УНИВЕРСАЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ И УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИСКЛЮЧЕНИЯ НЕИЗВЕСТНЫХ

Груздов Андрей Викторович

главный инженер ООО «РусПромХолод»

РФ, р. Башкортостан, с. Иглино

E-mail: andrj169@gmail.com

Березин Сергей Викторович

Начальник отдела сбыта ООО ТД Иглинские весы

РФ, р. Башкортостан, с. Иглино

E-mail: bkcru@bk.ru

Березин Алексей Владимирович

ИП Березин А. В., кадастровый инженер

РФ, р. Башкортостан, с. Иглино

E-mail: berezin0278@yandex.ru

Березин Павел Владимирович

Инженер связи АО «Уфанет»

РФ, р. Башкортостан, с. Иглино

E-mail: pavel.bash@mail.ru

UNIVERSAL FUNCTION AND UNIVERSAL METHODS FOR ELIMINATING UNKNOWN

Gruzdov Andrey Viktorovich

Chief Engineer of RusPromHolod LLC

RF, r. Bashkortostan, p. Iglino

E-mail: andrj169@gmail.com

Berezin Sergey Viktorovich

Head of Sales Department, LLC TD Iglinskie Scales

RF, r. Bashkortostan, p. Iglino

E-mail: bkcru@bk.ru

Berezin Alexey Vladimirovich

IP Berezin A.V., cadastral engineer

RF, r. Bashkortostan, p. Iglino

E-mail: berezin0278@yandex.ru

Berezin Pavel Vladimirovich

Communication engineer at Ufanet JSC

RF, r. Bashkortostan, p. Iglino

E-mail: pavel.bash@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Найден абсолютный ультрарадикал, с его помощью аналитически определяются все корни трёхчленного алгебраического уравнения. Открыт закон расположения корней алгебраических уравнений кистями. Открыта операция слияние функций. С её помощью аналитически определяются корни многочленов с любым количеством членов. Открыта универсальная функция. Найдена ультрафункция Ламберта, с её помощью определяются корни многочленов второго рода. Разработаны новые методы исключения неизвестных в системах уравнений.

ABSTRACT

An absolute ultraradical is found, with its help all roots of a three-term algebraic equation are determined analytically. The law of the location of roots of algebraic equations with brushes was discovered. The function merge operation is open. With its help, the roots of polynomials with any number of terms are analytically determined. A universal function has been opened. The Lambert ultrafunction is found, with its help the roots of polynomials of the second kind are determined. New methods have been developed for eliminating unknowns in systems of equations.

Ключевые слова: ультрарадикал; расширенная функция Ламберта; операция слияние функций; универсальная функция; закон расположения корней алгебраических уравнений кистями; системы уравнений; ветви корней.

Key words: ultraradical; extended Lambert function; function merging operation; universal function; the law of arrangement of roots of algebraic equations with brushes; systems of equations; root branches.

Универсальная функция

В 2023 году была найдена функция $mts_{m,t,s}(x)$ – сборная Тейлора и Маклорена. Она имеет один рабочий и три базовых параметра (три параметра основания). Эта сборная имеет множество интересных свойств.

Если ни один базовый параметр не равен нулю, эта функция является ультрарадикалом. С его помощью аналитически определяются все корни многочлена первого рода – алгебраического уравнения с любыми степенями, в том числе дробными, отрицательными и комплексными.

Если обнулить только левый базовый параметр m, сборная работает как ультрафункция Ламберта. С её помощью определяются корни многочлена второго рода.

Если обнулять другие параметры основания, сборная превращается в другие функции или в степенные операции.

В этом же году была найдена операция слияние функций. С помощью этой операции можно обрабатывать любое количество членов уравнения одновременно.

Степенной ряд сборной очень простой. Именно благодаря такому принципу, превращение сборной в другие функции и операции происходит при обычном обнулении одного или двух базовых параметров.

$$\begin{aligned} mts_{m,t,s}(x) = t + x + \frac{(-m+t+2s)x^2}{2} + \frac{(-m+t+3s)(-2m+t+3s)x^3}{3!} \\ + \frac{(-m+t+4s)(-2m+t+4s)(-3m+t+4s)x^4}{4!} \\ + \frac{(-m+t+5s)(-2m+t+5s)(-3m+t+5s)(-4m+t+5s)x^5}{5!} \\ + \cdots \end{aligned}$$

$$\left(mts_{m,1,s}(x)\right)^c = mts_{\frac{m}{c},1,\frac{s}{c}}(cx)$$

$$c \times mts_{m,0,s}(x) = mts_{\frac{m}{c},0,\frac{s}{c}}(cx)$$

000	$mts_{0,0,0}(x) = x$

100	$\ln(1+x) = mts_{1,0,0}(x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} + \cdots$
101	$-\ln(1-x) = mts_{1,0,1}(x) = x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} + \cdots$
201	$\operatorname{arsh} x = mts_{2,0,1}(x) = x - \frac{x^3}{2\times 3} + \frac{3x^5}{2\times 4\times 5} - \frac{3\times 5x^7}{2\times 4\times 6\times 7} + \cdots$
001	$lam(x) = -mts_{(0,0,1)}(-x) = x - \frac{2x^2}{2} + \frac{3^2x^3}{3!} - \frac{4^3x^4}{4!} + \frac{5^4x^5}{5!} - \cdots$
010	$e^x = mts_{0,1,0}(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^5}{5!} + \cdots$
m10	$(1+x)^{1/m} = mts_{m,1,0}(x/m)$ $= 1 + \frac{x}{m} + \frac{(1-m)\left(\frac{x}{m}\right)^2}{2} + \frac{(1-m)(1-2m)\left(\frac{x}{m}\right)^3}{3!}$ $+ \frac{(1-m)(1-2m)(1-3m)\left(\frac{x}{m}\right)^4}{4!} + \cdots$
m1s	$brn_{m,s}(x) = mts_{m,1,s}(x/m)$ $= 1 + \frac{x}{m} + \frac{(1-m+2s)\left(\frac{x}{m}\right)^2}{2}$ $+ \frac{(1-m+3s)(1-2m+3s)\left(\frac{x}{m}\right)^3}{3!}$ $+ \frac{(1-m+4s)(1-2m+4s)(1-3m+4s)\left(\frac{x}{m}\right)^4}{4!} + \cdots$
01s	$lmb_s(x) = mts_{0,1,s}(x)$ $= 1 + x + \frac{(1+2s)x^2}{2} + \frac{(1+3s)^2x^3}{3!} + \frac{(1+4s)^3x^4}{4!} + \cdots$

$lam(x)$ – это обычная функция Ламберта. $lmb_s(x)$ – это ультрафункция Ламберта. С её помощью определяются корни многочлена второго рода.

$$z_0x^{s_0} + z_1x^{s_1} + \cdots + z_nx^{s_n} + \ln x - \ln y = 0$$

Например,

$$y = xe^{z_1x^{s_1} + z_2x^{s_2}}$$

$$x = y\, lmb_{s_1}(-z_1 y^{s_1})@lmb_{s_2}(-z_2 y^{s_2}) = y\, lmb_{s_1,s_2}(-z_1 y^{s_1}, -z_2 y^{s_2})$$

В астрономии, ядерной физике, статистике, часто приходится иметь дело с такими уравнениями, в которых одна неизвестная находится и под степенью, и под логарифмом. Свойство логарифмов позволяет заменять их суммы на произведение под одним логарифмом. В результате некоторых преобразований такие, на первый взгляд, сложнейшие уравнения можно приводить к простому многочлену второго рода. Но чтобы получать его корни аналитически, уже нужна операция слияние функций.

Операция слияние функций

Операция слияние выполняется раньше операции умножение и одновременно над всеми функциями, между которыми находится знак слияния @. Сборная функция, как и все её составляющие, содержит бесконечное количество членов. Каждый член состоит из двух множителей – рабочего $\frac{x^h}{h!}$ и базисного $\prod_{a=1}^{h-1}(-ma + t + hs)$.

$$\frac{x^h}{h!}\prod_{a=1}^{h-1}(-ma + t + hs)\,, h - \text{номер члена}$$

$$mts_{m.t.s}(x) = t + \sum_{h=1}^{\infty}\left(\frac{x^h}{h!}\prod_{a=1}^{h-1}(-ma + t + hs)\right)$$

Если $t = 1$, нумерация начинается от нуля. В процессе слияния нескольких функций $mts_{m,t,s_1}x_1@mts_{m,t,s_2}x_2 = mts_{m,t,s_1,s_2}(x_1, x_2)$ происходит слияние каждого члена ряда одной функции, с каждым членом рядов каждой другой функции.

$$\left(\sum_{h_1=0}^{\infty}\left(\frac{x^{h_1}}{h_1!}\prod_{a=1}^{h_1-1}(-ma + t + h_1 s_1)\right)\right)@\left(\sum_{h_2=0}^{\infty}\left(\frac{x^{h_2}}{h_2!}\prod_{a=1}^{h_2-1}(-ma + t + h_2 s_2)\right)\right)$$

Операция функциональное слияние в целом выполняется так же, как и операция умножения, но с одним отличием. Вместо того чтобы умножить эти два базисных множителя

$$\prod_{a=1}^{h_1-1}(-ma+t+h_1s_1)\times\prod_{a=1}^{h_2-1}(-ma+t+h_2s_2)$$

надо сделать замену этого $\times \to$ @, тогда получится

$$\prod_{a=1}^{h_1+h_2-1}(-ma+t+h_1s_1+h_2s_2)$$

Затем этот слитный базисный множитель просто умножается на рабочие множители этих членов. Можно делать компактную запись операции слияния

$$mts_{m,t,s_1}x_1 @ mts_{m,t,s_2}x_2 = mts_{m,t,s_1,s_2}(x_1,x_2)$$

$$lmb_{s_1}x_1 @ lmb_{s_2}x_2 = lmb_{s_1,s_2}(x_1,x_2)$$

Эта операция слияния использует общий левый базовый параметр m, и разные правые параметры основания s. В универсальной функции каждый базовый параметр обладает своим уникальным свойством. Возможно, существуют процессы, в которых слияние происходит, наоборот, по левому параметру, с общим правым. В таком случае нужно будет различать левое и правое слияние. Пока известны только такие методы решения задач, в которых используется данный вид слияния – правый.

Ультрафункция Ламберта была открыта менее года назад, и пока неизвестно, как определять её значения за пределами радиуса сходимости. Ультрарадикал brn был открыт в 2018 году, и на сегодняшний день изучен гораздо лучше. Он является полным видом сборной. Так как не один её базовый параметр в этом случае не обнулён. Именно благодаря ультрарадикалу и была открыта сборная функция, а при изучении её состава была открыта ультрафункция Ламберта. На примере ультрарадикала видно, что происходит с корнями многочлена первого рода за пределами радиуса сходимости, и как его использовать в таких случаях.

Для начала рассмотрим трёхчлен

$$Fx^f+Gx^g+Hx^h=0$$

$$|f|>|g|>|h|$$

Как показал ученик и помощник Ньютона Абрахам де Муавр, корни двучлена лучше рассматривать на комплексной плоскости, где координаты – это отдельно взятые мнимая и вещественная части корня.

Мы будем рассматривать корни на такой плоскости вне зависимости от количества членов. Но сами члены приходится делить на два вида – активные и дискриминированные. Корни одной ветки могут лежать на одной общей или нескольких других кистях. Каждая кисть принадлежит своему радикалу, который формируется из пары подряд идущих не дискриминированных (активных) членов.

Крайние члены всегда активны. Чтобы определить дискриминацию среднего члена, нужно сравнить две величины D – **д**иаметрант и T – степенан**т**.

$$D = \frac{|F|^{|g-h|} \times |H|^{|f-g|}}{|G|^{|f-h|}}$$

$$T = \frac{|g-h|^{|g-h|} \times |f-g|^{|f-g|}}{|f-h|^{|f-h|}}$$

Если $D > T$, средний член активен. Если $D \leq T$, средний член дискриминирован. Теперь берём только активные члены. Между каждой парой активных подряд идущих членов располагается своя кисть корней.

Например

$$x^7 + 2x^3 + 8 = 0$$

$$D > T$$

$$v^7 + 8 = 0$$

Здесь средний член дискриминирован, значит, существует только одна пара подряд идущих членов. Соответственно, все корни здесь лежат на одной кисти, которую формирует радикал седьмой степени $v = e^{\frac{Ln(-8)}{7}}$. Чтобы найти смещение корня исходного трёхчлена, от каждого корня этого радикала используется ультрарадикал. Его параметры учитывают коэффициент и степень третьего члена, который в данном случае был дискриминирован для отбора двучленов. То есть полная формула корней содержит коэффициенты и степени всех членов, независимо от дискриминации. Дискриминация нужна только для того, чтобы узнать, на каких кистях располагаются корни. Такой член, который не участвовал в двучлене радикальной кисти, но участвует в ультрарадикале, назовём наводчиком. От него зависит смещение корня трёхчлена от корня двучлена. В данном примере его коэффициент = 2, степень = 3.

$$B = 7 - 0, N = 3 - 0, R = \frac{-2}{v^{7-3}}$$

Какой бы корень двучлена v мы не взяли, всегда получим соответствующий корень исходного трёхчлена по одной и той же формуле

$$x = v \times brn_{B,N}(R)$$

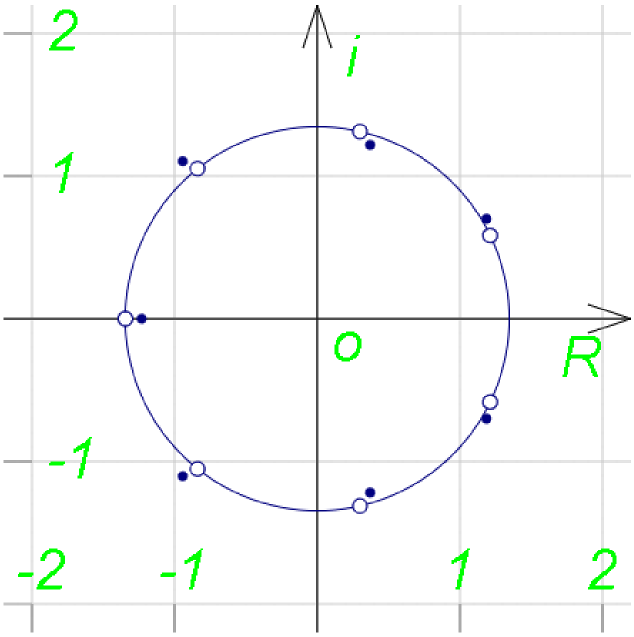

Рисунок 1. Все корни на одной кисти

В следующем примере все члены активны.

$$x^7 + 9x^3 + 5 = 0$$

Здесь уже две пары подряд идущих членов. В сумме их радикалы дают столько же корней. Но разные корни трёхчлена нужно определять от двух разных радикалов, так как эти корни принадлежат двум разным кистям.

$$v^7 + 9v^3 = 0 \text{ и } 9v^3 + 5 = 0$$

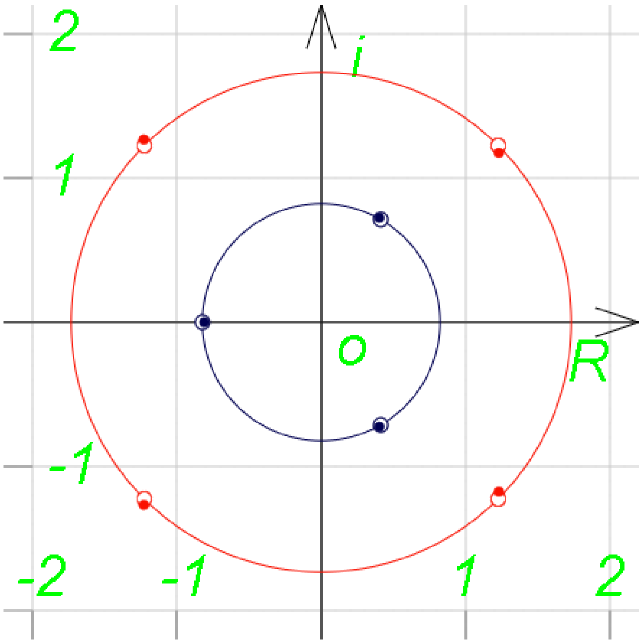

Рисунок 2. Корни на двух кистях

Таблица 1.

Формирование параметров ультрарадикала из коэффициентов и степеней членов алгебраического трёхчленного уравнения

$B = f - h$	$v = e^{\frac{Ln\left(-\frac{H}{F}\right)}{B}}$	$N = g - h$	$R = \frac{-G}{Fv^{B-N}}$	Blue	$D > T$
$B = f - g$	$v = e^{\frac{Ln\left(-\frac{G}{F}\right)}{B}}$	$N = h - g$	$R = \frac{-H}{Fv^{B-N}}$	Red	$D \leq T$
$B = g - h$	$v = e^{\frac{Ln\left(-\frac{H}{G}\right)}{B}}$	$N = f - h$	$R = \frac{-F}{Gv^{B-N}}$	Navy	

$$x = v \times brn_{B,N}(R)$$

Точно также определяются корни уравнения, когда членов 4 и более, но здесь уже используется операция слияние, так как наводчиков становится более 1. В следующем примере все корни уравнения лежат на одной кисти

$$x^{12} + 2x^7 + 5x^3 + 10 = 0$$

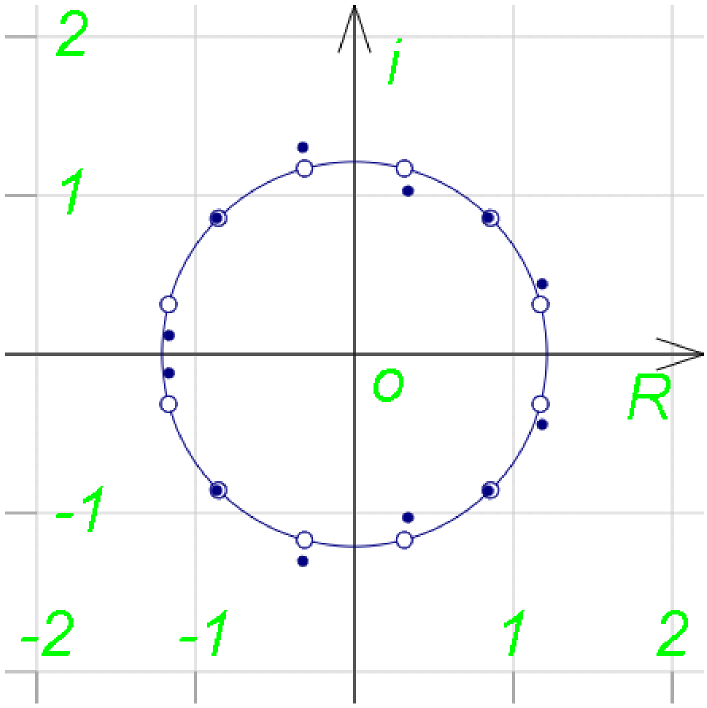

Рисунок 3. Корни четырёхчлена одной кисти

$$v^{12} + 10 = 0$$

$$v = e^{\frac{Ln(-10)}{12}}, B = 12 - 0, N_1 = 7 - 0, N_2 = 3 - 0, R_1 = \frac{-2}{v^{12-7}}, R_2 = \frac{-5}{v^{12-3}}$$

$$x = v\ brn_{B,N_1,N_2}(R_1, R_2)$$

В зависимости от того, какое значение Ln мы выберем, такой корень кисти и получим.

В следующем примере дискриминируется только один член. Между тремя активными членами находятся две кисти корней

$$x^5 + 9x^3 + x + 4 = 0$$

$$v^5 + 9v^3 = 0, 9v^3 + 4 = 0$$

$v^5 + 9v^3 = 0, v = e^{\frac{Ln(-9)}{B}}$ $B = 5 - 3, N_1 = 1 - 3, N_2 = 0 - 3$ $R_1 = \frac{-1}{v^{B-N_1}}, R_2 = \frac{-4}{v^{B-N_2}}$	$9v^3 + 4 = 0, v = e^{\frac{Ln(-4/9)}{B}}$ $B = 3 - 0, N_1 = 5 - 0, N_2 = 1 - 0$ $R_1 = \frac{-1}{9v^{B-N_1}}, R_2 = \frac{-1}{9v^{B-N_2}}$

$$x = v\ brn_{B,N_1,N_2}(R_1, R_2)$$

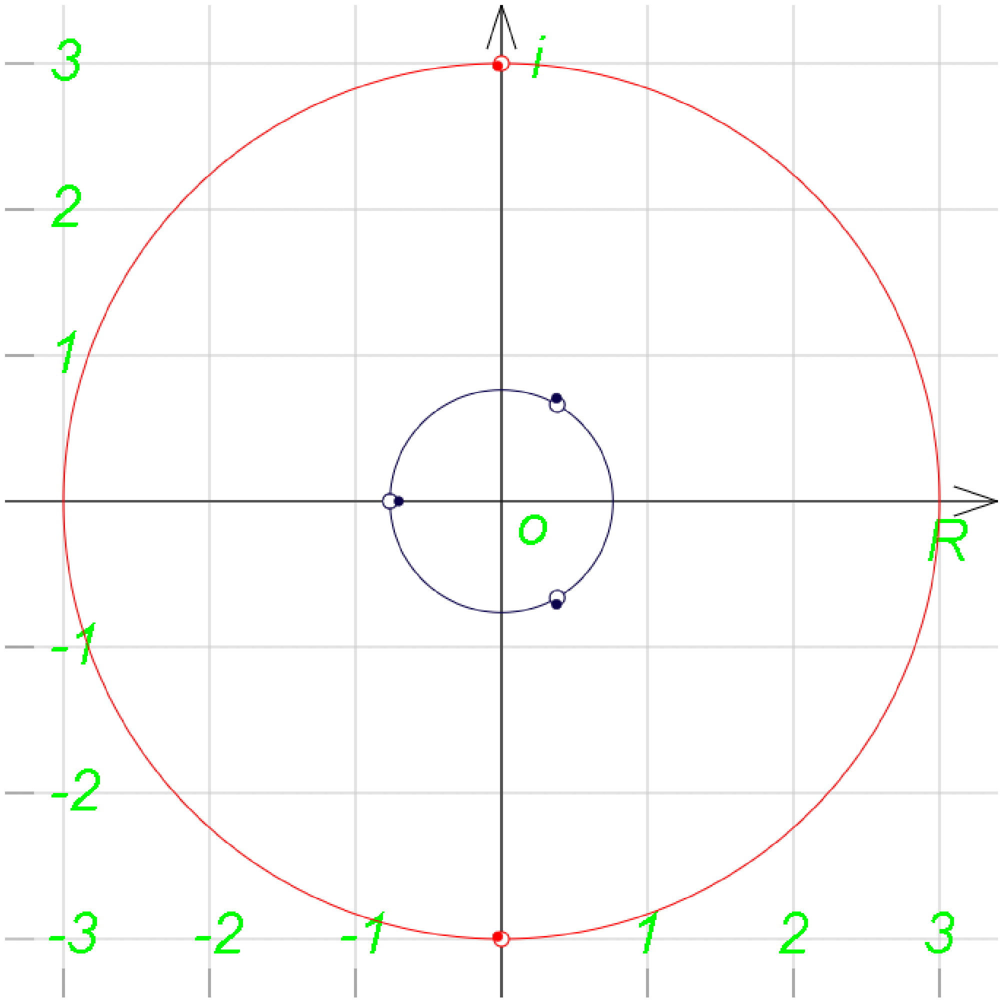

Рисунок 4. Корни четырёхчлена на двух кистях

У пяти членов для любой радикальной кисти будет оставаться уже три наводчика. Функциональное слияние будет производиться одновременно над тремя ультрарадикалами.

Это правило общее для любого количества членов. Два члена используются радикалом кисти, остальные члены используются ультрарадикалами в качестве наводчиков.

Универсальные методы исключения неизвестных

Чтобы решать системы алгебраических уравнений, можно использовать метод исключения неизвестных с помощью детерминанта матрицы. Но этот метод можно использовать, только если по исключаемой неизвестной, все уравнения системы – алгебраические. Во времена фараонов математики могли решать системы, в которых одно из уравнений можно было выразить квадратным по исключаемой неизвестной. То есть умели избавляться от квадратных радикалов. Этот метод можно применять и в разнородных системах. Авторы разработали аналогичный метод для корня кубического уравнения и уравнения четвёртой степени. Показали, как избавляться от любых радикалов. А также метод, который можно использовать, если исключаемое уравнение степени 5 и выше, когда корень не выражается радикалами, но коэффициенты его уравнения можно выразить композицией корней по теореме Виета.

Данный метод можно использовать в системах разнородных уравнений. Для упрощения понимания рассмотрим следующую задачу. Нужно определить количество способов разложения одного уравнения на произведение двух других уравнений меньшей степени.

$$x^6 + Ax + B = (x^3 + ax^2 + (b+c)x + d + f)(x^3 - ax^2 + (b-c)x + d - f)$$

Раскроем скобки и перенесём правую часть в левую

$$x^4(a^2 - 2b) + 2x^3(ac - d) + x^2(2af - b^2 + c^2) + x(A - 2bd + 2cf) + B - d^2 + f^2 = 0$$

Приравняем коэффициент каждого члена к нулю, получим систему уравнений

$$\begin{cases} b = \dfrac{a^2}{2} \\ d = ac \\ 2af - b^2 + c^2 = 0 \\ A - 2bd + 2cf = 0 \\ B - d^2 + f^2 = 0 \end{cases}$$

Избавимся от неизвестной b и первого уравнения. Для этого возьмём корень первого уравнения по неизвестной b и вставим его в остальные уравнения. Точно также поступим с неизвестной d и вторым уравнением.

$$\begin{cases} 2af - \dfrac{a^4}{4} + c^2 = 0 \\ A - a^3c + 2cf = 0 \\ B - a^2c^2 + f^2 = 0 \end{cases}$$

В этой системе осталось 3 уравнения с тремя неизвестными a, c, f. Выразим неизвестную f через первое уравнение $f = \frac{a^3}{8} - \frac{c^2}{2a}$ и вставим в остальные.

$$\begin{cases} A - \dfrac{3a^3c}{4} - \dfrac{c^3}{a} = 0 \\ B - \dfrac{9a^2c^2}{8} + \dfrac{a^6}{64} + \dfrac{c^4}{4a^2} = 0 \end{cases}$$

В этой системе удобнее избавиться от неизвестной c. Преобразуем эти уравнения к полиномам от этой неизвестной.

$$\begin{cases} c^3 + \dfrac{3a^4}{4}c - aA = 0 \\ c^4 - \dfrac{9a^4}{2}c^2 + \dfrac{a^8}{16} + 4a^2B = 0 \end{cases}$$

Корень одного уравнения является значением этой же переменной в других уравнениях. Можно вставить корень по неизвестной «c» первого кубического уравнения, во второе биквадратное, и наоборот.

По расширенной формуле Виета любой корень кубического уравнения $c^3 + vc^2 + pc + q = 0$ определяется одной формулой $c = w - \frac{v}{3} + \frac{z}{w}$, где w – это любой кубический корень $w = \sqrt[3]{t+u}$, $u = \sqrt{t^2 - z^3}$, $z = \frac{v^2}{9} - \frac{p}{3}$, $t = -\frac{v^3}{27} + \frac{vp}{6} - \frac{q}{2}$

В данном случае $v = 0$, $p = \frac{3a^4}{4}$, $q = -aA$

Вставим этот корень в уравнение $c^4 + sc^2 + r = 0$, где $s = -\frac{9a^4}{2}$, $r = \frac{a^8}{16} + 4a^2B$

$$w^4 + w^2(4z + s) + 6z^2 + 2sz + r + \frac{z^2(4z + s)}{w^2} + \frac{z^4}{w^4} = 0$$

избавимся от знаменателей

$$w^8 + w^6(4z + s) + w^4(6z^2 + 2sz + r) + w^2z^2(4z + s) + z^4 = 0$$

Теперь нужно избавиться от кубических радикалов. Все w в степени кратной 3, освободим от радикала. Останутся w только в степенях 1 и 2.

$$w^3 = t + u$$

$$w^2(t^2+u^2+2tu+4z^3+sz^2)+w(6tz^2+6uz^2+2stz+2suz+rt+ru)$$
$$+4t^2z+4u^2z+8tuz+st^2+su^2+2stu+z^4=0$$

Корень полученного квадратного уравнения $Xw^2+Yw+Z=0$ в кубе приравняем к известному выражению

$$\left(\frac{-Y+m}{2X}\right)^3=t+u, m=\pm\sqrt{Y^2-4XZ}$$

Раскроем скобки и избавимся от знаменателей

$$-Y^3+m^3+3Y^2m-3Ym^2-8(t+u)X^3=0$$

Избавимся от квадратных радикалов при m^2. Для этого оставшиеся квадратные радикалы m перенесём в правую часть уравнения

$$4Y^3-12XYZ+8(t+u)X^3=m(4Y^2-4XZ)$$

возьмём обе части в квадрат и избавимся от радикала при m^2

$$64X^3(-Z^3-W^2X^3-WY^3+3WXYZ)=0, W=t+u$$

Избавимся от общего множителя и вернём выражения

$$X=t^2+u^2+2tu+4z^3+sz^2$$
$$Y=6tz^2+6uz^2+2stz+2suz+rt+ru$$
$$Z=4t^2z+4u^2z+8tuz+st^2+su^2+2stu+z^4$$

Затем избавимся от квадратного радикала $u=\sqrt{t^2-z^3}$ и общего множителя z^{3*4}. Получим квадрат уравнения

$$(q^4+p^2q^2s+p^4r+4pq^2r-2pq^2s^2-3q^2rs-2p^3rs+2p^2r^2+q^2s^3+p^2rs^2$$
$$-2pr^2s+r^3)^2=0$$

Вернём исходные выражения $p=\frac{3a^4}{4}$, $q=-aA$ и $s=-\frac{9a^4}{2}$, $r=\frac{a^8}{16}+4a^2B$

Получим результат – одно уравнение с одной неизвестной

$$a^{20}+66Ba^{14}-123A^2a^{10}+129B^2a^8+66A^2Ba^4+64B^3a^2+A^4=0$$

Можно было вставить корень биквадратного уравнения от «с» в кубическое и избавиться от квадратных радикалов – результат получился бы таким же.

Можно было использовать теорему Виета.

$$\begin{cases} c^3 + \dfrac{3a^4}{4}c - aA = 0 \\ c^4 - \dfrac{9a^4}{2}c^2 + \dfrac{a^8}{16} + 4a^2B = 0 \end{cases}$$

В первом уравнении три корня c_0, c_1, c_2, как минимум один из них является корнем второго уравнения. Значит, следующее произведение равно нулю

$$\left({c_0}^4 - \frac{9a^4}{2}{c_0}^2 + \frac{a^8}{16} + 4a^2B\right)\left({c_1}^4 - \frac{9a^4}{2}{c_1}^2 + \frac{a^8}{16} + 4a^2B\right)\left({c_2}^4 - \frac{9a^4}{2}{c_2}^2 + \frac{a^8}{16} + 4a^2B\right) = 0$$

После раскрытия скобок заменяем композиции корней на коэффициенты первого уравнения.

$$c_0 + c_1 + c_2 = 0, c_0c_1 + c_0c_2 + c_1c_2 = \frac{3a^4}{4}, c_0c_1c_2 = aA$$

После чего получим такой же результат

$$a^{20} + 66Ba^{14} - 123A^2a^{10} + 129B^2a^8 + 66A^2Ba^4 + 64B^3a^2 + A^4 = 0$$

Эти методы можно применять в системах разнородных уравнений, когда детерминант матрицы использовать невозможно.

Если брать корень уравнения четвёртой степени в радикалах, лучше пользоваться следующей последовательностью замен.

$$ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + f = 0$$

$$x = r + m - \frac{b}{4a}$$

$$m^2 = -\frac{P}{4r} - \frac{V}{2} - R$$

$$r^2 = w - \frac{V}{6} + \frac{z}{w}$$

$$w^3 = t + u$$

$$u^2 = t^2 - z^3$$

$$z = \frac{V^2}{144} + \frac{Q}{12}$$

$$t = \frac{V^3}{1728} - \frac{QV}{48} + \frac{P^2}{128}$$

$$V = -\frac{3b^2}{8a^2} + \frac{c}{a}$$

$$P = \frac{b^3}{8a^3} - \frac{bc}{2a^2} + \frac{d}{a}$$

$$Q = -\frac{3b^4}{256a^4} + \frac{b^{2c}}{16a^3} - \frac{bd}{4a^2} + \frac{f}{a}$$

Перед каждой заменой следует проверять уравнения на возможность сокращения общего множителя. В конце преобразований может получиться результат в шестой степени. То есть это будет очень громоздкий результат, который ещё нужно привести к первой степени.

Заключение

В процессе поисков новых функций, был открыт абсолютный ультрарадикал и метод решения любого трёхчлена. Изучение ульрарадикала привело к открытию операции слияние функций и универсальной функции.

Универсальная функция в отличие от гипергеометрической превращается в другие функции и операции простым обнулением базовых параметров. Имеет более простую схему операции слияния. Так как обозначение составляющих производится логическим обнулением базовых параметров, несложно было догадаться, что существует функция, о которой мы до сих пор не знаем. Так, при изучении её состава была найдена ультрафункция Ламберта. Сама сборная была найдена при изучении ультрарадикала.

Универсальный метод исключения неизвестных использует корни исключаемой неизвестной в исключаемом уравнении. Можно использовать корни, выраженные в радикалах и композиции корней, по теореме Виета. Возможно, для исключения неизвестной в будущем удастся использовать корни, выраженные ультрарадикалом и ультрафункцией Ламберта.

Литература

1. E. M. Wright. Solution of the equation $ze^z = a$. Proc. Roy. Soc. Edinburg Ser. A, 65:193-203, 1959.

2. Klein, F. (1888). Lectures on the Icosahedron and the Solution of Equations of the Fifth Degree. Translated by Morrice, George Gavin. Trübner & Co. ISBN 0-486-49528-0.

3. https://sibac.info/conf/technology/60/307058

2024.