УЛЬТРАРАДИКАЛ, УЛЬТРАФУНКЦИЯ ЛАМБЕРТА, ОПЕРАЦИЯ СЛИЯНИЕ ФУНКЦИЙ, УНИВЕРСАЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ

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.

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

ULTRARADICAL, LAMBERT ULTRAFUNCTION, OPERATION FUSION OF FUNCTIONS, UNIVERSAL FUNCTION

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.

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

Найдены новые функции и операции. С их помощью аналитически находятся корни алгебраических и других уравнений. Найден закон расположения корней алгебраических уравнений на комплексной плоскости, когда членов уравнения три и более.

ABSTRACT

New functions and operations have been found. With their help, the roots of algebraic and other equations are found analytically. The law for the location of roots of algebraic equations on the complex plane when there are three or more terms of the equation is found.

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

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

Многие задачи физики, астрономии, статистики и других наук можно сводить к многочленам двух видов. Далее будем называть их многочленами первого и второго рода.

1. Многочлен первого рода – алгебраическое уравнение любой степени, в т. ч. дробной, отрицательной и комплексной. Коэффициенты членов также могут быть любыми.

$$z_0 x^{s_0} + z_1 x^{s_1} + \cdots + z_n x^{s_n} = 0$$

Если членов уравнения три, все корни находятся одним ультрарадикалом. Если четыре члена, операцией слияния над двумя ультрарадикалами. Если пять членов, операцией слияния над тремя ультрарадикалами, и т. д.

2. Многочлен второго рода. Если обе части прологарифмировать, станет понятно, почему такое уравнение названо многочленом. Здесь степени тоже могут быть комплексными.

$$y = xe^{z_0 x^{s_0} + z_1 x^{s_1} + \cdots + z_n x^{s_n}}$$

$$z_0 x^{s_0} + z_1 x^{s_1} + \cdots + z_n x^{s_n} + \ln x - \ln y = 0$$

Если членов второго уравнения три, корни находятся одной расширенной функцией Ламберта. Если четыре члена – операцией слияния над двумя такими функциями, и т. д.

Частные случаи этих многочленов

$$x^{s_0} = z_n \qquad (3)$$

$$y = e^{z_0} \qquad (4)$$

$$y = xe^{x} \qquad (5)$$

решаются радикалом (3), натуральным логарифмом (4) и обычной функцией Ламберта (5). В 2023 году была найдена универсальная функция, с помощью которой можно находить корни всех пятерых вышеперечисленных уравнений. Начнём с первого – алгебраического уравнения. Вначале рассмотрим, как располагаются корни на комплексной плоскости, когда уравнение состоит из двух членов, из трёх и т. д.

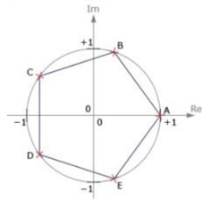


Рисунок 1. Корни двучленного алгебраического уравнения на комплексной плоскости.

Если членов всего два, и степени целые, вещественные числа, количество ненулевых корней равно разнице степеней членов. Все корни лежат на радикальной окружности, равномерно удалены друг от друга, то есть являются вершинами вписанного в неё равностороннего многоугольника. Впервые комплексную плоскость и расположение на ней корней двучлена показал ученик и помощник Ньютона Абраха́м де Муа́вр. Муавр предложил формулу, состоящую только из известных в то время функций синуса и косинуса.

$$x^s = z$$

$$x = \sqrt[s]{|z|}\left(\cos\frac{\arg(z) + 2\pi k}{s} + i\,sin\frac{\arg(z) + 2\pi k}{s}\right), \qquad k \in Z$$

Также Абрахам де Муавр показал, что значение функции «arg» можно получать обратными тригонометрическими функциями, но для этого вещественную и мнимую части параметра нужно разделять и использовать, как дробь двух разных, независимых друг от друга параметров.

$$tg\,\arg(a + bi) = b/a$$

Позднее Леона́рд Э́йлер нашёл удобное тождество $e^{ix} = \cos x + i\,sin\,x$.

Поэтому сегодня мы можем получать все корни двучлена более короткой формулой

$$x = e^{\frac{Ln\,z}{s}}$$

$$Ln\, z = \ln|z| + i(\arg z + 2\pi k), \qquad k \in Z$$

К примеру, у нас был двучлен $10x^7 + 11 = 0$, значит, $x^7 = -11/10$.

Корни этого уравнения можно найти по формуле $x = e^{\frac{Ln(-11/10)}{7}}$. Они будут располагаться на радикальной окружности, на равном расстоянии друг от друга. Вставим между ними один член, начнём увеличивать его коэффициент, и пронаблюдаем, как корни этого трёхчлена удаляются от вершин радикального многоугольника.

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

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

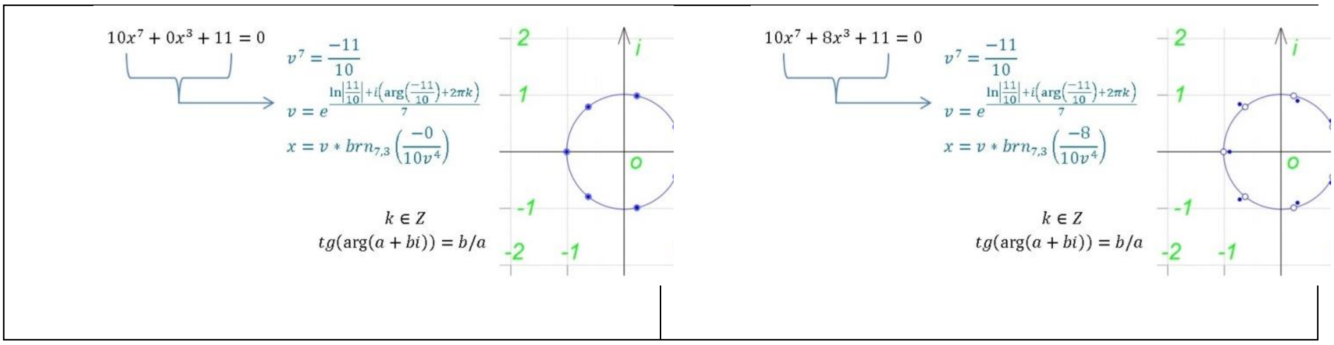


Рисунок 2. Корни трёхчленного уравнения на одной кисти.

Чем больше модуль коэффициента среднего члена мы берём, тем дальше отходят корни трёхчлена от вершин равностороннего семиугольника.

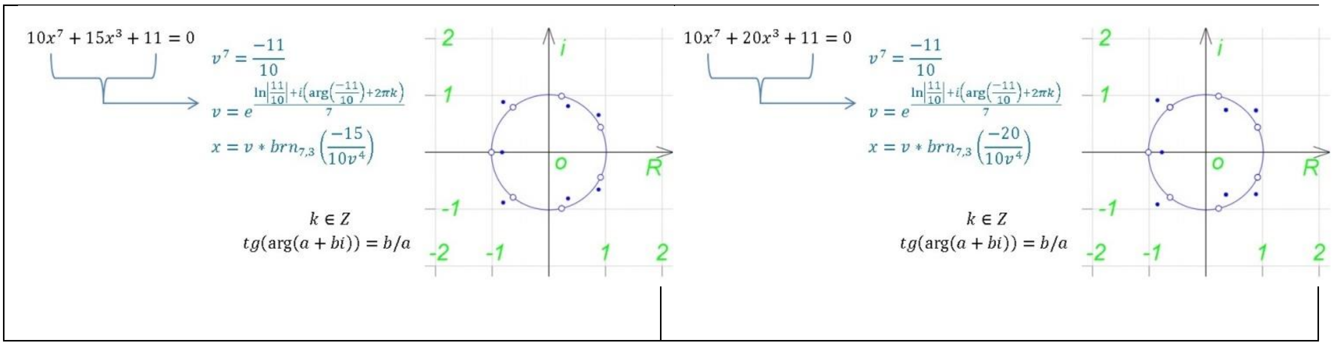


Рисунок 3. Корни трёхчленного уравнения на одной кисти.

Теперь уже становится заметным, что при увеличении модуля коэффициента среднего члена корни трёхчлена приближаются к вершинам равностороннего квадрата и равностороннего треугольника.

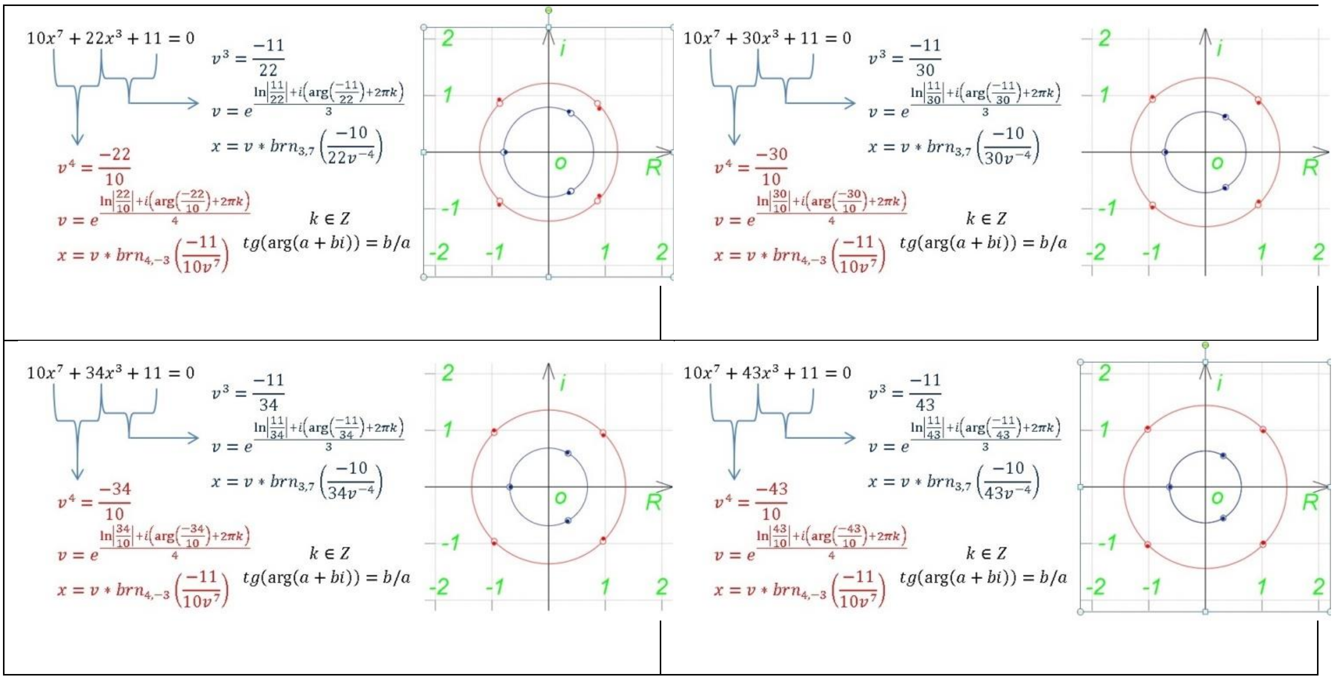


Рисунок 4. Корни трёхчленного уравнения на двух кистях.

В этих примерах все корни уравнения лежали на одной ветви. Но в первых уравнениях они лежали на одной кисти, в последних – на двух разных кистях. Как видно, существует некоторый порог, после которого все корни трёхчлена становятся ближе к вершинам уже двух других радикальных многоугольников. Вместо одного семиугольника, нам уже приходится рассматривать отдельно квадрат и треугольник. Вершины этих двух фигур мы также можем легко определить. Вершины квадрата – это корни двучлена, состоящего из первого и среднего членов заданного трёхчлена. Вершины треугольника – корни двучлена, от второго и третьего членов исходного уравнения. А как определить расстояние от этих вершин до корней уравнения? Чтобы получить корни трёхчленного уравнения, используется ультрарадикальная функция brn, названная в честь Эрланда Самуэля Бринга.

$$brn_{B,N}(R) = \sum_{g=0}^{\infty} \left(\frac{R^g}{B^g g!} \prod_{r=1}^{g-1} (-Br + 1 + Ng) \right)$$

$$= 1 + \frac{R}{B} + \frac{(1 - B + 2N)R^2}{2B^2} + \frac{(1 - B + 3N)(1 - 2B + 3N)R^3}{3!\,B^3}$$

$$+ \frac{(1 - B + 4N)(1 - 2B + 4N)(1 - 3B + 4N)R^4}{4!\,B^4} + \cdots$$

Ультрарадикал – это однозначная операция (функция), также как и арифметический корень. Чтобы получить арифметический корень, мы вводим в калькулятор вначале подрадикальное значение, затем значение степени радикала. Чтобы получить ультрарадикал, вводим в калькулятор вначале подультрарадикальное значение R, затем значения B и N, которые являются разницами степеней определённых членов исходного уравнения.

Итак, у нас есть все необходимые кнопки операций (функций) для нахождения всех корней трёхчлена с любыми степенями. А как узнать, вершины каких многоугольников нам использовать в заданном трёхчленном алгебраическом уравнении? Ведь у трёхчлена можно брать три разных пары членов. У каждого будет радикальная окружность со своим диаметром. Во-первых, нам понадобится величина D – диаметрант. Когда диаметрант равен 1, диаметры всех трёх окружностей равны.

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

Но даже когда все окружности имеют одинаковый диаметр, разные корни удалены от разных вершин на разное расстояние. Чтобы степенной ряд ультрарадикала сходился для всех корней, нужно сравнивать диаметрант с другой величиной. Будем называть эту величину T – степенант.

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

Теперь, когда мы знаем и диаметрант, и степенант трёхчлена, мы легко можем узнать, вершины каких равносторонних многоугольников нужно брать, чтобы степенной ряд ультрарадикала сходился для каждого корня заданного уравнения. Это делается простым сравнением диаметранта со степенантом.

Удобно будет использовать следующее понятие локализации – кисть корней. У трёхчлена корни всей ветки могут располагаться либо на одной кисти, либо на двух кистях. Другими словами, теперь, когда мы знаем, чему равны D и T, мы можем найти или все корни на одной кисти Blue, или все корни двух кистей Red и Navy. В любом случае, количество корней всей ветки будет всегда одинаково. Если все степени алгебраического уравнения – целые, вещественные числа, ветка всего одна.

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

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

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

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

Частные случаи ультрарадикала находили независимо друг от друга, приблизительно в одно и то же время Бринг, Жеррар и Ламберт. Абсолютный ультрарадикал был найден авторами этой статьи в 2018 г. Пока он практически не исследован толковыми математиками. Неизвестна его производная и интеграл. Непонятно, как он ведёт себя за пределами области сходимости. Но чтобы находить все корни абсолютно любого трёхчленного алгебраического уравнения, вышеперечисленных правил более чем достаточно. Значит, ультрарадикалом можно смело пользоваться уже сейчас.

Тождество ультрарадикала, которое наследуется от универсальной функции – это степенное тождество

$$brn^{a}{}_{B,N}(R) = brn_{\frac{B}{a},\frac{N}{a}}(R)$$

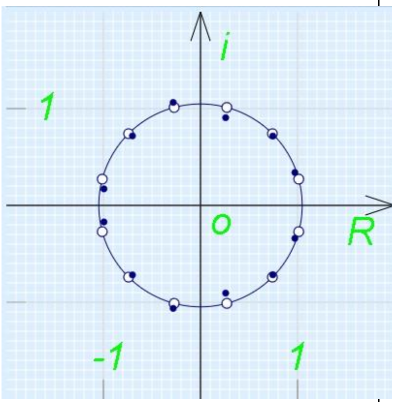
Рассмотрим операцию функциональное слияние. Она может использоваться и над ультрарадикалами, и над расширенными функциями Ламберта, для нахождения корней многочленов, когда количество членов 4 и более. Мы будем обозначать операцию функциональное слияние «собачкой» @. Мы не гарантируем, что это обозначение станет общепризнанным, просто из всех доступных на клавиатуре мы выбрали этот. После небольшого любительского исследования, проведённого нашей группой, мы можем с уверенностью сказать, что операция функциональное слияние выполняется раньше операции умножение и одновременно над всеми функциями, между которыми стоит этот знак. Результат функционального слияния можно выразить композицией степенных рядов. Она зависит от степенных рядов самих функций, которые в данный момент сливаются воедино.

$$Dx^{d} + Fx^{f} + Gx^{g} + Hx^{h} = 0$$

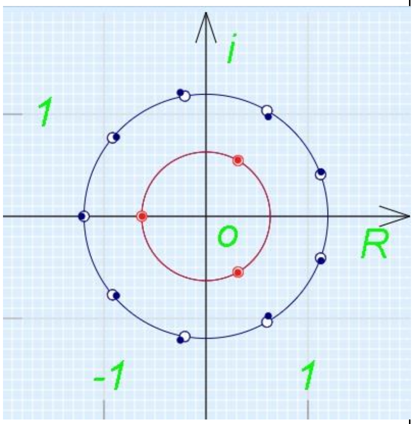
$$|d| > |f| > |g| > |h|$$

У четырёхчлена уже может быть от одной до трёх кистей (радикальных окружностей). Каждая кисть всё также имеет позиции, через которые определяются корни многочлена – это всё те же вершины равносторонних многоугольников. Расстояния от корней четырёхчлена до своих позиций определяется функциональным слиянием двух функций Бринга от разных аргументов. Определение дискриминации членов, для выбора двучлена, формирующего кисти корней осуществляется всё тем же сравнением диаметранта со степенантом.

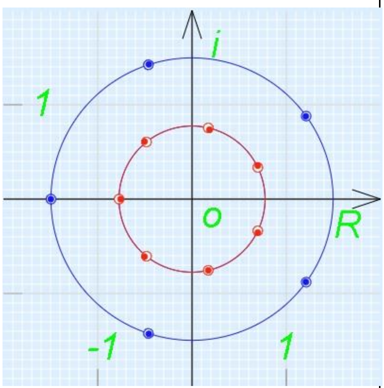
$4x^{12} + 3x^7 + 2x^3 + 5 = 0$



$4x^{12} + 3x^7 + 20x^3 + 5 = 0$



$4x^{12} + 30x^7 + 2x^3 + 5 = 0$



$4x^{12} + 30x^7 + 32x^3 + 5 = 0$

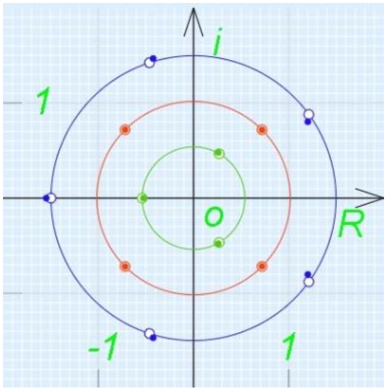


Рисунок 5. Корни четырёхчленного уравнения

Как и у трёхчлена, v – это позиция на радикальной окружности. То есть один из корней двучлена. Эти 2 члена можно называть – числер и знамер. В числителе подкоренной дроби находится коэффициент числера, в знаменателе – коэффициент знамера. Степень корня двучлена – это разница степеней числера и знамера. Например, $4x^{12} + 3x^7 + 20x^3 + 5 = 0$.

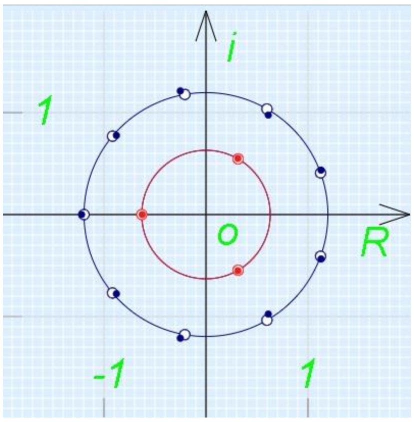


Рисунок 6. Корни четырёхчленного уравнения на двух кистях.

Здесь две кисти. Создаём два двучлена, находим их корни (вершины радикальных многоугольников) и затем комплексные расстояния от них до корней четырёхчлена на комплексной плоскости. Числер предыдущего двучлена всегда становится знамером следующего двучлена. Знамер первого двучлена – это всегда самый первый член исходного уравнения. Числер последнего двучлена – это всегда самый последний член заданного уравнения. В данном уравнении дискредитируется только член $3x^7$, поэтому будет два радикальных многоугольника.

1. $4v^{12} + 20v^3 = 0,\ v^9 = -\frac{20}{4}, B = 12 - 3 = 9$
2. $20v^3 + 5 = 0,\ v^3 = -\frac{5}{20},\ B = 3 - 0 = 3$

Возьмём любой из девяти корней первого двучлена $v = e^{\frac{Ln(-20/4)}{9}}$. Теперь нужно сформировать параметры для двух ультрарадикалов. У первого двучлена мы брали знамером член $4x^{12}$, числером член $20x^3$. У трёхчлена оставался бы всего один член наводчик, и мы сформировали бы параметры всего для одного ультрарадикала. У четырёхчлена же остаётся два члена наводчика $3x^7$ и $5x^0$. Поэтому, сейчас нужно сформировать параметры для двух ультрарадикалов, по тем же правилам, что и у трёхчлена.

Чтобы получить N, нужно отнять от степени наводчика степень числера

$$N_1 = 7 - 3 = 4$$

$$N_2 = 0 - 3 = -3$$

Чтобы получить R, нужно использовать коэффициенты и степени наводчика и знамера, коэффициент знамера будет опять в знаменателе. Но в числителе уже будет коэффициент наводчика.

$$R_1 = -\frac{3}{4v^{12-7}}$$

$$R_2 = -\frac{5}{4v^{12-0}}$$

Теперь можно найти корни первой кисти

$$x = v \times brn_{B,N_1} R_1 @ brn_{B,N_2} R_2$$

Операция функциональное слияние @ выполняется раньше, чем операция умножение ×. Точно также находятся корни второй кисти.

Операция слияние функций

Каждый член степенного ряда одной функции сливается с каждым членом степенного ряда другой функции. Сумма всех слившихся членов – это и есть результат операции функционального слияния. До слияния имеем два степенных ряда

$$brn_{B,N_1} R_1 = \sum_{g=0}^{\infty} \left(\frac{pro_{B,N_1}(g)}{g!} \left(\frac{R_1}{B} \right)^g \right) = 1 + \left(\frac{R_1}{B} \right)$$

$$+ \frac{pro_{B,N_1}(2)}{2} \left(\frac{R_1}{B} \right)^2 + \frac{pro_{B,N_1}(3)}{3!} \left(\frac{R_1}{B} \right)^3 + \frac{pro_{B,N_1}(4)}{4!} \left(\frac{R_1}{B} \right)^4 + \cdots$$

$$brn_{B,N_2}R_2 = \sum_{g=0}^{\infty}\left(\frac{pro_{B,N_2}(g)}{g!}\left(\frac{R_2}{B}\right)^g\right)$$

$$= 1 + \left(\frac{R_2}{B}\right) + \frac{pro_{B,N_2}(2)}{2}\left(\frac{R_2}{B}\right)^2 + \frac{pro_{B,N_2}(3)}{3!}\left(\frac{R_2}{B}\right)^3$$

$$+ \frac{pro_{B,N_2}(4)}{4!}\left(\frac{R_2}{B}\right)^4 + \cdots$$

Производим слияние каждого члена ряда 1 с каждым членом ряда 2, например, слияние члена 4 первого ряда с членом 3 второго ряда выглядит так

$$\frac{pro_{B,N_1}(4)}{4!}\left(\frac{R_1}{B}\right)^4 @ \frac{pro_{B,N_2}(3)}{3!}\left(\frac{R_2}{B}\right)^3 = pro_{B,N_1}(4)@pro_{B,N_2}(3)\frac{{R_1}^4{R_2}^3}{4!\,3!}$$

после этого определяем коэффициент П данного члена

$$pro_{B,N_1}(g_1)@pro_{B,N_2}(g_2) = \prod_{r=1}^{g_1+g_2-1}(-Br + 1 + g_1N_1 + g_2N_2)$$

Другими словами операция функциональное слияние в целом выполняется так же, как и операция умножения, но с одним отличием. Вместо того, чтобы умножить эти два выражения

$$\prod_{r=1}^{g_1-1}(-Br + 1 + g_1N_1) \times \prod_{r=1}^{g_2-1}(-Br + 1 + g_2N_2)$$

надо сделать замену этого $\times \rightarrow @$, тогда поучится

$$\prod_{r=1}^{g_1+g_2-1}(-Br + 1 + g_1N_1 + g_2N_2)$$

В калькуляторе набора Галактика-Платон функциональное слияние реализовано на универсальной функции.

$$x = v \times brn_{m,s_1}R_1@brn_{m,s_2}R_2 = v \times mat_{m,1,s_1,s_2}\left(\frac{R_1}{m},\frac{R_2}{m}\right)$$

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

Многочлены второго рода

О том, как работает простая функция Ламберта в двучлене второго рода, уже написано много статей. С 1996 г. поиск расширенной функции Ламберта стал одной из самых активных тем математики. В 2023 году авторами данной статьи была найдена абсолютная ультрафункция Ламберта для решения трёхчлена второго рода. Ещё более расширенной ультрафункции Ламберта не существует. Для решения четырёх и более членов многочленов второго рода используется всё та же операция функциональное слияние над ультрафункцией Ламберта.

Рассмотрим трёхчленный многочлен второго рода

$$y = x * e^{zx^s}$$

$$\ln y = \ln x + zx^s$$

Когда известны y, z, s, и нужно найти x, используется ультрафункция Ламберта

$$x = y \times lmb_s(-zy^s)$$

$$lmb_s R = 1 + R + \frac{(1+2s)R^2}{2} + \frac{(1+3s)^2 R^3}{3!} + \frac{(1+4s)^3 R^4}{4!} + \cdots$$

$$(lmb_s R)^c = lmb_{s/c}(cR)$$

С помощью функционального слияния можно аналитически решить многочлен второго рода с 4 и более членами

$$y = xe^{z_1 x^{s_1} + z_2 x^{s_2}}$$

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

Степенной ряд ультрарадикала имеет ограниченный радиус сходимости, но сегодня мы уже знаем, как подавать параметры в него, чтобы найти корни абсолютно любого алгебраического уравнения. То есть, чтобы степенной ряд сходился всегда. С многочленом второго рода мы пока так просто работать не можем. Как быть в тех случаях, когда степенной ряд расширенной функции Ламберта расходится, мы пока не знаем. Следует отметить, что и сама эта расширенная функция была найдена всего несколько месяцев назад.

Сейчас хотелось бы показать универсальную функцию, которая включает в себя все необходимые функции и операции для нахождения корней всех перечисленных в начале статьи пяти уравнений. Именно благодаря ей и была найдена ультрафункция Ламберта.

Универсальная и сборная Тейлора и Маклорена

Первая форма сборной называется универсальной функцией mat, она имеет следующий степенной ряд:

$$\begin{aligned} mat_{m,t,s}(x) = 1 + x + \frac{(-m+t+2s)x^2}{2} + \frac{(-m+t+3s)(-2m+t+3s)x^3}{3!} \\ + \frac{(-m+t+4s)(-2m+t+4s)(-3m+t+4s)x^4}{4!} \\ + \frac{(-m+t+5s)(-2m+t+5s)(-3m+t+5s)(-4m+t+5s)x^5}{5!} \\ + \cdots \end{aligned}$$

Функция сборная mts отличается от неё только первым членом. Первое слагаемое – единица, при t=0 никогда не нужна, поэтому мы решили ввести ещё и такую функцию.

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

Пока неизвестно, как работает функциональное слияние при t=0, поэтому оба этих вида следует иметь в виду. Посмотрим, как и во что она превращается, когда мы обнуляем какие-нибудь её базовые параметры.

000. Если все базовые параметры равны нулю, сборная даёт сама себя. $mts_{0,0,0}(x) = x$.

Если хотя бы один из базовых параметров не равен нулю, mts даёт степенные ряды основных функций, имеющих общие свойства:

1. Если головной параметр t равен нулю, параметрические тождества образуются с коэффициентами пропорциональности функций. Если головной параметр t равен единице, параметрические тождества образуются со степенями над функциями.
2. Если правый параметр s равен нулю и левый параметр m не равен нулю, функции раскладываются в ряд Тейлора, и рабочий параметр исходной выглядит так: 1+x. Если правый параметр s не равен нулю, функции раскладываются в ряд Маклорена, и рабочий параметр в сборную подаётся с противоположным знаком относительно исходной.

m00. Если только левый базовый параметр m неравен нулю, а остальные базовые параметры равны нулю, то получим степенной ряд логарифма.

$$\ln(1+x) = mts_{1,0,0}(x)$$
$$= x + \frac{(-1)x^2}{2} + \frac{(-1)(-2)x^3}{3!} + \frac{(-1)(-2)(-3)x^4}{4!}$$
$$+ \frac{(-1)(-2)(-3)(-4)x^5}{5!} + \cdots$$

$$\ln(1+x) = mts_{1,0,0}(x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} + \cdots$$

$$c * \ln(1+x) = c * mts_{1,0,0}(x) = mts_{1/c,0,0}(cx)$$

m0s. Если и левый параметр m неравен нулю, и правый параметр s неравен нулю, получается тоже логарифм. Существует гипотеза, что если эти два параметра не будут равны друг другу, возможно, получится расширенная функция логарифма.

$$\ln(1+x) = -mts_{1,0,1}(-x)$$
$$= -\left(-x + \frac{(-1+2)x^2}{2} - \frac{(-1+3)(-2+3)x^3}{3!}\right.$$
$$+ \frac{(-1+4)(-2+4)(-3+4)x^4}{4!}$$
$$\left.- \frac{(-1+5)(-2+5)(-3+5)(-4+5)x^5}{5!} + \cdots\right)$$

$$mts_{1,0,1}(x) = x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} + \cdots$$

Параметрические тождества даже расширенного логарифма в любом случае будут такими же, как у всех функций данного класса при t=0.

$$c * mts_{m,0,s}(x) = mts_{m/c,0,s/c}(cx)$$

00s. Если левый параметр m равен нулю, а правый параметр s не равен нулю, то получается обычная функция Ламберта.

$$-mts_{0,0,s}(-x) = -\left(-x + \frac{(2s)x^2}{2} - \frac{(3s)(3s)x^3}{3!} + \frac{(4s)(4s)(4s)x^4}{4!} - \frac{(5s)(5s)(5s)(5s)x^5}{5!} + \cdots\right)$$

$$lam(x) = -mts_{(0,0,1)}(-x)$$

Итак, мы рассмотрели все функции, когда головной параметр t = 0. Посмотрим, какие функции получаются, когда головной базовый параметр t = 1.

Здесь левый параметр не только 0 или 1, соответственно, появляется ещё одно свойство. Если параметр m неравен нулю, то рабочий параметр сборной всегда делится на m.

010. Если и левый, и правый базовые параметры равны нулю, получается степенной ряд экспоненты.

$$e^x = mts_{0,1,0}(x) = 1 + x + \frac{(1)x^2}{2} + \frac{(1)(1)x^3}{3!} + \frac{(1)(1)(1)x^4}{4!} + \frac{(1)(1)(1)(1)x^5}{5!} + \cdots$$

Её чётные члены используют функции cos и cosh, нечётные – sin и sinh. На калькуляторе онлайн-набора Галактика-Платон, в функцию mat, после базовых параметров, в основании, можно вводить параметры цикла h. По умолчанию, от=0, шаг=1, до=гугол.

$$(e^x)^c = \left(mat_{0,1,0}x\right)^c = mat_{0,1,0}(cx)$$

m10. Если левый параметр m не равен нулю, а правый параметр s равен нулю, получается обычный радикал. Из него можно получать биноминальное разложение и геометрический ряд.

$$
\begin{aligned}
(1+x)^{1/m} &= mts_{m,1,0}(x/m) \\
&= 1+\frac{x}{m}+\frac{(1-m)\left(\frac{x}{m}\right)^2}{2}+\frac{(1-m)(1-2m)\left(\frac{x}{m}\right)^3}{3!} \\
&+\frac{(1-m)(1-2m)(1-3m)\left(\frac{x}{m}\right)^4}{4!} \\
&+\frac{(1-m)(1-2m)(1-3m)(1-4m)\left(\frac{x}{m}\right)^5}{5!}+\cdots
\end{aligned}
$$

$$\left(mat_{m,1,0}\left(\frac{x}{m}\right)\right)^c = mat_{m/c,1,0}\left(\frac{cx}{m}\right)$$

m1s. Если все базовые параметры не равны нулю, объединённая функция даёт ультрарадикал

$$
\begin{aligned}
&mts_{m,1,s}(x) \\
&= 1+x+\frac{(-m+1+2s)x^2}{2}+\frac{(-m+1+3s)(-2m+1+3s)x^3}{3!} \\
&+\frac{(-m+1+4s)(-2m+1+4s)(-3m+1+4s)x^4}{4!} \\
&+\frac{(-m+1+5s)(-2m+1+5s)(-3m+1+5s)(-4m+1+5s)x^5}{5!}+\cdots
\end{aligned}
$$

01s. Если левый базовый параметр m=0, но правый базовый параметр $s \neq 0$, универсальная функция даёт расширенную функцию Ламберта.

$$
\begin{aligned}
x &= y * mat_{0,1,s}(-zy^s) \\
&= y\left(1+(-zy^s)+\frac{(1+2s)(-zy^s)^2}{2}+\frac{(1+3s)^2(-zy^s)^3}{3!}\right. \\
&\left.+\frac{(1+4s)^3(-zy^s)^4}{4!}+\cdots\right)
\end{aligned}
$$

$$\left(mat_{0,1,s}(-zy^s)\right)^c = mat_{0,1,s/c}(-czy^s)$$

По определению $y = x * e^{zx^s}$. Когда z, s, y известны, и нужно найти x, используется расширенная функция Ламберта. Её степенной ряд можно выразить через универсальную функцию $x = y * mat_{0,1,s}(-zy^s)$

Если членов 4 и более, производится функциональное слияние над двумя и более ультрафункциями Ламберта. В калькуляторе Галактика-Платон функциональное слияние реализовано в более короткой форме. Вместо

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

нужно писать

$$mat_{m,t,s_1,s_2}(x_1, x_2)$$

Заключение

Абрахам де Муавр находит формулу для нахождения всех корней любого двучлена. Частные случаи ультрарадикала находили независимо друг от друга Эрланд Самуэль Бринг, Джордж Джеррард и Иоганн Ге́нрих Ла́мберт. Но как с их помощью находить корни любого алгебраического уравнения, долгое время оставалось непонятным. В 2018 году был найден абсолютный ультрарадикал и метод нахождения корней любых трёхчленов. И только в 2023 году была найдена операция функциональное слияние для нахождения корней многочленов с количеством членов 4 и более. Авторы постарались доступно объяснить всё это и сформулировать чёткий, простой метод. Для этого они создали новые термины и понятия.

Универсальная функция показывает, что все функции, которые она охватывает, имеют одинаковые тождества. Возможно, ещё в чём-то она поможет лучше исследовать эти новые, точнее расширенные старые функции и операции.

Универсальную функцию можно записывать коротко

$$mat_{m,t,s}x = \sum_{h=0}^{\infty}\left(\frac{x^h}{h!}\prod_{a=1}^{h-1}(-ma+t+hs)\right)$$

или расписывать так

$$mat_{m,t,s}x = 1 + x + \sum_{h=2}^{\infty}\left(\frac{x^h}{h!}\prod_{a=1}^{h-1}(-ma+t+hs)\right)$$

$$= 1 + x + \frac{(-m+t+2s)x^2}{2} + \frac{(-m+t+3s)(-2m+t+3s)x^3}{3!}$$

$$+ \frac{(-m+t+4s)(-2m+t+4s)(-3m+t+4s)x^4}{4!}$$

$$+ \frac{(-m+t+5s)(-2m+t+5s)(-3m+t+5s)(-4m+t+5s)x^5}{5!}$$

Термины

1. Многочлен первого рода – алгебраическое уравнение, в котором степени могут быть любыми числами, в том числе и комплексными. $z_0x^{s_0} + z_1x^{s_1} + \cdots + z_nx^{s_n} = 0$. Члены должны быть упорядочены по убыванию модуля степени.

2. Многочлен второго рода можно представить двумя видами

$$y = xe^{z_0x^{s_0}+z_1x^{s_1}+\cdots+z_nx^{s_n}}$$

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

3. Числер, знамер, наводчики – обозначения членов, введённые для удобства определения того, коэффициенты и степени каких членов и как подавать в ультрарадикал, чтобы степенной ряд сходился.

4. Диаметрант и степенант – величины, которые нужно сравнивать для дискриминации членов при выборе члена в качестве числера. А также для определения количества кистей корней.

5. Ультрафункция или операция с расширенными возможностями, учитывающая большее количество параметров.

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.

2023.