

Министерство образования и науки Республики Бурятия
ГБПОУ «Бурятский аграрный колледж им. М.Н. Ербанова»

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДЕЗИИ СРЕДСТВАМИ
КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ МАТНСАД

Исполнитель: Доржиев С.Б.,
студент группы: 421
Руководитель: Ширеторова С.С.

г. Улан-Удэ
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. СУЩНОСТЬ ПРОГРАММЫ МАТCAD	4
1.1 Возможности программы Mathcad.....	4
1.2 Интерфейс программы Mathcad	5
1.3 Достоинства и недостатки программы Mathcad	6
ГЛАВА 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ МАТCAD.....	8
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	11
ПРИЛОЖЕНИЕ	13

ВВЕДЕНИЕ

Большинство геодезических задач являются достаточно объемными и требуют повышенной точности. В настоящее время для автоматизации инженерно – технических расчетов имеется большое количество программ. Однако в большинстве случаев для выполнения расчетов с помощью этих программ. необходимо знать основы программирования и численные метода расчета. Для удобства и быстроты можно использовать математическую программу Mathcad. Простые в использовании математические обозначения, большие возможности обработки и передачи информации позволяют инженерам-геодезистам быстрее решать профессиональные задачи. В отличие от программного обеспечения для создания электронных таблиц и редактирования текста, программа Mathcad позволяет легко вводить формулы, текст, данные и изображения в одном документе, что упрощает сбор информации и повторное использование данных

Цель работы: Рассмотреть решения задачи в геодезии, в Mathcad.

Задачи:

1. Рассмотреть интерфейс программы;
2. Практические работы;

Объект исследования: инструменты программы Mathcad;

Предмет исследования: Проведение геодезических вычислений в программе mathcad

ГЛАВА 1. СУЩНОСТЬ ПРОГРАММЫ MATCAD

1.1 Возможности программы Mathcad

Mathcad — система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, отличается лёгкостью использования и применения для коллективной работы.

Mathcad был задуман и первоначально написан Алленом Раздовом из Массачусетского технологического института (MIT), соучредителем компании Mathsoft, которая с 2006 года является частью корпорации PTC (Parametric Technology Corporation).

Mathcad имеет интуитивный и простой для использования интерфейс пользователя. Для ввода формул и данных можно использовать как клавиатуру, так и специальные панели инструментов.

Основное отличие Mathcad от аналогичных программ — это графический, а не текстовый режим ввода выражений. Для набора команд, функций, формул можно использовать как клавиатуру, так и кнопки на многочисленных специальных панелях инструментов. В любом случае — формулы будут иметь привычный, аналогичный книжному, вид. То есть особой подготовки для набора формул не нужно. Вычисления с введенными формулами осуществляются по желанию пользователя: или мгновенно, одновременно с набором, либо по команде. Обычные формулы вычисляются слева направо и сверху вниз (подобно чтению текста). Любые переменные, формулы, параметры можно изменять, наблюдая воочию соответствующие изменения результата. Это дает возможность организации действительности интерактивных вычислительных документов.

Mathcad задумывался как средство программирования без программирования, но, если возникает такая потребность — Mathcad имеет довольно простые для усвоения инструменты программирования,

позволяющие, впрочем, строить весьма сложные алгоритмы, к чему прибегают, когда встроенных средств решения задачи не хватает, а также когда необходимо выполнять серийные расчёты^[51].

Отдельно следует отметить возможность использования в расчетах Mathcad величин с размерностями, причём можно выбрать систему единиц: СИ, СГС, МКС, английскую, или построить собственную. Результаты вычислений, разумеется, также получают соответствующую размерность. Пользу от такой возможности трудно переоценить, поскольку значительно упрощается отслеживание ошибок в расчетах, особенно в физических и инженерных.

1.2 Интерфейс программы Mathcad

Панели инструментов служат для быстрого (в один щелчок мыши) выполнения наиболее часто применяемых команд. Все действия, которые можно выполнить с помощью панелей инструментов, доступны и через верхнее меню. На рис. 1 изображено окно Mathcad с основными панелями инструментов (три из них расположены непосредственно под строкой меню), а также дополнительными математическими (или наборными) панелями, о которых речь пойдет ниже. Перечислим основные панели.

- Calculator (Калькулятор) — служит для вставки основных математических операций, получила свое название из-за схожести набора кнопок с кнопками типичного калькулятора;
- Graph (График) — для вставки графиков;
- Matrix (Матрица) — для вставки матриц и матричных операторов;
- Evaluation (Выражения) — для вставки операторов управления вычислениями;
- Calculus (Вычисления) — для вставки операторов интегрирования, дифференцирования, суммирования;
- Boolean (Булевы операторы) — для вставки логических (булевых) операторов;

- Programming (Программирование) — для программирования средствами Mathcad;
- Greek (Греческие символы) — для вставки греческих символов;
- Symbolic (Символика) — для вставки символьных операторов.

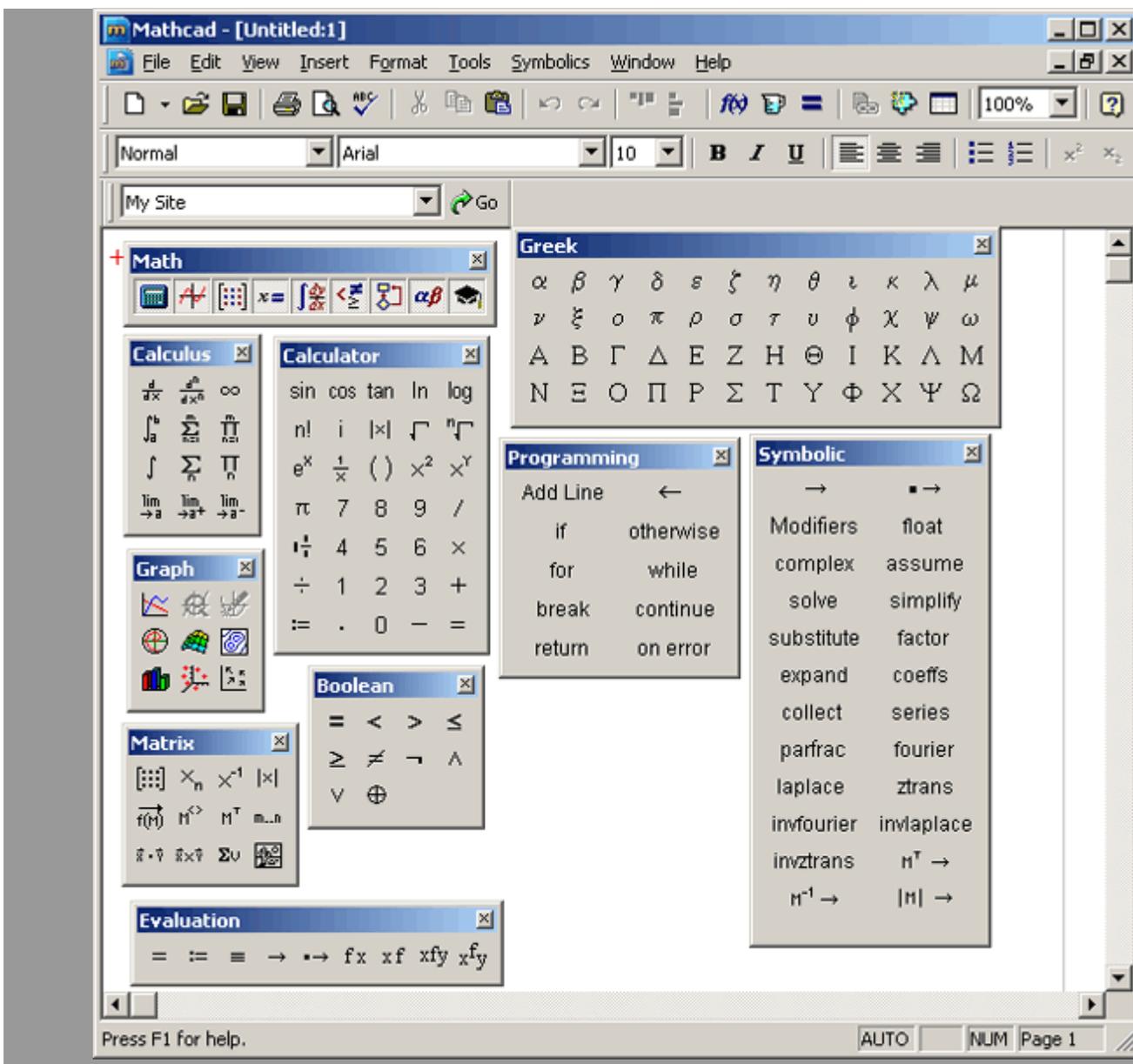


Рисунок 1 - окно программы Mathcad

1.3 Достоинства и недостатки программы Mathcad

Перечислим некоторые основные достоинства системы Mathcad.

1. Естественный математический язык.

2. Наглядность.
- 3 Хорошая диагностика ошибок.
5. Высокая точность вычислений.
6. Обеспечение работы с комплексными числами.
7. Реализация многих стандартных функций вычислительной математики.
8. Возможности символьных математических преобразований.

К основным недостаткам системы относятся следующие:

1. Ограниченные возможности существующих операторов;
2. Трудности реализации сложных алгоритмов.

Mathcad содержит сотни операторов и встроенных функций для решения различных технических задач. Программа позволяет выполнять численные и символьные вычисления, производить операции с скалярными величинами, векторами и матрицами, автоматически переводить одни единицы измерения в другие.

ГЛАВА 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ MATHCAD

С помощью Mathcad инженер-геодезист может выполнять и контролировать необходимые вычисления, так как программа создавалась для численного решения математических задач и ориентирована на решение задач именно прикладной, а не теоретической математики, когда нужно получить результат без углубления в математическую суть задачи.

Рассмотрим некоторые задачи:

Задача. Вычислите координат точек теодолитных ходов

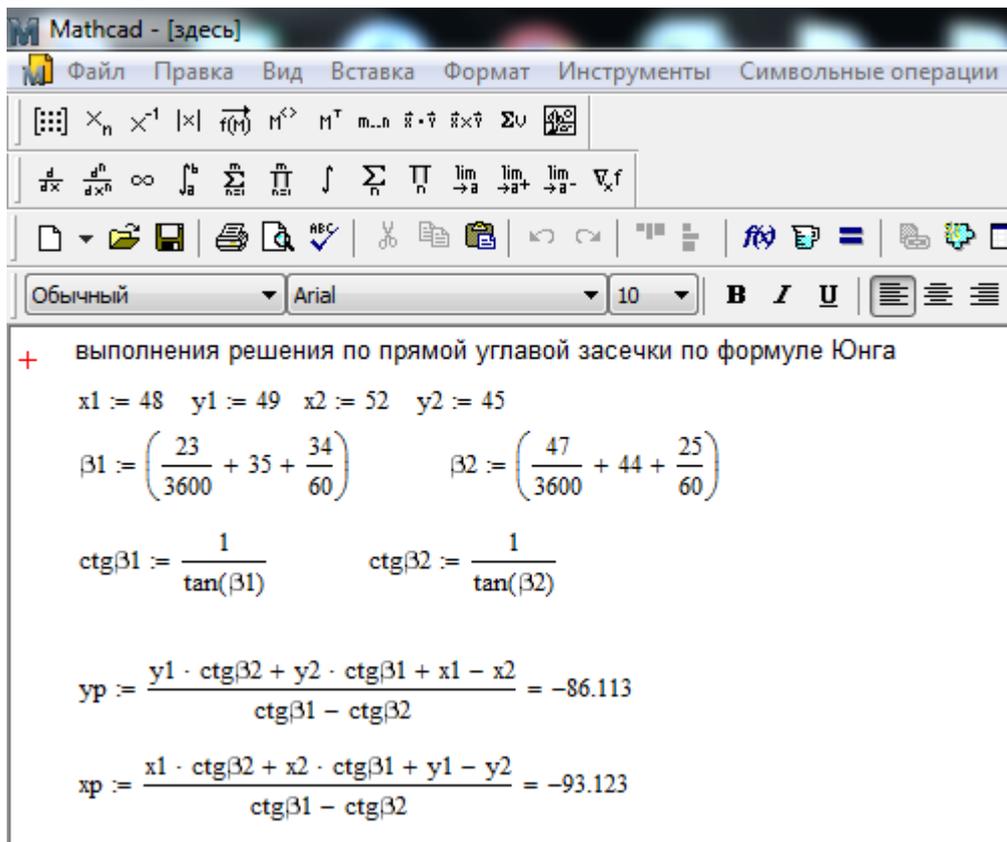
Решение задач смотреть в приложении.

Задача 1. Выполните решение прямой угловой засечки по формулам Гаусса

В данной задаче необходимо было вычислить координаты удаленной точки $P(x_p; y_p)$, по координатам двух заданных точек 1 $(x_1; y_1)$ и 2 $(x_2; y_2)$ и дирекционным углам α_1 и α_2 .

Для вычисления координат удаленной точки P использовались формулы Гаусса:

$$x_p = \frac{x_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 - x_2 \operatorname{tg} \alpha_2 - y_1 + y_2}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2},$$
$$y_p = y_1 + (x_p - x_1) \operatorname{tg} \alpha_1.$$



Задание 2. Выполните решение обратной угловой засечки по формулам Пранис-Праневича

В данной задаче необходимо было вычислить координаты точки $P(x_p; y_p)$, по координатам трех заданных точек $1(x_1; y_1)$, $2(x_2; y_2)$ и $3(x_3; y_3)$ и двум углам α и β .

Исходные данные

x ₁	y ₁	x ₂	y ₂	x ₃	y ₃	α			β		
						градусы	минуты	секунды	градусы	минуты	секунды
2.71	1.59	1.25	2.48	2.54	8.21	38	27	28	39	51	42

Для вычисления координат точки P использовались формулы Пранис-Праневича:

Mathcad - [ona]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные

$\left[\begin{array}{c} \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{array} \right]$
 \times_n
 \times^{-1}
 $|x|$
 $f(x)$
 M^x
 M^T
 $m..n$
 $\hat{a} \cdot \hat{b}$
 $\hat{a} \times \hat{b}$
 Σv
 $\frac{d}{dx}$
 $\frac{d^n}{dx^n}$
 ∞
 \int_a^b
 $\sum_{n=1}^m$
 $\prod_{n=1}^m$
 \int
 \sum_n
 \prod_n
 $\lim_{x \rightarrow a}$
 $\lim_{x \rightarrow a^+}$
 $\lim_{x \rightarrow a^-}$
 $\nabla_x f$

Normal Arial 10 **B** *I* U

$x1 := 2.71 \quad y1 := 1.59 \quad x2 := 1.25 \quad y2 := 2.48 \quad x3 := 2.54 \quad y3 := 8.21$
 $\alpha := \left(\frac{28}{3600} + 38 + \frac{27}{60} \right) \cdot \frac{\pi}{180} \quad \beta := \left(\frac{42}{3600} + 39 + \frac{51}{60} \right) \cdot \frac{\pi}{180}$
 $\text{ctg}\alpha := \frac{1}{\tan(\alpha)} \quad \text{ctg}\beta := \frac{1}{\tan(\beta)}$
 $\text{tg}Q := \frac{(y2 - y1) \cdot \text{ctg}\alpha - (y3 - y2) \cdot \text{ctg}\beta + x1 - x3}{(x2 - x1) \cdot \text{ctg}\alpha - (x3 - x2) \cdot \text{ctg}\beta + y1 - y3}$
 $\underline{N} := (y2 - y1) \cdot (\text{ctg}\alpha - \text{tg}Q) - (x2 - x1) \cdot (1 + \text{ctg}\alpha \cdot \text{tg}Q)$
 $\Delta x := \frac{N}{1 + \text{tg}Q^2} \quad \Delta y := \Delta x \cdot \text{tg}Q$
 $x_p := x2 + \Delta x = 3.623 \quad y_p := y2 + \Delta y = 3.802$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для упрощения геодезических расчетов эффективно и целесообразно использовать Mathcad, которая является одной из наиболее универсальных математических программ. Она позволяет инженерам-геодезистам быстро и с большой точностью решать профессиональные задачи с различными исходными параметрами.

Основными достоинствами программы mathcad для Инженера-геодезиста:

1. Программа имеет понятный интерфейс
2. При изменении исходных данных, вычисления автоматически моментально пересчитываются, что позволяет не терять время на расчеты

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Преимущества вычислений в программе Mathcad. URL: <http://mathcadexpert.ru/полезное/преимущества-ведения-вычислений-в-pts-mathca>

2. <http://sitegeodesy.com>

3. Методическое пособие по программе Mathcad URL:

https://ru.bmstu.wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B5_Mathcad

Теодолитно-высотный ход

Замкнутый ход

$$\alpha_{pp1} := 293 + \frac{17}{60} + \frac{30}{3600} = 293.292 \quad \alpha_2 := 142 + \frac{52}{60} \quad \alpha_3 := 137 + \frac{52}{60} + \frac{30}{3600} \quad \alpha_4 := 101 + \frac{27}{60} + \frac{45}{3600}$$

$$\alpha_5 := 148 + \frac{56}{60} + \frac{45}{3600} \quad \alpha_6 := 99 + \frac{30}{3600} \quad \alpha_7 := 128 + \frac{28}{60} + \frac{30}{3600} \quad \alpha_{pp2} := 141 + \frac{21}{60}$$

$$\Sigma\beta := \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_{pp2} = 899.983$$

$$\Sigma\beta\tau := 900$$

$$f\beta := \Sigma\beta\tau - \Sigma\beta = 0.017$$

Исправленные углы

$$\alpha_{22} := \alpha_2 + \frac{f\beta}{7} = 142.869 \quad \alpha_{33} := \alpha_3 + \frac{f\beta}{7} = 137.877 \quad \alpha_{44} := \alpha_4 + \frac{f\beta}{7} = 101.465$$

$$\alpha_{55} := \alpha_5 + \frac{f\beta}{7} = 148.948 \quad \alpha_{66} := \alpha_6 + \frac{f\beta}{7} = 99.011 \quad \alpha_{77} := \alpha_7 + \frac{f\beta}{7} = 128.477$$

$$\alpha_{pp22} := \alpha_{pp2} + \frac{f\beta}{7} = 141.352$$

Привязка теодолитного хода

$$x_{104} := 647.31 \quad y_{104} := 6119.01 \quad x_{105} := 888.62 \quad y_{105} := 6577.31$$

$$\lg_{104}105 := \frac{y_{105} - y_{104}}{x_{105} - x_{104}} = 1.899$$

$$r_{104}105 := \frac{180}{\pi} \operatorname{atan}(\lg_{104}105) = 62.235$$

$$\alpha_{105_2} := r_{104}105 + 180 - \alpha_{pp1} + 360 = 308.943$$

Дирекционные углы

$$\alpha_{222} := \alpha_{105_2} + 180 - \alpha_{22} = 346.074 \quad \alpha_{333} := \alpha_{222} + 180 - \alpha_{33} - 360 = 28.196$$

$$\alpha_{444} := \alpha_{333} + 180 - \alpha_{44} = 106.732 \quad \alpha_{555} := \alpha_{444} + 180 - \alpha_{55} = 137.783$$

$$\alpha_{666} := \alpha_{555} + 180 - \alpha_{66} = 218.773 \quad \alpha_{777} := \alpha_{666} + 180 - \alpha_{77} = 270.295$$

$$\alpha_{pp3} := \alpha_{777} + 180 - \alpha_{pp22} = 308.943$$

Горизонтальное проложение

$$s_1 := 200.21 \quad s_2 := 245.71 \quad s_3 := 303.81 \quad s_4 := 269.81 \quad s_5 := 355.11 \quad s_6 := 374.61 \quad s_7 := 190.81$$

$$\Sigma D := s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 = 1.94 \times 10^3$$

Приращение координат вычисленные

$$\Delta x_1 := \cos\left(\alpha_{105_2} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_1 = 125.847 \quad \Delta x_2 := \cos\left(\alpha_{222} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_2 = 238.536$$

$$\Delta x_3 := \cos\left(\alpha_{333} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_3 = 267.784 \quad \Delta x_4 := \cos\left(\alpha_{444} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_4 = -77.678$$

$$\Delta x_5 := \cos\left(\alpha_{555} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_5 = -263.005 \quad \Delta x_6 := \cos\left(\alpha_{666} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_6 = -292.06$$

$$\Delta x_7 := \cos\left(\alpha_{777} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_7 = 0.983$$

$$\Sigma \Delta x := \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \Delta x_4 + \Delta x_5 + \Delta x_6 + \Delta x_7 = 0.408$$

$$\Delta y_1 := \sin\left(\alpha_{105_2} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_1 = -155.726 \quad \Delta y_2 := \sin\left(\alpha_{222} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_2 = -59.148$$

$$\Delta y_3 := \sin\left(\alpha_{333} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_3 = 143.563 \quad \Delta y_4 := \sin\left(\alpha_{444} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_4 = 258.397$$

$$\Delta y_5 := \sin\left(\alpha_{555} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_5 = 238.618 \quad \Delta y_6 := \sin\left(\alpha_{666} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_6 = -234.592$$

$$\Delta y_7 := \sin\left(\alpha_{777} \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot s_7 = -190.807$$

$$\Sigma \Delta y := \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \Delta y_4 + \Delta y_5 + \Delta y_6 + \Delta y_7 = 0.305$$

$$f_{abc} := \sqrt{\Sigma \Delta x^2 + \Sigma \Delta y^2} = 0.509$$

$$f_{\text{гор}} := \frac{\Sigma D}{f_{abc}} = 3.81 \times 10^3$$

Исправленные

$$K_x := \frac{\Sigma \Delta x}{\Sigma D} = 2.103 \times 10^{-4} \quad K_y := \frac{\Sigma \Delta y}{\Sigma D} = 1.571 \times 10^{-4}$$

$$\Delta_{xx1} := K_x \cdot s_1 = 0.042 \quad \Delta_{xx2} := K_x \cdot s_2 = 0.052 \quad \Delta_{xx3} := K_x \cdot s_3 = 0.064$$

$$\Delta_{xx4} := K_x \cdot s_4 = 0.057 \quad \Delta_{xx5} := K_x \cdot s_5 = 0.075 \quad \Delta_{xx6} := K_x \cdot s_6 = 0.079$$

$$\Delta_{xx7} := K_x \cdot s_7 = 0.04$$

$$\Delta_{x11} := \Delta x_1 - \Delta_{xx1} = 125.805 \quad \Delta_{x22} := \Delta x_2 - \Delta_{xx2} = 238.485 \quad \Delta_{x33} := \Delta x_3 - \Delta_{xx3} = 267.72$$

$$\Delta x_{44} := \Delta x_4 - \Delta x_{x4} = -77.735 \quad \Delta x_{55} := \Delta x_5 - \Delta x_{x5} = -263.08 \quad \Delta x_{66} := \Delta x_6 - \Delta x_{x6} = -292.139$$

$$\Delta x_{77} := \Delta x_7 - \Delta x_{x7} = 0.943$$

$$\Sigma \Delta x_x := \Delta x_{11} + \Delta x_{22} + \Delta x_{33} + \Delta x_{44} + \Delta x_{55} + \Delta x_{66} + \Delta x_{77} = -4.663 \times 10^{-15}$$

$$\Delta y_{y1} := K_y \cdot s_1 = 0.031 \quad \Delta y_{y2} := K_y \cdot s_2 = 0.039 \quad \Delta y_{y3} := K_y \cdot s_3 = 0.048$$

$$\Delta y_{y4} := K_y \cdot s_4 = 0.042 \quad \Delta y_{y5} := K_y \cdot s_5 = 0.056 \quad \Delta y_{y6} := K_y \cdot s_6 = 0.059$$

$$\Delta y_{y7} := K_y \cdot s_7 = 0.03$$

$$\Delta y_{11} := \Delta y_1 - \Delta y_{y1} = -155.757 \quad \Delta y_{22} := \Delta y_2 - \Delta y_{y2} = -59.186$$

$$\Delta y_{33} := \Delta y_3 - \Delta y_{y3} = 143.515 \quad \Delta y_{44} := \Delta y_4 - \Delta y_{y4} = 258.355$$

$$\Delta y_{55} := \Delta y_5 - \Delta y_{y5} = 238.562 \quad \Delta y_{66} := \Delta y_6 - \Delta y_{y6} = -234.651$$

$$\Delta y_{77} := \Delta y_7 - \Delta y_{y7} = -190.837$$

$$\Sigma \Delta y_y := \Delta y_{11} + \Delta y_{22} + \Delta y_{33} + \Delta y_{44} + \Delta y_{55} + \Delta y_{66} + \Delta y_{77} = 0$$

Координаты

$$x_1 := 888.62$$

$$x_2 := x_1 + \Delta x_{11} = 1.014 \times 10^3$$

$$x_3 := x_2 + \Delta x_{22} = 1.253 \times 10^3$$

$$x_4 := x_3 + \Delta x_{33} = 1.521 \times 10^3$$

$$x_5 := x_4 + \Delta x_{44} = 1.443 \times 10^3$$

$$x_6 := x_5 + \Delta x_{55} = 1.18 \times 10^3$$

$$x_7 := x_6 + \Delta x_{66} = 887.677$$

$$x_8 := x_7 + \Delta x_{77} = 888.62$$

$$y_1 := 6577.31$$

$$y_2 := y_1 + \Delta y_{11} = 6.422 \times 10^3$$

$$y_3 := y_2 + \Delta y_{22} = 6.362 \times 10^3$$

$$y_4 := y_3 + \Delta y_{33} = 6.506 \times 10^3$$

$$y_5 := y_4 + \Delta y_{44} = 6.764 \times 10^3$$

$$y_6 := y_5 + \Delta y_{55} = 7.003 \times 10^3$$

$$y_7 := y_6 + \Delta y_{66} = 6.768 \times 10^3$$

$$y_8 := y_7 + \Delta y_{77} = 6.577 \times 10^3$$

$$x := \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \end{pmatrix} \quad y := \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \\ y_7 \\ y_8 \end{pmatrix}$$

