow MTRV), а затем с помощью функции STO Σ сохранить матрицу в переменной Σ DATA.

Например, введите в редакторе матриц (см. главы 8 и 9 данного руководства) указанные ниже данные и сохраните их в переменной Σ DATA:

2.1 1.2 3.1 4.5 2.3 1.1 2.3 1.5 1.6 2.2 1.2 2.5.

Экран может выглядеть следующим образом:



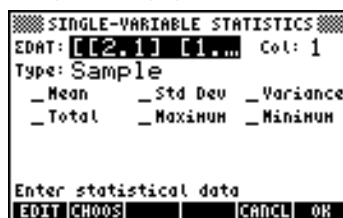
Обратите внимание на то, что переменная Σ DATA выводится в списке клавиш экранного меню.

Более простой способ ввести статистические данные – запустить статистическое приложение (например, Single-var, Frequencies или Summary stats, см. первое изображение

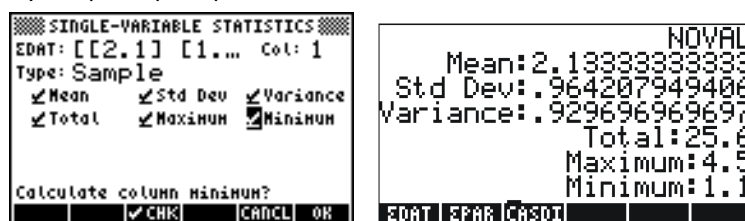
экрана выше) и нажать клавишу . Это приведет к вызову редактора матриц. Введите те же данные, что и прежде. В этом случае при выходе из редактора матриц введенные данные будут автоматически сохранены в переменной Σ DAT.

Расчет статистики для одной переменной

После ввода вектора-столбца в переменную Σ DAT нажмите клавиши Σ STAT , чтобы выбрать пункт **1. Single-var** (Одна переменная). На экране появится следующая форма ввода:




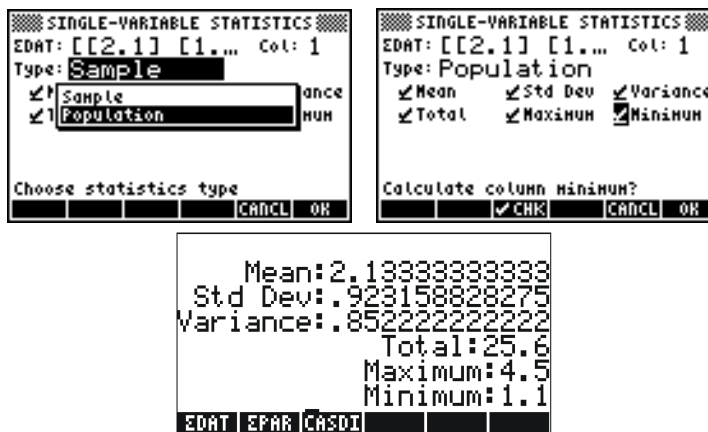
В этой форме показаны данные из переменной Σ DAT и указано, что выбран столбец 1 (в данном случае в переменной Σ DAT только один столбец). Перемещаясь по форме с помощью клавиш со стрелками, установите с помощью клавиши экранного меню флажки для тех параметров, которые необходимо вычислить (Mean – среднее, Std Dev – стандартное отклонение, Variance – дисперсия, Total – общее количество элементов данных, Maximum – максимум и Minimum – минимум). Закончив, нажмите клавишу . Указанные значения вместе с соответствующими пометками появятся на экране калькулятора. Пример:



Выборка и совокупность

Описанные выше статистические функции для одной переменной можно применять к конечной совокупности – для этого на экране SINGLE-VARIABLE STATISTICS (Статистика для одной переменной)

необходимо выбрать в поле Type (Тип) значение Population (Совокупность). Основная разница заключается в том, что при расчете значений дисперсии и стандартного отклонения в знаменателе дисперсии используется значение n , а не $(n-1)$. Для приведенного выше примера с помощью клавиши экранного меню  выберите значение Population в поле Type и повторите расчет:



Вычисление частотных распределений

Пункт **2. Frequencies** (Частотные распределения) в меню STAT можно использовать для вычисления частотных распределений для набора данных. Данные должны быть сохранены в виде вектора-столбца в переменной Σ DAT. Чтобы начать использование этой функции, нажмите клавиши  STAT  . В появившейся форме ввода будут присутствовать следующие поля:

- Σ DAT:** Матрица с анализируемыми данными
- Col:** Столбец матрицы Σ DAT, в котором находятся анализируемые данные
- X-Min:** Минимальная граница класса, которая должна использоваться в частотном распределении (по умолчанию -6.5).
- Bin Count:** Количество классов, используемых в частотном распределении (по умолчанию 13).
- Bin Width:** Однородная ширина каждого класса в частотном распределении (по умолчанию 1).

Взяв набор из n элементов данных $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, перечисленных в произвольном порядке, эти данные можно распределить по определенному количеству классов или групп, подсчитав частоту или количество значений, соответствующих каждому классу. Функция **2. Frequencies** (Частотные распределения) из меню STAT позволяет проводить такой подсчет частоты и отслеживать те значения, которые могут оказаться меньше минимальной или больше максимальной границы классов (так называемые аномальные значения).

В качестве примера создадим достаточно большой объем данных, например, из 200 элементов, с помощью команды `RANM({200,1})` и сохраним результат в переменной Σ DAT с помощью функции `STO Σ` (см. пример выше). Затем получим информацию для одной переменной, нажав клавиши \leftarrow STAT $\left[\frac{1}{1}$]. Результаты будут следующими:

```
Variance: 31.0395728643
Total: (-85.)
Maximum: 9.
Minimum: (-9.)
 $\Sigma$ DAT |  $\Sigma$ PAR | CASIO
```

Эти результаты показывают, что наши данные находятся в диапазоне от -9 до 9 . При создании частотного распределения мы используем интервал $(-8, 8)$, разделив его на 8 групп шириной в 2 единицы каждая.

- Выберите пункт **2. Frequencies**, нажав клавиши \leftarrow STAT $\left[\frac{1}{1}$]. Данные уже загружены в переменную Σ DAT, а для пункта Col должно быть указано значение 1, поскольку в матрице Σ DAT только один столбец.
- Измените значение X-Min на -8 , Bin Count на 8, а Bin Width на 2, затем нажмите клавишу $\left[\frac{1}{1}$.

В режиме RPN результаты отображаются в стеке как вектор-столбец на уровне стека 2 и вектор-строка из 2 компонентов на уровне стека 1. Вектор на уровне стека 1 обозначает количество аномальных значений, находящихся вне интервала, для которого производился подсчет частот. В данном случае мы получили значения $[14. 8.]$, показывающие, что в векторе Σ DAT 14 значений оказались меньше -8 , а 8 значений – больше 8.

- Нажмите клавишу $\left[\leftarrow\right]$, чтобы удалить вектор аномальных значений из стека. Оставшийся результат будет обозначать подсчет

частот для данных.

Группы для данного частотного распределения будут следующими: от -8 до -6 , от -6 до -4 , ..., от 4 до 6 и от 6 до 8 , т. е. 8 классов частоты для которых указаны в векторе-столбце в стеке, а именно (в данном случае):

23, 22, 22, 17, 26, 15, 20, 33.





Это означает, что 23 значения оказались в группе $[-8, -6]$, 22 в $[-6, -4]$, 22 в $[-4, -2]$, 17 в $[-2, 0]$, 26 в $[0, 2]$, 15 в $[2, 4]$, 20 в $[4, 6]$ и 33 в $[6, 8]$. Можно убедиться, что, просуммировав все эти значения и прибавив к ним упоминавшееся выше количество аномальных значений (14 и 8), мы получим общее количество элементов в выборке, т. е. 200.

Подбор функции $y = f(x)$ на основе данных

Программа **3. Fit data** (Подбор на основе данных), вызываемая с помощью третьего пункта меню STAT, может использоваться для подбора линейных, логарифмических, экспоненциальных и степенных функций к наборам данных (x, y) , хранящимся в матрице ΣDAT . Для использования этой программы матрица в переменной ΣDAT должна состоять как минимум из двух столбцов.


Например, попробуем подобрать линейную функцию к данным, показанным в таблице ниже.

x	y
0	0.5
1	2.3
2	3.6
3	6.7
4	7.2
5	11

- Сначала введите эти два столбца с данными в переменную ΣDAT с помощью редактора матриц и функции STO Σ .
- Чтобы вызвать программу **3. Fit data**, нажмите клавиши  STAT   . В форме ввода будет показано текущее

введенное значение переменной Σ DAT. При необходимости выберите на экране показанные ниже параметры для подбора линейной функции:



- Чтобы произвести подбор функции к данным, нажмите клавишу . Результатом работы данной программы для введенного набора данных будут следующие три строки (в режиме RPN):
3: '0.195238095238 + 2.00857242857*X'
2: Correlation: 0.983781424465
1: Covariance: 7.03

На уровне 3 показано выражение функции. На уровне 2 показан коэффициент корреляции выборки, а на уровне 1 – ковариация x - y . Определение этих параметров см. в главе 18 руководства пользователя калькулятора.


Дополнительные сведения о подборе функций к данным с помощью калькулятора см. в главе 18 в руководстве пользователя.

Получение дополнительной сводной статистики

Программа **4. Summary stats** (Сводная статистика) в меню STAT может пригодиться для некоторых статистических расчетов по выборкам. Чтобы начать работу с этой программой, еще раз нажмите клавиши  STAT, перейдите к четвертому пункту с помощью клавиши со стрелкой вниз  и нажмите клавишу . В появившейся форме ввода будут следующие поля:








ΣDAT: Матрица с анализируемыми данными.

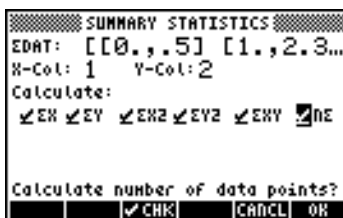
X-Col, Y-Col: Столбцы, соответствующие значениям x и y . Эти пункты необходимы лишь в том случае, если в матрице ΣDAT больше двух столбцов. По умолчанию значению x соответствует столбец 1, а значению y – столбец 2. Если в матрице только один столбец, единственным осмысленным значением будет **X-Col: 1**.


ΣX ΣY...: Сводная статистика, которую можно выбрать в качестве результатов данной программы, установив соответствующие флажки с помощью клавиши  при выборе данного поля.

Многие из этих функций сводной статистики служат для расчета статистики по двум переменным (x , y), которые могут быть связаны с функцией $y = f(x)$. Таким образом, эту программу можно считать дополнением к программе **3. Fit data** (Подбор на основе данных).

В качестве примера можно вычислить все значения сводной статистики для данных x - y , которые в настоящий момент записаны в переменной ΣDAT.

- Чтобы выбрать пункт **Summary stats** (Сводная статистика), нажмите клавиши      
- Выберите номера столбцов, соответствующие данным x - и y , т. е. X-Col: 1 и Y-Col: 2.
- С помощью клавиши  выберите все результаты, т. е. $_ΣX$, $_ΣY$ и т. д.



- Нажмите клавишу , чтобы получить следующие результаты:

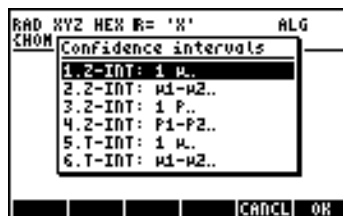
```

          ΣX: 15.
          ΣY: 31.3
          ΣX2: 55.
          ΣY2: 236.23
          ΣXY: 113.4
          NΣ: 6.
-----
ΣDAT | ΣPAR |

```

Доверительные интервалы

Программу **6. Conf Interval** (Доверительные интервалы) можно вызвать, нажав клавиши  STAT  . Меню программы включает в себя следующие пункты:



Данные пункты можно интерпретировать следующим образом:

1. Z-INT: 1 μ .: Доверительный интервал одной выборки для среднего значения по совокупности μ с известным значением дисперсии совокупности или для больших выборок с неизвестным значением дисперсии совокупности.
2. Z-INT: $\mu_1 - \mu_2$.: Доверительный интервал для разности средних значений по совокупности $\mu_1 - \mu_2$ либо с известными значениями дисперсии совокупности, либо для больших выборок с неизвестными значениями дисперсии совокупности.
3. Z-INT: 1 p .: Доверительный интервал одной выборки для пропорции p для больших выборок с неизвестными значениями дисперсии совокупности.
4. Z-INT: $p_1 - p_2$.: Доверительный интервал для разности двух пропорций $p_1 - p_2$ для больших выборок с неизвестными значениями дисперсии совокупности.
5. T-INT: 1 μ .: Доверительный интервал одной выборки для среднего значения по совокупности μ для небольших выборок с неизвестным значением дисперсии совокупности.

6. T-INT: $\mu_1 - \mu_2$: Доверительный интервал для разности средних значений по совокупности $\mu_1 - \mu_2$ для небольших выборок с неизвестными значениями дисперсии совокупности.

Пример 1. Определим центральный доверительный интервал для среднего значения совокупности в том случае, если для выборки из 60 элементов среднее значение по выборке $\bar{x} = 23.3$, а стандартное отклонение $s = 5.2$. Используйте значение $\alpha = 0.05$. Уровень доверия будет равен $C = 1 - \alpha = 0.95$.

Выберите пункт 1 из показанного выше меню, нажав клавишу **OK**. Введите в форме ввода необходимые значения:

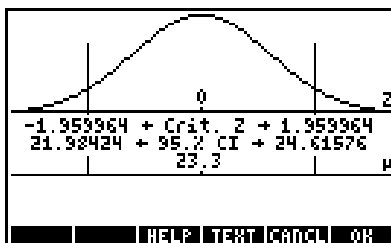


Нажмите клавишу **HELP**, чтобы увидеть описание значения доверительного интервала на примере случайных чисел, генерируемых калькулятором. Для прокрутки появившегося экрана используйте клавишу со стрелкой вниз **▼**. Закончив просмотр справки, нажмите клавишу **OK**. При этом произойдет возврат к показанному выше экрану.

Чтобы вычислить доверительный интервал, нажмите клавишу **OK**. На экране калькулятора появится следующий результат:



Нажмите клавишу $\boxed{\text{F1}}$, чтобы увидеть сведения о доверительном интервале в графическом виде:



На графике показана функция распределения вероятности для стандартного нормального распределения, положение критических точек $\pm z_{\alpha/2}$, среднее значение (23.3) и соответствующие пределы интервала (21.98424 и 24.61576). Нажмите клавишу $\boxed{\text{F1}}$, чтобы вернуться к предыдущему экрану с результатами, и (или) клавишу $\boxed{\text{ON}}$, чтобы закончить работу с программой доверительных интервалов. Результаты появятся на экране калькулятора.

Дополнительные примеры расчета доверительных интервалов см. в главе 18 руководства пользователя калькулятора.

Проверка гипотез

Гипотеза – это заявление, сделанное в отношении совокупности (например, по поводу ее среднего значения). Подтверждение гипотезы делается на основе статистической проверки выборки, взятой из совокупности. Последующие действия и принятие решения называются проверкой гипотезы.

Функции проверки гипотез на калькуляторе входят в программу 5. *Hypoth. tests* (Проверка гипотез), которую можно вызвать с помощью клавиш $\boxed{\rightarrow}$ **STAT** $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\text{F1}}$.

Как и в описанном ранее случае расчета доверительных интервалов, данная программа включает в себя следующие 6 пунктов:



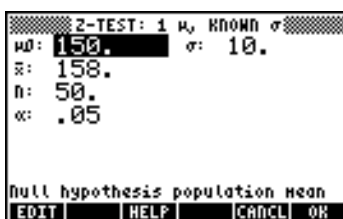
Эти пункты имеют тот же смысл, что и в программе для расчета доверительных интервалов.

1. Z-Test: 1 μ .: Проверка гипотезы для одной выборки для среднего значения по совокупности μ с известным значением дисперсии совокупности или для больших выборок с неизвестным значением дисперсии совокупности.
2. Z-Test: $\mu_1 - \mu_2$.: Проверка гипотезы для разности средних значений по совокупности $\mu_1 - \mu_2$ либо с известными значениями дисперсии совокупности, либо для больших выборок с неизвестными значениями дисперсии совокупности.
3. Z-Test: 1 p .: Проверка гипотезы для одной выборки для пропорции p для больших выборок с неизвестными значениями дисперсии совокупности.
4. Z-Test: $p_1 - p_2$.: Проверка гипотезы для разности двух пропорций $p_1 - p_2$ для больших выборок с неизвестными значениями дисперсии совокупности.
5. T-Test: 1 μ .: Проверка гипотезы для одной выборки для среднего значения по совокупности μ для небольших выборок с неизвестным значением дисперсии совокупности.
6. T-Test: $\mu_1 - \mu_2$.: Проверка гипотезы для разности средних значений по совокупности $\mu_1 - \mu_2$ для небольших выборок с неизвестными значениями дисперсии совокупности.

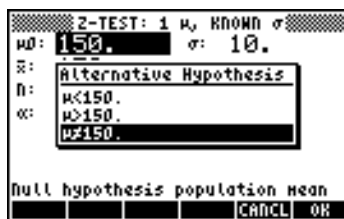
Пример 1. Для $\mu_0 = 150$, $\sigma = 10$, $\bar{x} = 158$, $n = 50$ и для $\alpha = 0.05$ проверим гипотезу $H_0: \mu = \mu_0$, сравнив ее с альтернативной гипотезой $H_1: \mu \neq \mu_0$.

Нажмите клавиши \rightarrow STAT \uparrow \uparrow \square \square \square \square , чтобы вызвать программу проверки гипотез. Нажмите клавишу \square \square \square \square , чтобы выбрать пункт 1. Z-Test: 1 μ .

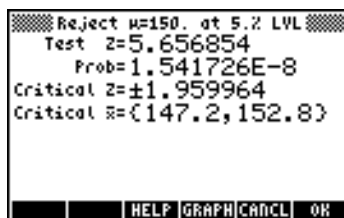
Введите показанные ниже данные и нажмите клавишу \square \square \square \square :



После этого калькулятор предложит выбрать альтернативную гипотезу:

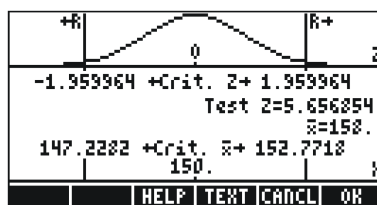


Выберите пункт $\mu \neq 150$ и нажмите клавишу **OK**. Результат будет следующим:



Таким образом, мы отказываемся от гипотезы $H_0: \mu = 150$ в пользу гипотезы $H_1: \mu \neq 150$. Проверочное значение z равно $z_0 = 5.656854$. Значение P равно 1.54×10^{-8} . Критические значения $\pm z_{\alpha/2} = \pm 1.959964$, что соответствует критическому диапазону \bar{x} , равному $\{147.2, 152.8\}$.

Эту информацию можно увидеть в графическом виде, нажав клавишу экранного меню **GRAPH**:



Дополнительные сведения

Дополнительные материалы по статистическому анализу, включая определение понятий и описание расширенных статистических функций, см. в главе 18 в руководстве пользователя.

Глава 17

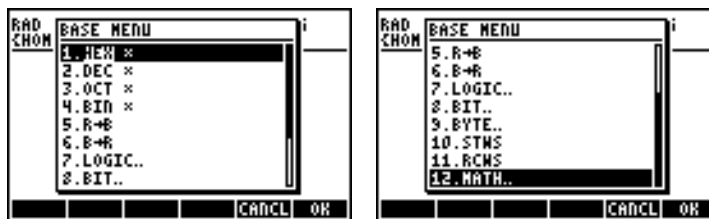
Различные системы счисления

Помимо привычной десятичной системы счисления (основание 10, цифры 0–9), калькулятор позволяет работать с двоичной системой (основание 2, цифры 0,1), восьмеричной системой (основание 8, цифры 0–7), шестнадцатеричной системой (основание 16, цифры 0–9, A–F) и другими системами. Точно так же, как десятичное целое число 321 обозначает $3 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 1 \times 10^0$, число 100110 в двоичной записи обозначает:

$$1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 32 + 0 + 0 + 4 + 2 + 0 = 38.$$

Меню BASE

Меню BASE (Основание) можно вызвать с помощью клавиш \leftarrow BASE (клавиша \leftarrow 3). Когда для системного флага 117 выбрано значение CHOOSE boxes (Поля выбора) (см. главу 1 в данном руководстве), меню выводится на экран следующим образом:




Когда для системного флага 117 выбрано значение SOFT menu (Экранные меню), меню BASE отображается следующим образом:



Из этих иллюстраций можно увидеть, что пункты LOGIC, BIT и BYTE в меню BASE служат для доступа к дополнительным подменю. Об этих подменю подробно рассказано в главе 19 руководства пользователя калькулятора.

Запись чисел в других системах счисления

Числа в недесятичных системах счисления, называемые двоичными целыми числами, при вводе в калькулятор предваряются символом # (←#_). Чтобы выбрать текущую систему счисления, которая будет использоваться для двоичных целых чисел, выберите из меню BASE пункт HEX (Шестнадцатеричные), DEC (Десятичные), OCT (Восьмеричные) или BIN (Двоичные). Например, при выборе пункта  двоичные целые числа будут записываться в шестнадцатеричной системе – например, #53, #A5B и т. п. Если выбрать другую систему счисления, все эти числа будут автоматически преобразованы в нее.

Чтобы записать число в определенной системе счисления, введите перед ним символ #, а после него – букву h (шестнадцатеричное), d (десятичное), o (восьмеричное) или b (двоичное). Примеры:

HEX

```
: # A2F0h      # A2F0h
: # 2BC10h     # 2BC10h
: # 125h       # 125h
HEX | DEC | OCT | BIN | R+8 | B+8
```

DEC

```
: # 41712d    # 41712d
: # 179216d   # 179216d
: # 293d      # 293d
HEX | DEC | OCT | BIN | R+8 | B+8
```

OCT

```
: # 121360o   # 121360o
: # 536020o   # 536020o
: # 445o      # 445o
HEX | DEC | OCT | BIN | R+8 | B+8
```

BIN

```
: # 1010001011110000b
: # 1010001011110000b
: # 101011110000010000b
: # 101011110000010000b
: # 100100101b
: # 100100101b
HEX | DEC | OCT | BIN | R+8 | B+8
```

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения о работе с числами в различных системах счисления см. в главе 19 руководства пользователя калькулятора.

Глава 18

Применение SD-карт

В калькуляторе имеется разъем для карт памяти, в который можно вставить флэш-карту типа SD для резервного копирования объектов из калькулятора или для загрузки объектов из других источников. SD-карта отображается в калькуляторе как порт номер 3.

Установка и извлечение SD-карты

Разъем для SD-карты находится на нижней стороне калькулятора непосредственно под цифровыми клавишами. SD-карты следует вставлять лицевой стороной вниз. На большинстве карт имеется наклейка, которая обычно располагается на лицевой стороне карты. Если калькулятор HP 50g расположен клавиатурой кверху, лицевая сторона SD-карты при установке в калькулятор должна быть обращена книзу (т. е. должна находиться с противоположной от пользователя стороны). Большая часть карты должна войти в разъем без сопротивления, после чего потребуется небольшое усилие, чтобы вставить ее до конца. Полностью вставленная карта должна располагаться практически заподлицо с корпусом калькулятора – должен быть виден лишь ее верхний край.

Чтобы извлечь SD-карту, выключите калькулятор и аккуратно нажмите на выступающий край карты, утопив ее. Под действием пружины карта должна слегка выйти из разъема, после чего ее можно будет легко вынуть из калькулятора.

Форматирование SD-карты

Большинство SD-карт обычно уже отформатированы, однако файловая система на них может оказаться не совместимой с калькулятором HP 50g. Калькулятор HP 50g работает только с картами в форматах FAT16 и FAT32.

SD-карту можно отформатировать либо на ПК, либо на калькуляторе. Перед форматированием на калькуляторе (см. инструкции ниже) необходимо убедиться, что в калькуляторе установлены достаточно свежие элементы питания.

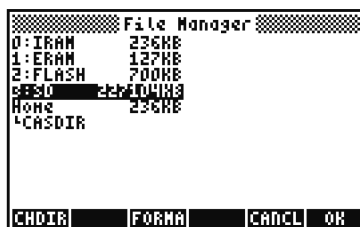
Примечание. При форматировании SD-карты с нее полностью удаляются данные.

1. Вставьте SD-карту в разъем (см. инструкции в предыдущем разделе).
2. Нажмите клавишу **ON**, а затем, не отпуская ее – клавишу **F4**. Отпустите клавишу **F4**, а затем клавишу **ON**. На экране появится системное меню с несколькими пунктами.
3. Нажмите клавишу **9**, затем клавишу **2**, а затем клавишу **1**. Калькулятор приступит к форматированию карты.
4. Когда форматирование будет завершено, на экране калькулятора появится сообщение «FORMAT FINISH PRESS ENTER TO EXIT» (Форматирование завершено, нажмите ENTER для выхода). Нажмите клавишу **ENTER** дважды, чтобы вернуться в системное меню. Для выхода из системного меню нажмите клавишу **ON**, затем, не отпуская ее, нажмите и отпустите клавишу **F3** и лишь затем отпустите клавишу **ON**.

После этого карта SD будет готова к использованию. (Форматирование на калькуляторе производится в формате FAT32.)

Доступ к объектам на SD-карте

Доступ к объектам на SD-карте аналогичен доступу к объектам, которые находятся в портах 0, 1 и 2. Впрочем, порт 3 не отображается в меню при вызове функции LIB (**→** **LIB**). Управлять файлами на SD-карте можно только с помощью диспетчера файлов (File Manager, **←** **FILES**). При запуске диспетчера файлов на экране появится дерево каталогов:



Калькулятор поддерживает длинные имена файлов на SD-карте, однако в диспетчере файлов они отображаются в формате 8.3 (т. е. имя усекается до 8 символов, а трехсимвольное расширение добавляется в качестве суффикса). Обозначение типа выводится для каждого объекта, кроме объектов ПК и объектов неизвестного вида типа. (В этих случаях для объектов указывается тип String (Строковый).)

Помимо операций в диспетчере файлов, при работе с SD-картой можно использовать операции STO (для сохранения объектов) и RCL (для загрузки объектов).

Сохранение объектов на SD-карте

Чтобы сохранить объект, воспользуйтесь функцией STO согласно приведенным ниже инструкциям.

- В алгебраическом режиме:
Введите объект, нажмите клавишу **STO**, введите название сохраняемого объекта с указанием порта 3 (например, **3 VAR1**), нажмите клавишу **ENTER**.
- В режиме RPN:
Введите объект, введите название сохраняемого объекта с указанием порта 3 (например, **3 VAR1**), нажмите клавишу **STO**.

Обратите внимание на то, что если название объекта, сохраняемого на SD-карте, окажется длиннее 8 символов, после сохранения на карте это название будет выводиться в формате DOS (т. е. в формате 8.3) при работе с портом 3 в диспетчере файлов.

Загрузка объекта с SD-карты

Чтобы загрузить объект с SD-карты на экран, воспользуйтесь функцией RCL согласно приведенным ниже инструкциям.

- В алгебраическом режиме:
Нажмите клавиши **← RCL**, введите название сохраненного объекта с указанием порта 3 (например, **3 VAR1**), нажмите клавишу **ENTER**.
- В режиме RPN:
Введите название сохраненного объекта с указанием порта 3 (например, **3 VAR1**), нажмите клавиши **← RCL**.

Команда RCL позволяет загружать переменные с указанием пути, например, в режиме RPN: **3 {path} ENTER RCL**. Путь, как и на DOS-накопителях, представляет собой последовательность имен каталогов, которые в совокупности обозначают положение переменной в дереве каталогов. Впрочем, некоторые переменные, сохраненные в объекте

резервной копии, невозможно загрузить, просто указав путь к ним. В данном случае следует загружать весь объект резервной копии (например, каталог), а затем вызывать отдельные переменные на экране.

Обратите внимание, что для объектов с длинными именами при вызове команды RCL можно указывать как полное название, так и название, усеченное до формата 8.3.

Удаление объекта с SD-карты

Чтобы удалить объект с SD-карты, воспользуйтесь функцией PURGE согласно приведенным ниже инструкциям.

- В алгебраическом режиме:
Нажмите клавиши **TOOL** **▣▣▣▣**, введите название сохраненного объекта с указанием порта 3 (например, **3:VAR1**), нажмите клавишу **ENTER**.
- В режиме RPN:
Введите название сохраненного объекта с указанием порта 3 (например, **3:VAR1**), и нажмите клавиши **TOOL** **▣▣▣▣**.



Обратите внимание, что для объектов с длинными именами при вызове команды PURGE можно указывать как полное название, так и название, усеченное до формата 8.3.

Удаление всех объектов с SD-карты путем форматирования

С SD-карты можно удалить сразу все объекты, отформатировав ее. При установке SD-карты в диспетчере файлов появляется дополнительный пункт меню **▣▣▣▣**. Если выбрать данный пункт, карта будет отформатирована заново – при этом с нее будут удалены все объекты.

Указание каталога на SD-карте

Калькулятор позволяет сохранять, загружать, вычислять и удалять объекты, находящиеся в каталогах на SD-карте. Обратите внимание на то, что при работе с объектами в корневом каталоге (на верхнем уровне) SD-карты используется клавиша **▣**, однако при работе с объектами в подкаталогах имя объекта, включающее в себе путь к

каталогу, необходимо заключить в кавычки с помощью клавиш   "".

Допустим, нам нужно сохранить объект под названием PROG1 в каталоге PROGS на SD-карте. Убедитесь, что этот объект находится на первом уровне стека, и нажмите следующие клавиши:


 ::    ""         
      

При этом объект, который до этого находился в стеке, будет сохранен на SD-карте в каталоге PROGS в виде объекта под названием PROG1.

Примечание. Если на карте нет каталога PROGS, он будет создан автоматически.

Калькулятор позволяет указывать любое количество вложенных каталогов. Например, ссылка на объект в подкаталоге третьего уровня будет иметь следующий вид:

:3:"DIR1/DIR2/DIR3/NAME"

Символ косой черты вводится с помощью клавиш   .



Глава 19

Библиотека формул

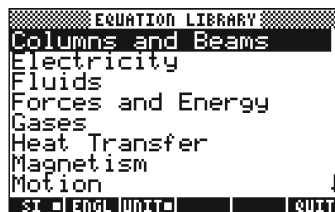
Библиотека формул – это набор формул и команд для решения несложных научных и инженерных задач. Эта библиотека содержит более 300 формул, которые сгруппированы в 15 технических разделов, включающих более 100 видов задач. Для каждого вида задач имеется одна или несколько формул, помогающих в решении.

Примечание. В примерах, приведенных в данной главе, предполагается, что калькулятор работает в режиме RPN, а системный флаг 117 установлен. (Флаг 117 следует устанавливать при использовании системы числового решения для решения задач с помощью формул из библиотеки формул.)

Пример. Рассмотрим набор формул из раздела Projectile Motion (Баллистическое движение).

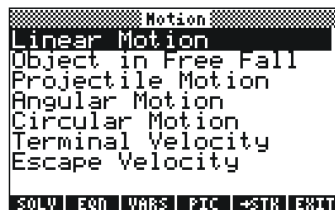
Этап 1. Установите для калькулятора режим вывода чисел с фиксированной десятичной точкой и 2 десятичными знаками и вызовите программу библиотеки формул. (Если обозначения клавиш экранного меню  и  не отмечены квадратиками, нажмите каждую из этих клавиш по одному разу.)

MODE  ALPHA F  2 ENTER
APPS  ENTER  

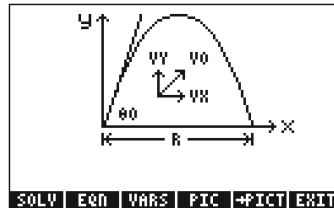


Этап 2. Выберите категорию задач Motion (Движение) и откройте ее каталог.

ALPHA (M)  ENTER



Этап 3. Выберите пункт Projectile Motion (Баллистическое движение) и посмотрите на диаграмму, описывающую задачу.



Этап 4. Просмотрите пять формул из раздела Projectile Motion. Все эти пять формул дополняют друг друга при поиске значений недостающих переменных (см. пример ниже).



```
5. OF 5. *
R = (v0^2 / g) * SIN(2*theta0)
```

Этап 5. Просмотрите переменные, используемые в данном наборе формул.



(по мере необходимости используйте клавиши \uparrow и \downarrow)

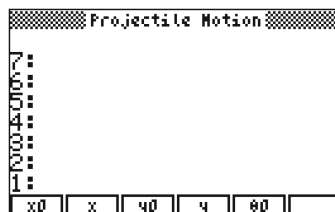
```
Projectile Motion
x0: init x-position
x: final x-position
y0: init y-position
y: final y-position
theta0: initial angle
v0: initial velocity
vx: x-velocity
vy: y-velocity
```

Теперь попробуем применить эти формулы для решения задач из приведенного ниже примера.

Пример. Согласно расчетам, среднестатистический профессиональный футболист может послать футбольный мяч через поле на расстояние (R) 65 метров с углом подъема (θ_0) в 50 градусов. С какой скоростью (v_0) вратарь бьет по мячу? На какой высоте будет находиться мяч, пролетевший половину своего пути? На какое расстояние футболист сможет послать мяч, если скорость удара будет той же, однако угол подъема составит 30 градусов? (Не учитывайте в расчетах сопротивление воздуха.)

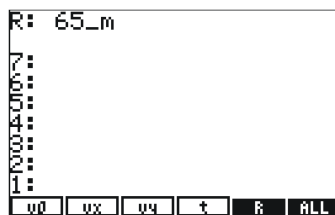
Этап 1. Начните решение задачи.

SOLVE



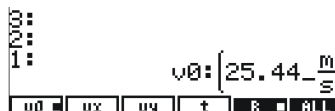
Этап 2. Введите известные значения, нажимая клавиши экранного меню, соответствующие переменным. (Можно допустить, что значения x_0 и y_0 равны нулю.) Обратите внимание, что при сохранении значений метки экранного меню становятся черными. (Чтобы увидеть переменные, которые отображались сначала, потребуется нажать клавишу **(NXT)**.)

0 **(v0)** 0 **(y0)** 50 **(v0)**
(NXT) 65 **(R)**



Этап 3. Найдите решение для скорости v_0 . (Чтобы найти решение для определенной переменной, нажмите клавишу **(←)**, а затем клавишу экранного меню, соответствующую этой переменной.)

(←) **(v0)**



Этап 4. Загрузите значение расстояния R , разделите его на 2, чтобы получить половинное расстояние, и введите его в калькуляторе в качестве координаты x . Обратите внимание на то, что нажатие клавиши экранного меню для переменной вместе с клавишей правого регистра заставляет калькулятор загрузить значение соответствующей переменной в стек. (Квадратик после буквы R на обозначении клавиши экранного меню показывает, что эта переменная использовалась в предыдущих расчетах.)



```

x: 32.50_m
v0:
1:
v0: (25.44_m/s)
x0 x y0 4 00

```

Этап 5. Найдите решение для высоты y . Обратите внимание, что по мере необходимости калькулятор находит значения и для других переменных (это обозначается квадратиками) в процессе поиска решения для указанной переменной.









```

1: y:(19.37_m)
x0 x y0 4 00

```

Этап 6. Введите новое значение угла подъема (30 градусов), сохраните ранее вычисленную начальную скорость (v_0) и найдите решение для R .

30 
  
 

```

1: R:(57.16_m)
v0 vx vy t R ALL

```

Дополнительные сведения

Дополнительные сведения о библиотеке формул см. в главе 27 руководства пользователя калькулятора.

Ограниченная гарантия

Графический калькулятор HP 50g. Гарантийный срок: 12 месяцев

1. Компания HP гарантирует Вам, 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 либо отремонтирует, либо заменит изделия с дефектами. Заменяющие изделия могут быть либо новыми, либо аналогичными новым по состоянию.
2. Компания HP гарантирует, что программное обеспечение HP будет исправно выполнять свои программные инструкции в течение указанного выше срока со дня приобретения и при правильной установке и эксплуатации не будет иметь 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 инструкции из-за подобных дефектов.
3. Компания HP не гарантирует бесперебойной и безошибочной работы своих изделий. Если компания HP в течение разумного времени не сможет отремонтировать или заменить какое-либо изделие в соответствии с гарантией, покупателю будет предложено возмещение стоимости приобретения изделия в случае своевременного возврата изделия с приложением документов, подтверждающих приобретение.
4. Изделия компании HP могут включать в себя восстановленные детали, по характеристикам аналогичные новым; кроме того, может оказаться, что изделия подвергались несистематическому использованию.
5. Гарантия не распространяется на дефекты, связанные с (a) неправильными или несвоевременными операциями обслуживания или калибровки, (b) использованием программ, интерфейсов, деталей или расходных материалов, не относящихся к числу поставляемых компанией HP, (c) несанкционированной модификацией или использованием не по назначению, (d) эксплуатацией в условиях, не соответствующих указанным для данного изделия, (e) неправильной подготовкой или обслуживанием места эксплуатации.

6. КОМПАНИЯ HP НЕ ЗАЯВЛЯЕТ НИ О КАКИХ ИНЫХ ПРЯМЫХ ГАРАНТИЯХ ИЛИ УСЛОВИЯХ В ПИСЬМЕННОЙ ИЛИ УСТНОЙ ФОРМЕ. В ТОЙ СТЕПЕНИ, В КОТОРОЙ ЭТО РАЗРЕШЕНО МЕСТНЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ, ВСЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ПРИГОДНОСТИ К ПРОДАЖЕ, УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА ИЛИ ПРИГОДНОСТИ К КОНКРЕТНОЙ ЦЕЛИ ОГРАНИЧИВАЮТСЯ УКАЗАННЫМ ВЫШЕ СРОКОМ ПРЯМОЙ ГАРАНТИИ. В некоторых странах, штатах и провинциях не разрешено ограничение подразумеваемой гарантии, так что вышеупомянутое ограничение может не распространяться на Вас. Эта гарантия дает Вам определенные юридические права; кроме того, у Вас могут быть иные права, оговоренные в законах конкретной страны, штата или провинции.
7. В ТОЙ СТЕПЕНИ, В КОТОРОЙ ЭТО РАЗРЕШЕНО МЕСТНЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ, СРЕДСТВА, ДОСТУПНЫЕ ВАМ СОГЛАСНО ЭТОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ДОГОВОРУ, ЯВЛЯЮТСЯ ЕДИНСТВЕННЫМИ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫМИ. КОМПАНИЯ HP И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ, ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ВЫШЕУПОМЯНУТЫХ СИТУАЦИЙ, НЕ БУДУТ НЕСТИ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА УTRATУ ДАННЫХ ИЛИ ЗА ПРЯМОЙ, НАМЕРЕННЫЙ, СЛУЧАЙНЫЙ, КОСВЕННЫЙ (ВКЛЮЧАЯ ПОТЕРЮ ПРИБЫЛИ ИЛИ ДАННЫХ) И ПРОЧИЙ УЩЕРБ НА ОСНОВАНИИ ДОГОВОРА, ДЕЛИКТА И ИНЫХ УСЛОВИЙ. В некоторых странах, штатах и провинциях не разрешено исключение или ограничение подразумеваемой ответственности за случайный или косвенный ущерб, так что вышеупомянутое ограничение может не распространяться на Вас.
8. Единственные гарантии, распространяющиеся на изделия и услуги компании HP, описаны в прямых гарантийных договорах, сопровождающих эти изделия и услуги. Компания HP не должна нести ответственности за технические или редакторские ошибки и упущения в этом документе.

ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ С КЛИЕНТАМИ В АВСТРАЛИИ И НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ: УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ, ОПИСАННЫЕ В ЭТОМ ДОГОВОРЕ, ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ТЕХ СЛУЧАЕВ, КОГДА ЭТО РАЗРЕШЕНО ЗАКОНАМИ, НЕ ИСКЛЮЧАЮТ, НЕ ОГРАНИЧИВАЮТ И НЕ ИЗМЕНЯЮТ, А ДОПОЛНЯЮТ СОБОЙ ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ЗАКОННЫЕ ПРАВА, СВЯЗАННЫЕ С ПРОДАЖЕЙ ЭТОГО ИЗДЕЛИЯ ВАМ.

Центры обслуживания

Европа

Страна	Номера телефонов
Австрия	+43-1-3602771203
Бельгия	+32-2-7126219
Дания	+45-8-2332844
Страны Восточной Европы	+420-5-41422523
Финляндия	+358-9-640009
Франция	+33-1-49939006
Германия	+49-69-95307103
Греция	+420-5-41422523
Голландия	+31-2-06545301
Италия	+39-02-75419782
Норвегия	+47-63849309
Португалия	+351-229570200
Испания	+34-915-642095
Швеция	+46-851992065
	+41-1-4395358 (нем. язык)
Швейцария	+41-22-8278780 (фр. язык)
	+39-02-75419782 (ит. язык)
Турция	+420-5-41422523
Великобритания	+44-207-4580161
Чехия	+420-5-41422523
ЮАР	+27-11-2376200
Люксембург	+32-2-7126219
Другие страны Европы	+420-5-41422523
Страна	Номера телефонов

Тихоокеанская Азия

**Латинская
Америка**

Австралия	+61-3-9841-5211
Сингапур	+61-3-9841-5211
Страна	Номера телефонов
Аргентина	0-810-555-5520
Бразилия	Сан-Пауло 3747-7799; др. обл. 0-800-157751
Мексика	Мехико 5258-9922; др. обл. 01-800-472-6684
Венесуэла	0800-4746-8368
Чили	800-360999
Колумбия	9-800-114726
Перу	0-800-10111
Центральная Америка и Карибский бассейн	1-800-711-2884
Гватемала	1-800-999-5105
Пуэрто-Рико	1-877-232-0589
Коста-Рика	0-800-011-0524

**Северная
Америка**

Страна	Номера телефонов
США	1800-HP INVENT
Канада	(905) 206-4663 or 800- HP INVENT

Самую свежую информацию об обслуживании и поддержке см. по адресу <http://www.hp.com>.

Соответствие нормативным требованиям

Заявление Федеральной комиссии связи США

Данное устройство было протестировано и признано соответствующим допустимым характеристикам для цифровых устройств класса В согласно части 15 Правил Федеральной комиссии связи США (FCC). Эти допустимые характеристики призваны обеспечить достаточную защиту от вредных помех при установке в жилых помещениях. Данное устройство генерирует, использует и может излучать энергию в диапазоне радиоволн. При несоблюдении инструкций по установке и эксплуатации оно способно создать вредные помехи для средств радиосвязи. Впрочем, нет никакой гарантии, что помехи не возникнут при установке конкретного устройства. Если данное устройство создает помехи для теле- и радиоприема (это можно определить, включая и выключая устройство), пользователю предлагается попытаться устранить эти помехи, приняв какие-либо из перечисленных ниже мер:

- измените положение или ориентацию приемной антенны;
- увеличьте расстояние между данным устройством и приемником;
- подключите данное устройство и приемник к розеткам, связанным с разными линиями питания;
- обратитесь за помощью к поставщику или к специалисту по радиосвязи и телевидению.

Модификации

В соответствии с правилами FCC пользователя необходимо уведомить о том, что любые изменения или модификации в конструкции устройства, сделанные без явного разрешения компании Hewlett-Packard, могут лишить пользователя права на эксплуатацию данного устройства.

Кабели

Чтобы обеспечить соответствие правилам и нормам FCC, для соединения данного устройства с другим оборудованием необходимо использовать экранированные кабели с металлическими колпачками разъемов, защищающими от радиочастотных и электромагнитных помех.

**Заявление о соответствии
для изделий, помеченных логотипом FCC,
только для США**

Данное устройство соответствует части 15 Правил FCC. Эксплуатация данного устройства должна проводиться с соблюдением двух следующих условий: (1) данное устройство не должно создавать вредных помех; (2) данное устройство должно принимать все полученные помехи, в том числе и такие, которые могут вызвать сбои в работе.

Письма со всеми вопросами в отношении данного изделия, не связанными с этим заявлением, направляйте по адресу:

Hewlett-Packard Company
P. O. Box 692000, Mail Stop 530113
Houston, TX 77269-2000

Письма с вопросами по поводу данного заявления 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, назовите нанесенный на него артикул, номер серии или номер модели.

Замечание для Канады

Этот цифровой прибор класса В 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.

Замечание о нормативных актах для Европейского Союза

Данное изделие отвечает требованиям следующих директив ЕС:

- директива о низковольтном оборудовании 73/23/ЕЕС;
- директива об ЭМС 89/336/ЕЕС.

Соответствие этим директивам подразумевает соответствие применимым согласованным европейским стандартам (европейским нормам), которые перечислены в Заявлении о соответствии

требованиям ЕС, выпущенном компанией Hewlett-Packard для данного изделия или семейства изделий.

На данное соответствие указывает следующая маркировка, нанесенная на изделие:



Hewlett-Packard GmbH, HQ-TRE, Herrenberger Strasse 140, 71034 Boeblingen, Германия

Замечание 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ください。

Замечание для Кореи

B급 기기 (가정용 정보통신기기)

이 기기는 가정용으로 전자파적합등록을 한 기기로서 주거지역에서는 물론 모든지역에서 사용할 수 있습니다.

Утилизация отслужившего оборудования пользователями в частных домовладениях стран Европейского Союза



Данный символ на самом изделии или его упаковке обозначает, что это изделие запрещается утилизировать вместе с бытовым мусором. Вместо этого пользователь обязан отправить утилизируемое оборудование в специальный пункт приема отслужившего электрического и электронного оборудования, предназначенного для переработки. Отдельный сбор и переработка отслужившего оборудования при его утилизации помогут защитить природные ресурсы и гарантируют его переработку безопасным для здоровья людей и окружающей среды способом. За дополнительными сведениями о пунктах приема отслужившего оборудования следует обращаться в местное отделение компании, в муниципальную мусороуборочную службу или в тот магазин, где было приобретено изделие.

Содержание перхлората – особые условия утилизации

В резервном аккумуляторе, обеспечивающем питание памяти данного калькулятора, может содержаться перхлорат, поэтому калькулятор может потребовать соблюдения особых условий при переработке или утилизации в Калифорнии.