

9. Довідковий матеріал

9.1 Скорочений список основних функцій Maxima

Функція чи змінна	Короткий опис
' , '' , , %	найпростіші команди
addcol	Функція додає стовпець до матриці
addrow	Функція додає рядок до матриці
algsys	Функція вирішує поліноміальні системи рівнянь. Допускаються системи з одного рівняння з однією невідомою. Крім того, допускаються не до певних систем
allroots	Функція, яка знаходить і друкує все (у тому числі і комплексне) коріння поліноміального рівняння з дійсними або комплексними коефіцієнтами
antidiff	Функція виконує інтегрування виразів з довільними функціями, перед першим викликом слід завантажити пакет <code>antid</code>
append	Функція дозволяє склеювати два списки
arrayinfo	Функція друкує інформацію про масив - його вид, число індексів, розмір
arrays	Змінна містить список імен масивів першого та другого видів, визначених на даний момент
array	Функція визначає масив з цим ім'ям, певною кількістю індексів та заданим розміром
assume	Функція вводить інформацію про змінну до бази даних
atom	Функція повертає <i>true</i> , якщо аргумент немає структури, тобто. складових частин (наприклад, число чи змінна немає структури).
atvalue	Функція дозволяє встановити значення функції та її похідних при деяких значеннях аргументів
at	Функція обчислює значення вираження у заданій точці з урахуванням властивості
augmented_lagrangian_method	Функція здійснює мінімізацію ФНП з обмеженнями
batch	Функція запускає файл із програмою. Оператори

Функція чи змінна	Короткий опис
	виконуються один за одним або до кінця файлу, або до синтаксичної помилки, або до некоректної операції
bc2	Функція дозволяє врахувати крайові умови у рішеннях диференціальних рівнянь другого порядку
cabs	Функція повертає модуль комплексного виразу
carg	Функція повертає фазу комплексного виразу
cfdisrep	Функція перетворює список (як правило результат виконання функції cf) у власне ланцюговий дріб
cf	Функція Створює ланцюговий дріб, що апроксимує цей вираз. Вираз має складатися з цілих чисел, квадратних коренів цілих чисел та знаків арифметичних операцій. Результат, що повертається — список
cfdirep	Функція перетворює список у власне ланцюговий дріб
changevar	реалізує заміну змінних в інтегралі
charpoly	Функція є до певної міри надмірною - вона обчислює характеристичний поліном матриці (коріння цього полінома - власні значення матриці)
closefile	Функція припиняє виведення файлу
COL	Функція виділяє заданий стовпець матриці
combine	Функція поєднує доданки з ідентичним знаменником
compile	Функція спочатку трансліює функцію Maxima на мову LISP, а потім компілює цю функцію LISP до двійкових кодів і завантажує їх в пам'ять
conjugate	Функція для обчислення комплексно-сполучених виразів
cons	Функція дозволяє додавати елемент до початку списку
contrib_ode	Функція вирішує диференціальні рівняння (більше можливостей, ніж у ode2)
copylist	Функція створює копію списку
create_list	Функція створює список

Функція чи змінна	Короткий опис
copymatrix	Функція Створює копію матриці
cspline	Функція будує сплайн-інтерполяцію
define	Функція дозволяє перетворити вираз на функцію
demoivre	Функція замінює всі експоненти з уявними показниками на відповідні тригонометричні функції
denom	Функція виділяє знаменник
depends	Функція дозволяє декларувати, що змінна залежить від однієї чи кількох інших змінних
desolve	Функція вирішує диференціальні рівняння та системи диференціальних рівнянь методом перетворення Лапласа
determinant	Функція обчислює детермінант матриці
diff	Функція виконує диференціювання
display2d	Змінна включає або вимикає "двовимірне" малювання дробів, ступенів тощо. Спочатку встановлено значення <i>true</i>
display	Функція друкує значення своїх аргументів разом із їхнім ім'ям, кожне в окремому рядку
disp	Функція друкує значення своїх аргументів, причому кожне значення друкується в окремому рядку
divide	Функція дозволяє обчислити приватне та залишок від поділу одного багаточлена на інший
draw2d	будує двовимірні графіки
draw3d	будує тривимірні графіки
echelon	Функція перетворює матрицю до верхньої трикутної
eigenvalues	Функція аналітично обчислює власні значення матриці
eigenvectors	Функція аналітично обчислює власні значення та власні вектори матриці, якщо це можливо
eliminate	Функція виключає із системи рівнянь зазначені змінні. Рівняння, що залишилися, приводяться до вигляду з нульовою правою частиною, яка опускається
endcons	Функція дозволяє додавати елемент до кінця списку

Функція чи змінна	Короткий опис
ev	Функція є основною функцією, що обробляє вирази
expand	Функція розкриває дужки
exponentialize	Функція наводить комплексний вираз до експоненційної форми
express	Функція перетворює диференціальні оператори на вирази
factor	Функція представляє у вигляді добутку деяких співмножників заданий вираз
factorsum	Функція факторизує окремі доданки у виразі
fillarray	Функція дозволяє заповнювати одноіндексні масиви третього виду зі списку
find_root	Функція знаходить корінь рівняння на заданому інтервалі методом поділу відрізка навпіл
first	Функція виділяє перший елемент списку
float	Функція конвертує будь-які числа у виразах у числа машинної точності
fourier	Функція дозволяє обчислити коефіцієнти ряду Фур'є
foursimp	Функція дозволяє спростити коефіцієнти ряду Фур'є
fullratsimp	Функція викликає функцію <i>ratsimp</i> доти, доки вираз не перестане змінюватися
genmatrix	Функція повертає матрицю заданої розмірності, складену з елементів індексного масиву
gfactorsum	Функція представляє у вигляді співмножників доданки з комплексними числами
gfactor	Функція представляє у вигляді співмножників вираз із комплексними числами
gradef	Функція визначає результат диференціювання функції за своїми аргументами
gramschmidt	Функція обчислює ортонормовану систему векторів
ic1	Функція дозволяє врахувати початкову умову у рішеннях диференціальних рівнянь першого порядку
ic2	Функція дозволяє врахувати початкові умови у

Функція чи змінна	Короткий опис
	рішеннях диференціальних рівнянь другого порядку
ident	Функція повертає одиничну матрицю заданої розмірності
ilt	Функція реалізує зворотне перетворення Лапласа
imagpart	Функція повертає дійсну частину виразу
integrate	Функція виконує інтегрування заданого виразу вказаної змінної (невизначена константа не додається). Можна також вказати межі інтегрування – у цьому випадку обчислюється певний інтеграл
invert	функція виконує звернення матриці
join	функція виконує компонування списків
kill	Функція знищує всю інформацію (як властивості, так і надане значення) про об'єкт або декілька об'єктів
lagrange	Функція будує інтерполяцію поліномом Лагранжа
lambda	створює лямбда-вираз (безіменну функцію). Лямбда-вираз може використовуватися в деяких випадках як звичайна функція
laplace	Функція реалізує пряме перетворення Лапласа
last	Функція виділяє останній елемент списку
lbfgs	Функція здійснює мінімізацію ФНП
ldisplay	Функція друкує значення своїх аргументів разом з їх ім'ям та мітками " ",
ldisp	Функція друкує значення своїх аргументів разом із позначками " "
length	Функція повертає довжину списку
lhs	Функція виділяє ліву частину рівняння
limit	функція здійснює обчислення меж
linearinterpol	Функція будує лінійну інтерполяцію
linsolve	Функція вирішує системи лінійних та поліноміальних рівнянь. Допускаються недовизначені системи
listarray	Функція друкує вміст масивів першого та

Функція чи змінна	Короткий опис
	другого видів
load	Функція завантажує той чи інший файл: <i>load(some file)</i> ; Тип завантаження залежить від типу файлу (макрос Maxima, програма Lisp, бінарний файл)
logcontract	Функція компактифікує логарифми у цьому виразі
make_array	Функція створює масиви третього вигляду, вміст яких друкується автоматично
makelist	Функція дозволяє створювати списки
map	Функція застосовує задану функцію кожного елемента списку
matrix	Функція повертає матрицю, задану поелементно
matrixmap	Функція для заповнення матриці значеннями певної функції
mattrace	Функція обчислює слід матриці (суму діагональних елементів)
max	перебирає свої аргументи та знаходить максимальну кількість
member	Функція повертає <i>true</i> , якщо її перший аргумент є елементом заданого списку, та <i>false</i> в іншому випадку
min	перебирає свої аргументи і знаходить мінімальну кількість
minor	обчислює мінори матриці
mnewton	Функція знаходить корінь системи рівнянь багатовимірним методом Ньютона. Для використання функції потрібно спочатку завантажити пакет mnewton
multthru	Функція множить кожне доданок у сумі на множник, причому при множенні дужки у виразі не розкриваються
Newton	Функція знаходить корінь зазначеної функції методом Ньютона
nroots	Функція, яка повертає кількість дійсних коренів поліноміального рівняння з дійсними коефіцієнтами, які локалізовані у вказаному інтервалі

Функція чи змінна	Короткий опис
num	Функція виділяє чисельник
ode2	Функція вирішує диференціальні рівняння першого та другого порядків
odelin	Функція вирішує однорідні лінійні рівняння першого та другого порядку, та повертає фундаментальне рішення ОДУ
pade	Функція апроксимує відрізок ряду Тейлора дробно-раціональною функцією
part	Функція дозволяє виділити той чи інший елемент частину списку
plog	представляє основну галузь комплексного логарифму
plot2d, wxplot2d	будує двовимірні графіки
plot3d, wxplot3d	будує тривимірні графіки
polarform	Функція наводить комплексний вираз до тригонометричної форми
polyfactor	Змінна визначає форму видачі функції <i>allroots</i>
powerseries	Функція будує розкладання в статечний ряд
print	друкує значення всіх своїх аргументів в один рядок
product	Функція реалізує цикл множення
properties	Функція друкує властивості змінної
radcan	Функція спрощує вирази з вкладеними степенями та логарифмами
ratepsilon	Змінна задає точність перетворення дійсного числа в раціональне
ratexpand	Функція розкриває дужки у виразі. Відрізняється від функції <i>expand</i> тим, що наводить вираз до канонічної форми
ratfac	Змінна включає або вимикає часткову факторизацію виразів при зведенні до CRE. Спочатку встановлено значення <i>false</i>
ratsimpexpons	Змінна керує спрощенням показників ступеня у виразах
ratsimp	Функція приводить усі шматки (у тому числі аргументи функцій) виразу, який не є дробово-раціональною функцією, до канонічного

Функція чи змінна	Короткий опис
	уявлення, виробляючи спрощення, які не робить функція <i>rat</i> . Повторний виклик функції може змінити результат, тобто. спрощення не йде до кінця
ratsubst	Функція Реалізує синтаксичну підстановку для раціональних виразів
ratvars	Функція дозволяє змінити алфавітний порядок "головності" змінних, прийнятий за умовчанням
rat	Функція наводить вираз до канонічного подання і забезпечує його міткою $/R/$. Вона полегшує будь-який вираз, розглядаючи його як дробно-раціональну функцію, тобто. працює з арифметичними операціями та зі зведенням у цілий ступінь
realpart	Функція повертає дійсну частину комплексного виразу
read	основна функція для зчитування висловів, що вводяться користувачем
read_matrix, read_list	функція для введення масивів чисел
realroots	Функція видає дійсне коріння поліноміального рівняння з дійсними коефіцієнтами
rectform	Функція Наводить комплексний вираз до алгебраїчної форми
remarray	Функція знищує масив чи масиви
remove	Функція видаляє властивість змінної
residue	Функція дозволяє обчислювати відрахування на комплексній площині
rest	Функція виділяє залишок після видалення першого списку
reverse	Функція змінює порядок елементів у списку на зворотний
rhs	Функція виділяє праву частину рівняння
romberg	Функція чисельно знаходить певний інтеграл функції заданому відріzk. У цьому використовується алгоритм Ромберга
rk	Функція реалізує метод Рунге-Кутта рішення ОДУ

Функція чи змінна	Короткий опис
row	Функція виділяє заданий рядок матриці
save	зберігає поточні значення робочої області у файл
solve	Функція вирішує рівняння та системи рівнянь
sort	Функція упорядковує елементи списку
sublist	Функція складає список тих елементів вихідного списку, для яких задана логічна функція повертає значення <i>true</i> .
submatrix	Функція виділяє з матриці підматрицю
subst	Функція Реалізує синтаксичну підстановку
Sum	Функція реалізує цикл підсумовування
taylor	Функція Повертає розкладання функції до ряду Тейлора
tlimit	Функція відрізняється від функції <i>limit</i> тільки алгоритмом - вона використовує розкладання виразу в ряд Тейлора
totalfourier	Функція дозволяє вирахувати побудувати ряд Фур'є
translate	Функція транслює функцію Maxima на мову LISP
transpose	Функція транспонує матрицю
trigexpand	Змінна керує роботою функції <i>trigexpand</i>
trigexpand	Функція розкладає всі тригонометричні функції від сум до сум творів тригонометричних функцій
trigreduce	Функція згортає всі твори тригонометричних функцій у тригонометричні функції від сум
trigsimp	Функція лише застосовує до виразу правило $\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$
trirat	Функція намагається звести вираз із тригонометричними функціями до якогось універсального канонічного виду (загалом, намагається спростити вираз)
uniteigenvectors	Функція відрізняється від функції <i>eigenvectors</i> тим, що повертає нормовані на одиницю власні вектори
writefile	Функція починає запис вихідних даних Maxima

Функція чи змінна	Короткий опис
	у вказаний файл
write_matrix, write_list	функція для виведення масивів чисел
xthru	Функція наводить вираз до спільного знаменника, не розкриваючи дужок і не факторизуючи доданки
zeromatrix	Функція повертає матрицю заданої розмірності, складену з нулів
' '	Дві одиночні лапки "a" викликають додаткове обчислення у момент обробки a
'	Одиночна лапка ' запобігає обчисленню

9.2 Перелік основних пакетів розширення Maxima

Найменування пакету	Короткий опис функцій пакету
augmented_lagrangian	Мінімізація функції кількох змінних з обмеженнями методом невизначених множників Лагранжа (використовується спільно з lbfgs)
bode	Побудова діаграм Боде (взькоспеціальний пакет)
contrib_ode	Додаткові функції для аналітичного вирішення звичайних диференціальних рівнянь
descriptive	Описова статистика, оцінка параметрів розподілу (генеральної сукупності) за вибіркою
diag	Пакет для операцій із деякими видами діагональних матриць
distrib	Пакет, що містить функції для розрахунку різних розподілів ймовірностей та їх параметрів (нормальний розподіл, розподіл Стюдента тощо)
draw	Інтерфейс Maxima-Gnuplot. Призначений для підготовки ілюстрацій поліграфічної якості
Dynamics	Різні функції, зокрема. графічні, що відносяться до моделювання динамічних систем та фракталів

Найменування пакету	Короткий опис функцій пакету
f90	Експорт коду Maxima до коду на Фортран90
ggf	Пакет включає єдину функцію, що дозволяє оперувати з функціями послідовностей, що виробляють (вузькоспеціальний пакет)
graphs	Пакет, що включає функції для роботи з графами
grobner	Функції для того, щоб працювати з базисом Гребнера (Groebner)
Impdiff	обчислення похідних неявних функцій кількох змінних
implicit_plot	Графіки неявних функцій
interpol	Пакет, що включає функції інтерполяції (лінійної, Лагранжа поліномами, сплайнами)
lapack	Функції пакета Lapack для вирішення задач лінійної алгебри
Lbfgs	пакет мінімізації функцій кількох змінних квазиньютонівським методом (L-BFGS)
lindstedt	Пакет, розрахований на інтерпретацію деяких типів початкових умов для ОДУ, що описують коливання
lsquares	Функції оцінки параметрів різних залежностей методом найменших квадратів
makeOrders	Пакет включає одну функцію для операцій із поліномами
mnewton	Метод Ньютона на вирішення систем нелінійних рівнянь
numericalio	Читання та запис файлів (переважно з матричними числовими даними)
opsubst	Пакет містить одну функцію <i>opsubst</i> , що дозволяє виконувати заміну у виразах (за можливостями мало відрізняється від <i>subst</i>)
ортополі	Пакет, що містить функції для операцій з ортогональними поліномами (Лежандра, Чебишева та ін.)
plotdf	Пакет, що дозволяє будувати поле напрямків для вирішення автономних систем (цікавий, але досить вузькоспеціальний пакет)
romberg	Пакет, що включає низку функцій для

Найменування пакету	Короткий опис функцій пакету
	чисельного інтегрування
simplex	Пакет, призначений для вирішення задач лінійного програмування
solve_rec	Пакет, що містить функції для спрощення рекурентних виразів
stats	Пакет, що включає функції статистичної перевірки гіпотез (про рівність математичних очікувань чи дисперсій вибірок тощо).
stirling	Розрахунок гамма-функції
stringproc	Пакет, що включає функції обробки рядків
unit	Пакет, що включає функції для операцій з одиницями виміру
zeilberger	Функції для гіпергеометричного підсумовування

9.3 Список основних математичних констант, доступних Maxima

Позначення в Maxima	Математичний зміст
%e	основа натуральних логарифмів
%i	уявна одиниця ($\sqrt{-1}$)
inf	негативна нескінченність (на дійсній осі)
infinite	нескінченність (на комплексній площині)
%phi	Золотий перетин (ϕ)
%pi	Постійна π - Відношення довжини кола до її діаметру
%gamma	Постійна Ейлера (γ)
false, true	логічні (бульові) величини

9.4 Список основних математичних функцій, доступних Maxima

Позначення в Maxima	Математичний зміст
abs	абсолютна величина
acos	арккосинус
acosh	зворотний гіперболічний косинус
acot	арккотангенс

acsc	арккосеканс
asec	арксеканс
asin	арксинус
asinh	зворотний гіперболічний синус
atan	арктангенс
atanh	зворотний гіперболічний тангенс
ceiling	округлення до цілого з надлишком
cos	косинус
cosh	гіперболічний косинус
cot	котангенс
csc	косеканс
exp	експонента
fix	ціла частина
float	перетворення до формату з плаваючою точкою
floor	округлення до цілого з нестачею
log	натуральний логарифм
sec	секанс
sin	синус
sinh	гіперболічний синус
sqrt	квадратний корінь
tan	тангенс
tanh	гіперболічний тангенс

Література

- 1 Документація за поточною версією пакету – <http://maxima.sourceforge.net/docs/manual/en/maxima.html>
- 2 1. Computer Algebra: An Algorithm-Oriented Introduction, Wolfram Koepf, Springer, 2021. 394 p.
- 3 2. Mathematical Analysis in Interdisciplinary Research, Ioannis N. Parasidis, Efthimios Providas, Themistocles M. Rassias, Springer, 2022. 1050 p.
- 4 3. Data Engineering and Data Science: Concepts and Applications, Kukatlappalli Pradeep Kumar, Aynur Unal, Vinay Jha Pillai, Hari Murthy, M. Niranjanamurthy, Wiley-Scrivener, 2023. 467 p.
- 5 Статті Тихона Тарнавського - <http://maxima.sourceforge.net/ua/maxima-tarnavsky-1.html>
- 6 Gilberto E. Urroz <http://www.neng.usu.edu/cee/faculty/gurro/Maxima.html>