

ГЕОДЕЗИЯ

УДК 528.48

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ ПЛОСКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А.А. ТИВАНОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.В. ЯЛТЫХОВ)

Рассматривается алгоритм вычисления отклонения фасада здания от оптимальной вертикальной или наклонной плоскости, параметры которой определяются по методу наименьших квадратов. Описан метод определения отклонений фасада при помощи программных продуктов «Excel» и JAG3D через получение нормированных коэффициентов A, B, C и D с помощью уравнения плоскости, а также рассматривается сдвиг плоскости в заданной системе координат. Вычисления выполнены по реальным измерениям координат точек на фасаде здания.

Введение. Внедрение новых технологий и применение новых материалов в строительной отрасли диктуют свои требования и к процессу геодезического обеспечения строительства. Широкое использование различных витражей сложной конфигурации и большой площади, стеклянных панелей, а также применение технологии вентилируемых фасадов накладывает отпечаток на характер выполняемых геодезических работ и предъявляет особые требования к информативности и точности данных исполнительной документации. Строительно-монтажные работы подобного рода требуют значительного объема измерений с целью получения информации о геометрии отделяемых поверхностей объекта [1].

Используют фасадную съемку или исполнительную съемку фасадов для получения информации о габаритах, высотном и плановом положении конструкций фасада. Геодезическая съемка фасадов, позволяет создать максимально точный рабочий проект, в котором проектные решения будут полностью соответствовать реальным размерам здания, конструкции, сооружения.

Производство измерений. В таких случаях обычно используют «бесконтактную» исполнительную съемку всех элементов фасадных систем. Принцип «бесконтактной» исполнительной съемки основан на определении координат точек контролируемого сооружения тахеометром или лазерным сканером в безотражательном режиме (рис. 1) [5].

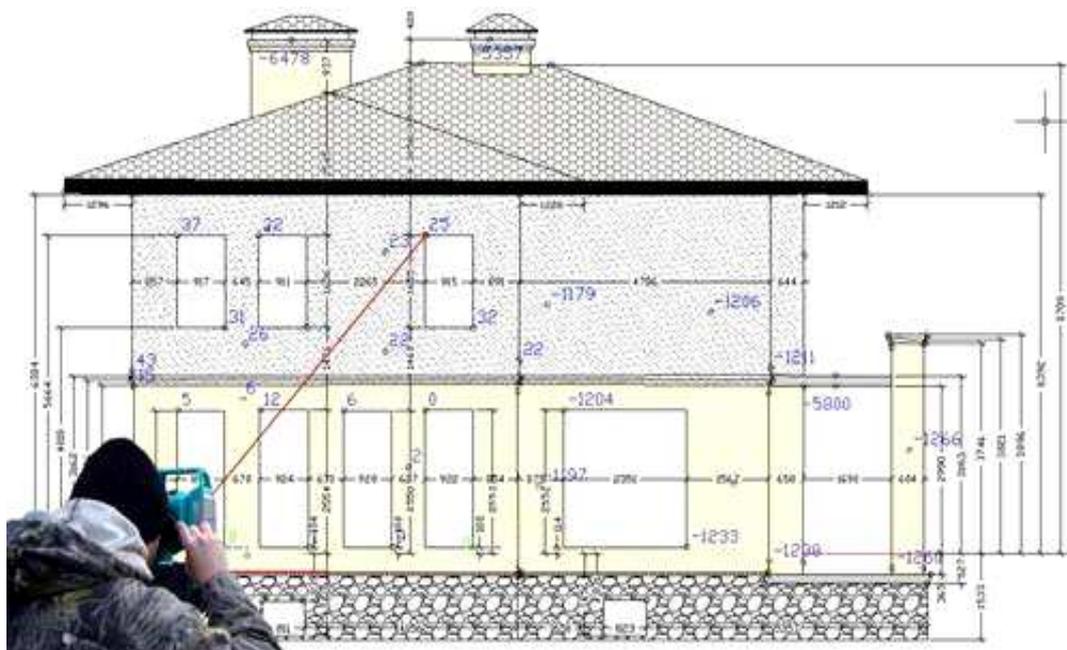


Рис. 1. Безотражательный режим исполнительной съёмки

Существует несколько способов проведения фасадных съемок, различающихся между собой окончательной формой представления полученных данных. Наиболее простым является способ неза-

висимой съемки отдельных фасадов здания. Данный подход не требует создания единого планово-высотного обоснования (ПВО) вокруг объекта. Этот вариант целесообразно применять при съемке небольших зданий и сооружений, достаточно простых по конфигурации и лишенных каких-либо архитектурных излишеств [1].

Результатом обработки фасадной съемки являются развертки фасадов здания. При этом возникает необходимость определения отклонения фасада от вертикальной или проектной плоскости. Тогда при обработке результатов измерений все отклонения фасада от вертикали будут показаны относительно этой плоскости, что облегчит дальнейшее проведение проектных и монтажных работ [2].

Таким образом, возникает задача аппроксимации набора точек с трехмерными координатами вертикальной или наклонной плоскостью. Любую плоскость можно задать уравнением плоскости первой степени вида

$$Ax + By + Cz + D = 0. \quad (1)$$

Тогда для наклонной или горизонтальной плоскости необходимо найти такую функцию $A \cdot x + B \cdot y + C \cdot z = z$, которая будет оптимальной с точки зрения МНК, то есть вычислить соответствующие коэффициенты A , B и C под условием

$$Q(A, B, C) = \sum([A \cdot x + B \cdot y + C \cdot z - z]^2) \rightarrow \min. \quad (2)$$

Это приводит к системе трех линейных уравнений:

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m x_i^2 & \sum_{i=1}^m x_i y_i & \sum_{i=1}^m x_i \\ \sum_{i=1}^m x_i y_i & \sum_{i=1}^m y_i^2 & \sum_{i=1}^m y_i \\ \sum_{i=1}^m x_i & \sum_{i=1}^m y_i & \sum_{i=1}^m 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m x_i z_i \\ \sum_{i=1}^m y_i z_i \\ \sum_{i=1}^m z_i \end{bmatrix}, \quad (3)$$

которая может быть легко решена.

Для вертикальной плоскости такой метод не подходит, так как z не зависит от значений x и y ($C = 0$). Вторым вариантом поиска оптимальной с точки зрения МНК плоскости (1) может быть минимизация целевой функции (4) [3]:

$$\sum_{i=1}^m V_i^2 \Rightarrow \min, \quad (4)$$

где

$$V_i = F_i(a, b, c, d) = \frac{|ax_i + by_i + cz_i + d|}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}. \quad (5)$$

В уравнении (5) выражение в правой части равно расстоянию от точки до плоскости. Данный метод поиска аппроксимирующей плоскости более универсален и не имеет ограничений к положению плоскости.

Обработка результатов. Рассмотрим применение изложенного выше алгоритма при обработке реальных измерений выполненных при съемке фасадов.

Для решения данной задачи нами было использован программный продукт Excel с функцией «Поиск решения» (рис. 2). Здесь исходные координаты $X Y Z$ помещены в ячейках B10, C10, D10, приближенные значения неизвестных в ячейках B3, B4, B5, B6

В столбце E10 вычисляется значение L по формуле:

$$L = \frac{|Ax_0 + By_0 + Cz_0 + D|}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}. \quad (6)$$

В ячейке E6 вычисляется $\sum v^2$.

Для получения нормированных коэффициентов A , B , C и D на неизвестные параметры налагают условие:

$$A^2 + B^2 + C^2 = 1. \quad (7)$$

В результате вычислений мы получили нормированные коэффициенты A , B , C и D с помощью программы Excel. На (рис. 2, б) представлены вычисления под условием $A^2 + B^2 + C^2 = 1$. В этом случае видно, что $\sum L^2$ стремится к нулю, а max и min значения L равны соответственно 0,035 и -0,026.

	A	B	C	D	E
1					
2		Условие	3,00000		
3		A1=	1,0000000		
4		B1=	1,0000000		
5		C1=	1,0000000		
6		D1=	1,00000		876877,2071727
7					
8				max	244,055
9				min	228,413
№	X	Y	Z	L	
1	277,921	7,558	128,524	239,602	
2	277,937	7,595	136,183	244,055	
3	277,939	1,199	139,215	242,114	
4	277,941	-5,734	139,197	238,102	
5	277,986	-11,839	136,188	232,866	
6	277,933	-11,839	128,529	228,413	
7	277,946	-10,102	129,034	229,715	
8	277,938	-10,102	129,576	230,023	
9	277,967	-10,042	130,878	230,826	
10	277,961	-10,031	132,614	231,832	

а)

	A	B	C	D	E
1					
2		Условие	1,00000		
3		A1=	0,9999985		
4		B1=	0,0017226		
5		C1=	0,0000075		
6		D1=	-277,93095		0,0066742
7					
8				max	0,035
9				min	-0,026
№	X	Y	Z	L	
1	277,921	7,558	128,524	0,004	
2	277,937	7,595	136,183	0,020	
3	277,939	1,199	139,215	0,011	
4	277,941	-5,734	139,197	0,001	
5	277,986	-11,839	136,188	0,035	
6	277,933	-11,839	128,529	-0,018	
7	277,946	-10,102	129,034	-0,002	
8	277,938	-10,102	129,576	-0,010	
9	277,967	-10,042	130,878	0,019	
10	277,961	-10,031	132,614	0,013	

б)

Рис. 2. Результаты вычислений в Excel с функцией «Поиск решения»:
а – без условия; б – с условием (7)

Для контроля правильности полученного решения по тем же исходным данным коэффициенты уравнения плоскости были получены в программе JAG3D (рис. 3).

File Report ?		
Settings	Form Points (a-priori)	Parameter
Abbreviation	Parameter	σ
Nx	0.9999985163	0.0000004716
Ny	0.0017225767	0.0002739172
Nz	0.0000074823	0.0004725670
D	277.9309465100	0.0629518636

Рис. 3. Результаты в программе JAG3D

Сравнивая полученные результаты, можно сделать вывод, что параметры плоскости, определенные двумя различными способами, получились примерно одинаковые и расхождения находятся в пределах точности их определения.

В результате таких вычислений мы получаем параметры (коэффициенты) оптимальной по МНК аппроксимирующей вертикальной плоскости.

В случае если требуется определить отклонение от вертикальной плоскости, то необходимо добавить еще одно условие ($C = 0$). Полученные результаты приведены на рисунке 4.

При проектировании навесных фасадных систем иногда желательно иметь величины отклонений от плоскости с одним знаком. Например, для составления спецификации типоразмеров крепежных элементов.

Фасад здания после возведения почти никогда не будет идеально вертикальным, то есть в большинстве случаев будет искривлён или наклонён, и отклонения от оптимальной плоскости будет со зна-

ком «+» и «-». С помощью анкеров крепления вентфасадов различной длины можно добиться выравнивания ранее возведённого фасада здания. Для этого надо произвести сдвиг по системе координат (то есть привести к одному знаку отклонения от плоскости), а затем выбрать количество, размер и тип крепёжных элементов.

Чтобы сдвинуть плоскость, требуется изменить параметр D , отвечающий за смещение плоскости, то есть при увеличении его будет увеличиваться расстояние от точки до плоскости в сторону знака «+», а при уменьшении параметра D в сторону уменьшения к знаку «-».

Как видно из рисунка 2, б, плоскость необходимо сдвинуть до максимального значения 0,035 или до минимального значения $-0,026$ и тем самым привести значения к одному знаку, а затем выбирать размер крепёжных элементов и их размеры.

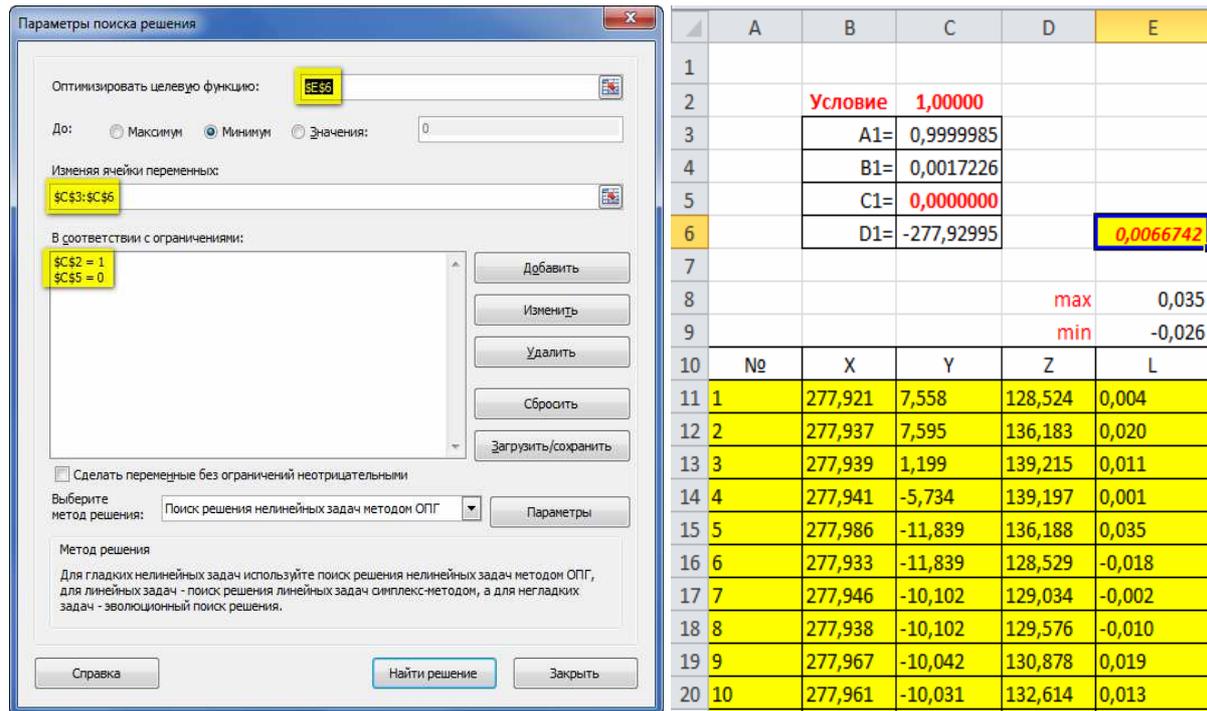


Рис. 4. Результаты вычислений с условием ($C = 0$)

Для оформления окончательного результата необходимо выполнить проектирование всех наблюдаемых точек на аппроксимирующую плоскость и систему координат в программе установить так, чтобы плоскость XOY совпала с аппроксимирующей плоскостью.

Известно, что, если плоскость задана общим уравнением $A_x + B_y + C_z + D = 0$, то вектор $\vec{n}(A, B, C)$ является вектором нормали данной плоскости.

Для того чтобы вычислить координаты спроектированных точек на плоскость, нам требуются направляющий вектор $\vec{n}(A, B, C)$ и расстояние L от точки до плоскости с обратным знаком, тогда

$$\begin{aligned} X' &= X - AL; \\ Y' &= Y - AL; \\ Z' &= Z - AL, \end{aligned} \quad (8)$$

где L вычисляется по формуле (6):

$$L = \frac{|Ax_0 + By_0 + Cz_0 + D|}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}.$$

На рисунке 5 приведены результаты обработки измерений по фасаду административного здания. Синим цветом показаны отклонения от вертикальной плоскости, красным – размеры элементов фасада.

Имея набор точек на вертикальной плоскости, можно выполнить образмеривание чертежа и выполнить проектирование навесных фасадных систем.

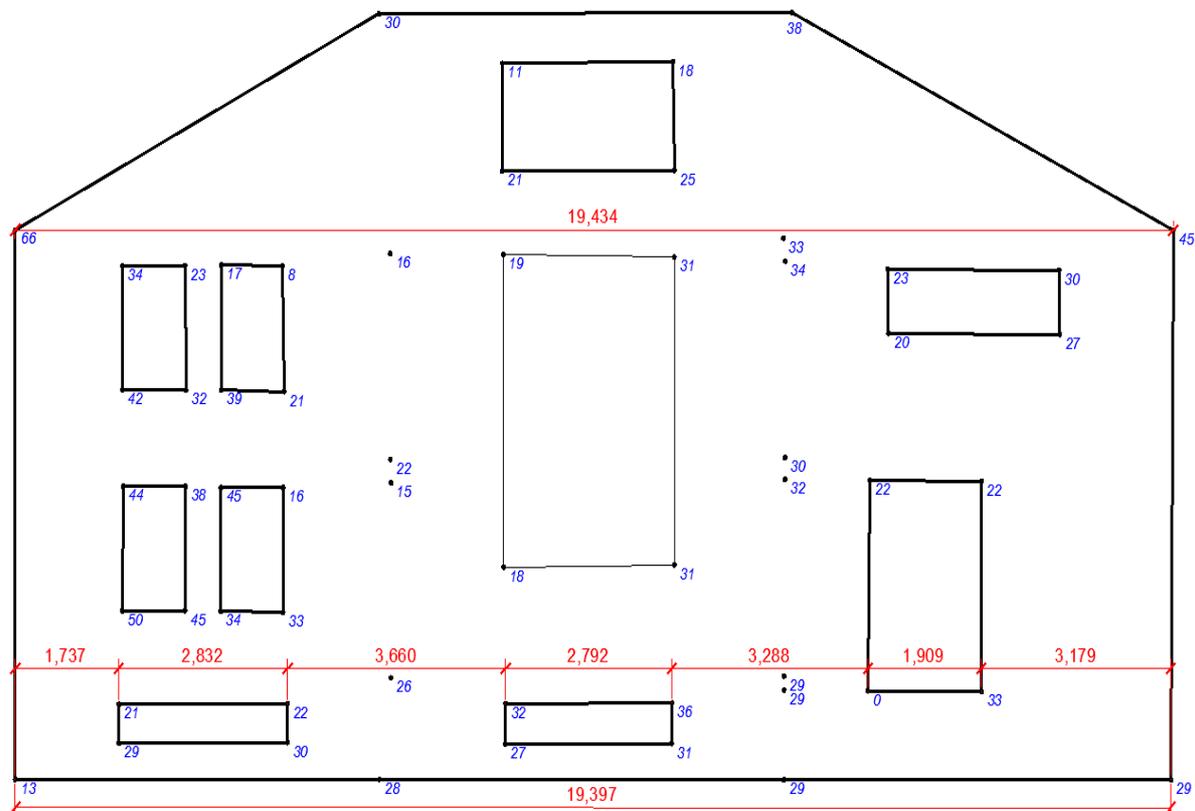


Рис. 5. Результаты обработки измерений по фасаду административного здания

Необходимо отметить, что точность определения пространственных координат фасада здания и достоверность результатов фасадной съемки зависит не только от точности геодезических работ, но и от правильности интерпретации результатов измерений, рационального выбора точек фасада, подлежащих съемке.

Применение вышеизложенного алгоритма позволяет определить параметры оптимальной плоскости для расчета отклонений строительных конструкций от плоскостности и в дальнейшем – для создания проектных чертежей при ремонте, облицовке фасада или реконструкции здания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валтонен, Д.А. Съемка фасадов зданий с помощью электронных тахеометров / Д.А. Валтонен, // Геопрофи. – 2010. – № 1. – С. 25–29.
2. Методика высокоточной бесконтактной исполнительной съемки навесных фасадных систем с воздушными зазорами при возведении высотных зданий: МДС 11-20.2009. – М., 2009.
3. Eberly D. Least Squares Fitting of Data / David Eberly // Geometric Tools, LLC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geometrictools.com/>.
4. Стальные конструкции. Правила монтажа = Стальныя канструкцыі. Правілы мантажу: ТКП 45-5.04-41-2006 (02250). – Введ. 01.07.07 (с отменой раздела 4 СНиП 3.03.01-87). – Минск: М-во архитектуры и строительства, 2007. – 40 с.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eng-geo.ru/15-fasadnaia-semka>.

УДК 528.721

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК НА СТЕРЕОПАРЕ
НА ТОЧНОСТЬ ОКОНЧАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

М.А. БАГРОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.А. МИХЕЕВА)

Рассматривается вопрос точности окончательных результатов для различных точек стереопары на основе эллипсов погрешностей. Сравнения точности определения координат показали, что для подсчета точности следует выбирать точку, расположенную в центре стереопары и имеющую самые небольшие средние квадратические ошибки определения координат, так как остальные точки расположены в зонах перекрытия смежных стереопар и будут определены дважды, поэтому точность их определения будет выше.

Точности окончательных результатов всегда уделялось большое внимание. Для обеспечения высокой точности окончательных результатов необходимо знать параметры съемочной аппаратуры, точность определения фокусного расстояния, разрешение при сканировании и точность измерения снимков. На основании этого можно сказать, что тема работы является актуальной, и в ней предполагается рассмотреть следующие вопросы: влияние расположения точек на точность окончательных результатов, установление зависимости точности окончательных результатов от масштаба съемки.

Для произведения анализа, вычислим точность определения координат на основе эллипса погрешностей, так как эллипс погрешностей показывает не только величины средних квадратических ошибок (СКО), но и направления, по которым эти ошибки произойдут. Предположим, что аэрофотосъемка была выполнена в масштабах 1:5000, 1:10000, 1:15000 и 1:20000 аэрофотоаппаратом LeicaRC-30, с форматом кадра 23×23см, фокусным расстоянием 153мм и продольным перекрытием 60 %. Значения ошибки определения фокусного расстояния примем 0.01мм и со СКО измерения координат 10 мкм. Исходя из этого базис фотографирования в масштабе снимка равен 92 мм. Высоты фотографирования вычислены по формуле [1]:

$$H = fM, \quad (1)$$

где M – знаменатель масштаба фотографирования.

Значения высот фотографирования H для принятых масштабов фотографирования приведены в таблице 1.

Значения высоты фотографирования

Таблица 1

M	H , м
5000	765
10000	1530
15000	2295
20000	3060

В фотограмметрии положение точек определяется путем решения прямых засечек с концов базиса фотографирования. Для условий аэрофотосъемки могут быть рассмотрены два случая засечки, которые представлены на рисунке 1.

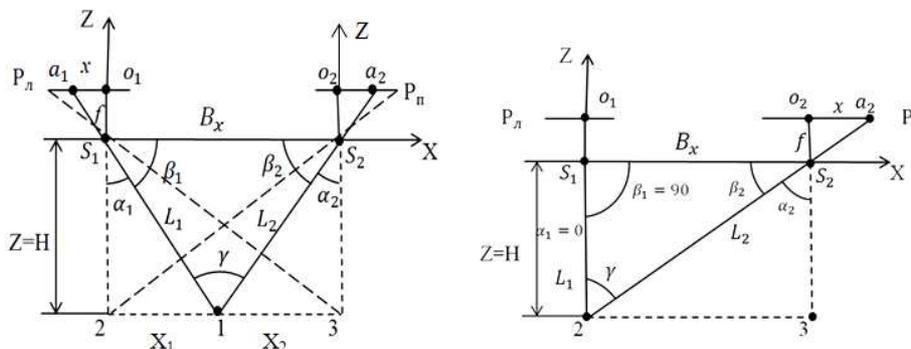


Рис. 1. Фотограмметрические засечки:
 S_1XZ ; S_2XZ – фотограмметрические системы координат;
 x – измеренная абсцисса точки местности на снимке

Засечка из равнобедренного треугольника – для центральных точек стереопары и засечка, когда длина одного проектирующего луча больше длины другого проектирующего луча для других точек стереопары.

В угловой засечке, показанной на рисунке 1, точность определения координат X и Z будет зависеть от точности определения углов α и β . Для точки 1, согласно рисунку 1, углы $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, $\beta_1 = \beta_2 = \beta$ и γ будут выражаться следующим образом [2]:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{x}{f}, \quad (2)$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha, \quad (3)$$

$$\gamma = 180^\circ - 2\beta. \quad (4)$$

Средняя квадратическая ошибка угла α определена по формуле [2]:

$$m_\alpha = \frac{\rho}{f^2 + x^2} \sqrt{f^2 \sigma^2 + x^2 m_f^2}. \quad (5)$$

Точность определения координат оценена на основании эллипса погрешностей, представленного на рисунке 2. Величина СКО m не может с достаточной удовлетворительностью характеризовать точность положения точки на плоскости. Более полное и правильное понятие об ошибках положения дает эллипс погрешностей [3]. Эллипс погрешностей может занимать различные положения в выбранной системе координат. Угол поворота эллипса ошибок относительно осей координат характеризуется углом θ (см. рис. 1).

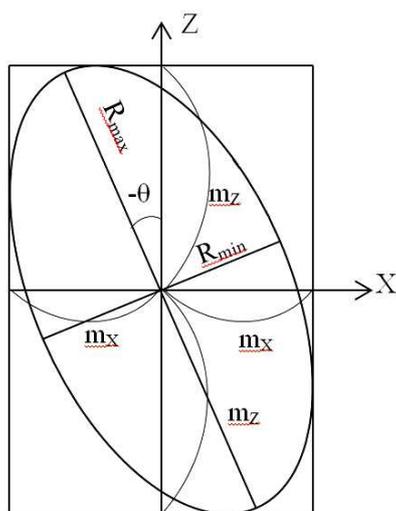


Рис. 2. Эллипс погрешностей

При фотограмметрических построениях СКО определения плановых координат X и Y равны между собой, то есть $m_x = m_y$ [3]. Поэтому в работе рассмотрены ошибки в направлении оси координат X и Z на основе эллипсов погрешностей. Для получения СКО $m_{x,y}$, m_z следует провести касательные к эллипсу, параллельные осям X и Z . Основания полученных перпендикуляров к осям координат и определяют нужные СКО $m_{x,y}$ и m_z [3].

Значения большой и малой полуосей эллипса R_{\max} и R_{\min} соответственно получены по следующим формулам [4]:

$$R_{\max}^2 = \frac{2\mu^2}{[paa] + [pbb] - \sqrt{([paa] - [pbb])^2 + 4[pab]^2}}, \quad (6)$$

$$R_{\min}^2 = \frac{2\mu^2}{[paa] + [pbb] + \sqrt{([paa] - [pbb])^2 + 4[pab]^2}}. \quad (7)$$

В формулах (6), (7) значения элементов $a_1 = \frac{\rho X_1}{L_1^2}$; $b_1 = \frac{\rho Z_1}{L_1^2}$; $a_2 = \frac{\rho X_2}{L_2^2}$; $b_2 = \frac{\rho Z_2}{L_2^2}$; P – вес измерений;

μ – СКО единицы веса. Здесь X_1 в системе координат S_1XZ , X_2 в системе координат S_2XZ , L_1 и L_2 показаны на рисунке 1.

Угол разворота осей эллипса погрешности θ относительно принятой системы координат определен по формуле [3]:

$$\operatorname{tg} 2\theta = \frac{2[pab]}{[paa] - [pbb]}. \quad (8)$$

Для равнобедренного треугольника СКО измерения углов оказались одинаковыми, следовательно, вес $p = 1$, $\mu = m_\alpha$.

Значения СКО угла $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, большой R_{\max} и малой R_{\min} полуосей эллипса погрешности и угла разворота θ для точки 1 представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения большой R_{\max} и малой R_{\min} полуосей

m	$m_\alpha, ''$	P	$R_{\min} = m_{X,Y}, \text{ м}$	$R_{\max} = m_Z, \text{ м}$	$\theta, ^\circ$
5000	12,910	1	0,037	0,123	0
10000	12,910	1	0,074	0,246	0
15000	12,910	1	0,111	0,368	0
20000	12,910	1	0,148	0,491	0

Как видим, угол разворота осей эллипса погрешности θ для всех масштабов равен нулю. Это значит, что величина малой полуоси эллипса будет соответствовать значению СКО $m_{X,Y}$, а величина большой полуоси – СКО m_Z . Кроме того, для всех масштабов фотографирования СКО определения отметок более чем в 3 раза грубее, по сравнению с определенными плановыми координатами.

Фотограмметрическая засечка для точки 2 представлена на рисунке 1.

Углы α_2 , β_2 и γ согласно рисунку 1 будут:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{B}{H}; \quad (9)$$

$$\beta_2 = 180^\circ - \beta_1 - \gamma; \quad (10)$$

$$\alpha_2 = 90^\circ - \beta_2. \quad (11)$$

Вычисления сделаны по формулам (6), (7) в двух вариантах: за единицу веса принята СКО определения угла m_{α_2} , вес P_1 получен по формуле $\frac{m_{\alpha_2}}{m_{\alpha_1}} = P_1$, а за единицу веса принята СКО определения

угла, $\frac{m_{\alpha_1}}{m_{\alpha_2}} = P_2$.

Значения СКО углов α_1, α_2 вычислены по формуле (5), значения весов P_1 и P_2 , большой R_{\max} и малой R_{\min} полуосей эллипса погрешности и угла разворота θ для точки 2 представлены в таблице 3.

Таблица 3

Значения большой R_{\max} и малой R_{\min} полуосей

m	$m_{\alpha_1}, ''$	$m_{\alpha_2}, ''$	P_1	P_2	$R_{\min}, \text{ м}$	$R_{\max}, \text{ м}$	$\theta, ^\circ$
5000	13,481	11,554	0,857	1,167	0,036	0,133	-13 34 49,87
10000	13,481	11,554	0,857	1,167	0,073	0,266	-13 34 49,87
15000	13,481	11,554	0,857	1,167	0,109	0,399	-13 34 49,87
20000	13,481	11,554	0,857	1,167	0,146	0,533	-13 34 49,87

Для точки 3 эллипс погрешностей повернут на такой же угол, но в другую сторону относительно оси Z . Все вычисленные значения оказались такими же, как и значения для точки 2, приведенные в таблице 3.

Значения средней квадратической ошибки $m_{x,y}$, средней квадратической ошибки m_z для точек 2 и 3 найдены при построении эллипса погрешностей в программном продукте Auto_Cad путем проведения касательных параллельных осей X и Z и представлены в таблице 4.

Таблица 4

Значения средних квадратических ошибок

m	$m_{x,y}, M$	m_z, M
5000	0,047	0,130
10000	0,094	0,259
15000	0,140	0,389
20000	0,191	0,518

Значения СКО $m_{x,y}$, m_z зависят от положения точек. Для точек 2 и 3 значения СКО получились одинаковыми, так как эти точки расположены симметрично точке 1. Средняя квадратическая ошибка точек 2 и 3 получились хуже, чем для точки 1. Наименьшая СКО получилась для центральной точки 1, а СКО определения высотной координаты для точки 2 и 3 на 6 % грубее, чем для точки 1; СКО определения плановых координат для точек 2 и 3 на 27 % грубее, чем для точки 1.

Так как точки 2 и 3 расположены в зоне тройного продольного перекрытия, то их координаты будут получены в смежных моделях. Поэтому точность их определения возрастает в $\sqrt{2}$, чем координаты точки 1.

Результаты вычислений СКО $m_{x,y}$, m_z для точек 2 и 3 получены по формуле $m'_{x,y,z} = m_{x,y,z} \sqrt{2}$ и для масштаба фотографирования 1:5000 сведен в таблицу 5.

Таблица 5

Результаты средних квадратических ошибок

СКО	Точка 1	Точки 2 и 3
m'_z	0,123	0,092
$m'_{x,y}$	0,037	0,033

В таблице 5 значения $m_{x,y}$ и m_z для точки 1 взяты из таблицы 2.

Составляя данные СКО для разных точек (см. табл. 2 для точки 1 и табл. 5 для точек 2 и 3), видим, что средняя квадратическая ошибка для точек 2 и 3 померены точнее. Поэтому оценивать качество получения координат точек при фотограмметрических построениях следует по точке 2.

Кроме того, как видно из выполненных расчетов, СКО возрастает пропорционально уменьшению масштаба фотографирования, и если известны СКО для какого-то масштаба $1:m_1$, то для другого масштаба $1:m_2$ СКО легко пересчитать, используя коэффициент $k = \frac{m_2}{m_1}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михеева, А.А. Прикладная фотограмметрия: учеб.-метод. компл. / А.А. Михеева, В.В. Ялтыхов. – Новополоцк: ПГУ, 2006. – 320 с.
2. Михеева, А.А. Оценка формул расчета разрешения при сканировании аэрофотоснимков и формул предрасчета точности определения координат точек местности по эллипсам погрешностей / А.А. Михеева, В.И. Медведев // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия Ф. Строительство. Прикладные науки. – 2011. – № 8. – С. 159–169.
3. Чеботарев, А.С. Способ наименьших квадратов с основами теории вероятности / А.С. Чеботарев. – М.: Геодезиздат, 1958. – 606 с.
4. Мицкевич, В.И. Применение нелинейного программирования при математической обработке геодезических сетей: дис. ... канд. техн. наук / В.И. Мицкевич. – Новосибирск, 1981. – 232 с.

УДК 343.35

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GPS- И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ
ПРИ СОЗДАНИИ ГЕОПОРТАЛА «ПАМЯТЬ»****О.С. ЛУБОЧКО****(Представлено: П.Ф. ПАРАДНЯ)**

Исследуется проблема нахождения, координирования и нанесения на карту памятников и мест захоронения времен Великой Отечественной войны, которые находятся вне населенных пунктов и которых нет на современных картах.

GPS – спутниковая система навигации, обеспечивающая определение местоположения объектов во всемирной системе координат WGS 84. Она позволяет в любом месте Земли (исключая приполярные области), почти при любой погоде, а также в околоземном космическом пространстве определять местоположение и скорость объектов. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США, при этом в настоящее время доступна для использования в гражданских целях (нужен только навигатор или другой аппарат (например, смартфон) с GPS-приёмником) [4].

Чтобы определить положение на местности (широту и долготу), требуется поймать сигнал минимум трёх спутников, а если нужна ещё и высота над уровнем моря – минимум четырёх. Это относится к любым спутниковым приемникам. Конечно, чем больше сигналов ловит приемник, тем точнее и быстрее определяется его местоположение.

Принцип определения координат приемника достаточно прост. Они получают методом обратных засечек от передатчиков спутников. Передатчик и приемник имеют высокоточные часы. В спутнике они атомные с погрешностью 10^{-9} с/год. Передатчик высылает кодированный сигнал с данными о времени передачи, своей орбите и координатах и многое другое. Сигнал со скоростью света достигает приемника и обрабатывается им. Время передачи и приема сигнала различается на незначительную величину, но именно по этим данным можно определить расстояние до спутника. Поэтому и часы должны быть очень точными. Расстояние есть скорость, умноженная на время. Таким образом и решается пространственная засечка. Так происходит со всеми спутниковыми сигналами. В каждый момент времени приемник получает одновременно сигналы от нескольких спутников и определяет свое местоположение относительно их [3].

Цель работы – нахождение, координирование с помощью GPS-приемника и нанесение на карту памятников и мест захоронения времен Великой Отечественной войны, которые находятся вне населенных пунктов или которые с течением времени перестали наносить на карты.

В работе использовался GPS-приемник BT-368. Он был подключен к ноутбуку ASUSX75V при помощи функции Bluetooth. Вся работа выполнена в программной среде ArcGIS, куда была загружена карта Витебской области.

ArcGIS – семейство геоинформационных программных продуктов американской компании ESRI, используемое для целей земельных кадастров, в задачах землеустройства, учёта объектов недвижимости, систем инженерных коммуникаций, геодезии, недропользования и других областях.

Основной серверный продукт – ArcGIS for Server, предназначен для многопользовательских проектов с централизованным хранилищем и неограниченным числом рабочих мест, публикации интерактивных карт в Интернете [1].

В работе был использован модуль ArcGIS Tracking Analyst extension, который разработан для картирования движущихся или изменяющихся во времени объектов. Инструменты Tracking Analyst позволяют выполнять следующие операции:

- оживлять географические данные, содержащие даты и время (временные данные), добавляя их на карты в качестве трековых слоёв;
- слежение за объектами в режиме реального времени. Tracking Analyst поддерживает сетевую связь с устройствами глобальной системы позиционирования (GPS) и прочими устройствами отслеживания местоположения, что позволяет картировать данные в режиме реального времени;
- отображение временных данных с помощью временных окон и прочих специализированных опций для просмотра данных, которые меняются во времени;
- воспроизведение временных данных с помощью Менеджера воспроизведения Инструменты Tracking Analyst. Данные можно воспроизводить с различными скоростями, вперед и назад;
- анализ особенностей временных данных путём создания хронометража данных;
- создание и применение действий для временных данных;
- создание анимаций данных при помощи инструмента Анимация Инструменты Tracking Analyst;
- просмотр трековых данных в 3D с помощью ArcGlobe.

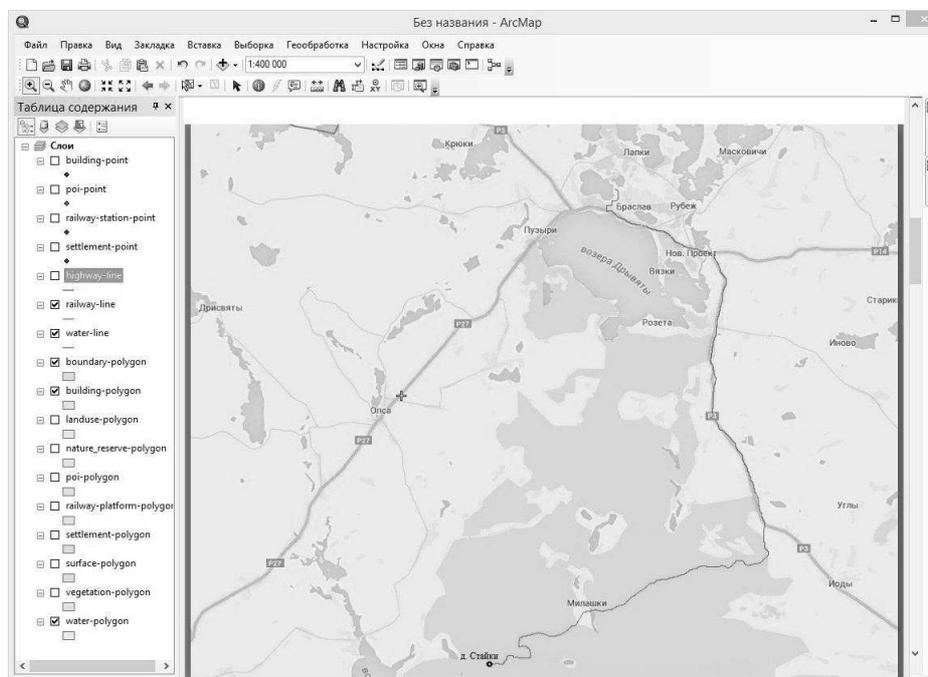
Временные данные – это любые пространственные данные, которые содержат информацию о времени. С помощью Мастера добавления временных данных (Add Temporal Data Wizard) любые временные данные могут быть добавлены на карту в виде слоев трека. При этом им можно придать реалистичный вид с помощью специальных символов и инструментов анализа программной среды Tracking Analyst.

С помощью дополнительного модуля ArcGIS Tracking Analyst extension можно создавать подключение к сервису трекинга или устройству GPS, которое считывает временные данные в реальном времени, выдавая трекинг событий по мере их возникновения. Используя ArcCatalog для установки трекинг-подключения в реальном времени и добавляя данные непосредственно в ArcMap или ArcGlobe, их можно отобразить и воспроизвести на карте.

Модуль Tracking Analyst содержит множество специальных опций и наборов символов, позволяющих реалистично отображать данные трекинга. Можно создать временное окно, чтобы отображать данные символами разного цвета, размера и формы, отображать пути перемещения объектов с помощью линий треков, показывающих передвижение отдельных элементов. Также можно отобразить вектора направления, чтобы показать, откуда и куда идет движение, а также надписать события с помощью атрибутов. Используя Менеджер воспроизведения (Playback Manager) Tracking Analyst позволяет воспроизводить данные трекинга для анализа и оценивать их изменение с течением времени.

Для различной обработки данных на основе атрибутов или местоположений в Tracking Analyst можно использовать специальные действия. Они применяются к слоям трекинга в ArcMap и ArcGlobe и для сервисов трекинга реального времени в ArcCatalog, чтобы обрабатывать данные непосредственно в потоке с сервера. Доступные действия включают подсветку и подавление отображения данных, применение фильтра к набору данных, отправку предупреждения по электронной почте и генерацию отчета по итоговой информации. Можно также применить любое пользовательское действие к слою в реальном времени, используя Microsoft Visual Basic (VB). Триггеры для действий могут быть заданы с помощью атрибутивных или пространственных запросов, а также их сочетанием [2].

В ходе работы на территории Браславского района было обнаружено и нанесено на карту 4 памятных объекта времен Великой Отечественной войны – сожженные деревни, которые не были восстановлены. На современных картах эти объекты не отражаются. При помощи GPS-приемника были определены оптимальные маршруты к этим деревням, на месте которых сейчас располагаются мемориальные комплексы. В дальнейшем эти данные будут выложены в свободном доступе в интернете, так как существует проблема нахождения исчезнувших деревень и памятных объектов в них.



Проложенный маршрут из города Браслав к обелиску в деревню Стайки

ЛИТЕРАТУРА

1. ArcGIS – семейство программных продуктов нового поколения // ГИС – Геоинформационные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gissystem.ru/index/arcgis/0-71>. – Дата доступа: 28.09.2015.

2. GeostatisticalAnalyst // Кредо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.credospb.com/geostatistical_analyst.htm. – Дата доступа: 27.09.2015.
3. Системы GPS навигации // GPS-навигаторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gp-s.ru/text/gps-info-006.shtml> Дата доступа: 27.09.2015.
4. Технологии стандарты // Все о коммуникаторах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// ihtc.ru/lib/gps.php](http://ihtc.ru/lib/gps.php). – Дата доступа: 28.09.2015.

УДК 343.35

СОЗДАНИЕ ГЕОПОРТАЛА «ПАМЯТЬ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСОВ

О.С. ЛУБОЧКО

(Представлено: П.Ф. ПАРАДНЯ)

Изучены популярные географические интернет-сервисы. Рассматриваются возможности их редактирования и нанесения новой информации. Работа приурочена к 70-летию победы в Великой Отечественной войне.

На протяжении последнего десятилетия активно разрабатываются и запускаются географические сервисы. В них нашли свое отражение объекты разной потребности: от магазинов и автобусных остановок до карт с отметками о новых сообщениях в социальной сети Twitter. Самые популярные геосервисы рунета – Google Map, Panoramio, Sketch UP, Wikimapia, Яндекс карты [5].

Google Map – сервис, который был создан в 2005 году компанией Google. Представлял он собой собранные воедино спутниковые фотографии земной поверхности, этакую мозаику, которая охватывала всю планету. Зайдя на сайт сервиса, любой человек может посмотреть спутниковую фотографию любой местности, будь то собственный дом или военная база. Снимки не показывают события в реальном времени, потому что они обновляются с задержкой [6].

Panoramio – Сайт интегрирован с Картами Google. Это позволяет как установить географическое положение объектов на фотографиях, загруженных пользователями со всего мира, так и посмотреть фотографии местности, просматриваемой на карте. Непосредственно после загрузки возможен экспорт геоданных в формате KML из базы данных Panoramio [2].

С декабря 2006 года изображения из Panoramio доступны на Google Планета Земля при активизации слоя Panoramio. Обновление фотографий из Panoramio на карте Google Планета Земля происходит несколько раз в неделю.

SketchUp – программа для моделирования относительно простых трёхмерных объектов – строений, мебели, интерьера. В марте 2006 года была приобретена компанией Google вместе с небольшой фирмой Last Software. В апреле 2012 Google продал SketchUp компании Trimble Navigation за 90 млн. долл. Существуют две версии программы – бесплатная для некоммерческого использования, и платная SketchUp Pro [3].

Wikimapia – международный бесплатный веб-сайт, географическая онлайн-энциклопедия, цель которой заключается в том, чтобы отметить и описать все географические объекты на Земле. Вики-мапия совмещает в себе интерактивную карту с принципом свободного редактирования вики [4].

Яндекс. Карты – поисково-информационный картографический сервис Яндекса. Открыт в 2004 году. На сервисе представлены подробные карты всего мира. Есть поиск по карте, информация о пробках, прокладка маршрутов и панорамы улиц крупных и других городов. Для России, Украины, Белоруссии и Казахстана используются только собственные карты компании, которые обновляются ежемесячно; данные для остальных стран мира поставляет компания «НАВТЭК» [7].

OpenStreetMap (дословно «открытая карта улиц»), сокращённо OSM – некоммерческий веб-картографический проект по созданию силами сообщества участников-пользователей Интернета подробной свободной и бесплатной географической карты мира. Наибольшую популярность он имеет в США, Германии и России [1].

На основе выполненного анализа для реализации идеи был выбран географический сервис Open Street Map. Цель настоящей работы – создание открытой картографической библиотеки (геопортала) мест боевой славы и воинских захоронений времен Великой Отечественной войны на территории Полоцкого района.

Для нанесения данных необходимо зарегистрироваться на портале. Затем можно создавать точечные, линейные и полигональные объекты. Также имеется возможность создавать теги и привязывать к

объектам атрибутивную информацию, готовые карты можно экспортировать в формат .osm. Первым шагом необходимо выбрать категорию для создаваемого объекта из предлагаемых вариантов: место поклонения, банк, парк отдыха, кафе, точка и т.д. В каждой из категорий имеется шаблон, по которому можно вносить информацию и создавать свои поля.

В ходе работы было создано 183 объекта – это братские могилы и мемориалы. Пример одного из объектов приведен на рисунке.



Братская могила в деревне Азино

Слева можно прочитать, сколько солдат захоронено в могиле и когда был установлен мемориал.

Все объекты, созданные в ходе работы, относятся к местам поклонения, в разделе «Адресная информация» указывается адрес расположения объекта, в разделе «Источники информации о всех тегах» дается ссылка на источник информации или на веб-сайт. В разделе «Доступность для инвалидов колясок» указывается возможность подъезда к месту на инвалидной коляске. На геопортале для создаваемых объектов можно установить ссылку на статью из Википедии. Пользователь может выбирать оформление подложки карты. Наиболее важным разделом является «Заметка для картографов», где и указывается вся информация об объекте.

В данной работе получила отражение следующая информация: количество захороненных солдат, партизан, мирных жителей; год захоронения; наличие памятника; год его установки и т.п.

Работа была приурочена к 70-летию победы в Великой Отечественной войне. Любой человек может внести свой вклад в развитие геопортала – интересной и полезной информации достаточно, а на картах свое отражение получила лишь малая ее часть.

ЛИТЕРАТУРА

1. Open Street Map // Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap> Дата доступа: 29.04.2015.
2. Panoramio // Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Panoramio>. – Дата доступа: 29.04.2015.
3. SketchUp // Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SketchUp>. – Дата доступа: 29.04.2015.
4. Wikimapia // Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Wikimapia>. – Дата доступа: 29.04.2015.
5. Географические сервисы // Социальные сетевые сервисы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/socservisy/vidy-socialnyh-setevyh-servisov/geograficeskie-servisy>. – Дата доступа: 29.04.2015.
6. Карты Google // Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/V_Google. – Дата доступа: 29.04.2015.
7. Яндекс карты // Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Яндекс.Карты>. – Дата доступа: 29.04.2015.

УДК 528.06

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПОИСКА ГРУБЫХ ОШИБОК В РЕЗУЛЬТАТАХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CREDO_DAT

А.И. ЯРИЦА

(Представлено: канд. техн. наук В.А. БОНДАРЕНКО)

В результатах геодезических измерений практически всегда содержатся грубые ошибки. Их число оценивают в пределах от 0,1 % до 1 %. Исследуется эффективность программы CREDO_DAT при поиске грубых ошибок в результатах геодезических измерений. Анализируется влияние геометрии геодезической сети и величины погрешности в результатах измерений на чувствительность программы и возможность локализации грубоошибочных измерений.

В настоящее время геодезия в Республике Беларусь развивается на высоком научном уровне и новейшей технической базе, удовлетворяя запросы всех отраслей народного хозяйства. Производится большая работа по эффективному внедрению в производство специальных программ для обработки результатов геодезических измерений на ЭВМ. В связи с этим роль использования наилучшего алгоритма поиска грубых ошибок возрастает. Неверно выбранный алгоритм прежде вел к разовому неудачному уравниванию сети одним исполнителем. Сегодня, будучи реализован в программном продукте и продан многим пользователям, такой алгоритм становится источником множества либо неверных, либо не лучших решений [1].

Одной из наиболее популярных программ для обработки результатов геодезических измерений является CREDO_DAT. Данная программа используется для осуществления камеральной обработки наземных измерений при выполнении массовых геодезических, топографических, межевых работ, производимых в плоской системе координат в одноранговых сетях.

Также CREDO_DAT определяет, локализует и устраняет грубые ошибки. Все ошибки распознаются на основе L-1 анализа. Локализация грубоошибочных данных является одной из наиболее ответственных задач программы и выполняется методами анализа, трассирования и выборочного отключения.

L1-анализ основан на использовании методов линейного программирования для минимизации целевой функции:

$$\sum_{i=1}^n |V_i| = \min, \quad (1)$$

где V_i представляют собой левые части уравнений поправок, то есть

$$V_i = (v_i = a_i \delta x_1 + b_i \delta x_2 + \dots + c_i \delta x_n + 1), \quad (2)$$

где $a_i \delta x$ – частные производные по соответствующим неизвестным.

Минимизация L-нормы, представленной выражением (2), позволяет выделить участок сети, ход или даже отдельное измерение, содержащее грубую угловую, линейную или высотную ошибку.

L1-анализ считается наиболее эффективным для линейно-угловых сетей. По результатам его выполнения формируются соответствующие ведомости, содержащие пороговые значения, превышающие заданные в настройках.

Для проверки чувствительности программы к грубым ошибкам протестируем созданную на местности плановую геодезическую сеть в программе CREDO_DAT.

Схема сети представлена на рисунке.

Данная сеть имеет 2 исходных (№ 11 и № 12) и 8 определяемых пунктов.

Измерения произведены с 4-х станций. Полученные результаты представлены в таблицах 1–4 [2].

Таблица 1

Результаты измерений со станции st1

Цель	Кру	Гор. лимб	Верт. лим	Hv	Расст.
t2	Лев	255°20'34,9"	5°04'03,9"	0,100	64,7788
t1	Лев	359°59'58,4"	7°26'40,3"	0,000	59,0560
s17	Лев	248°36'21,9"	3°45'10,9"	0,000	52,5223
s8	Лев	296°55'38,6"	9°39'16,8"	0,000	46,6733
s5	Лев	233°24'51,4"	0°14'33,4"	0,000	18,5231

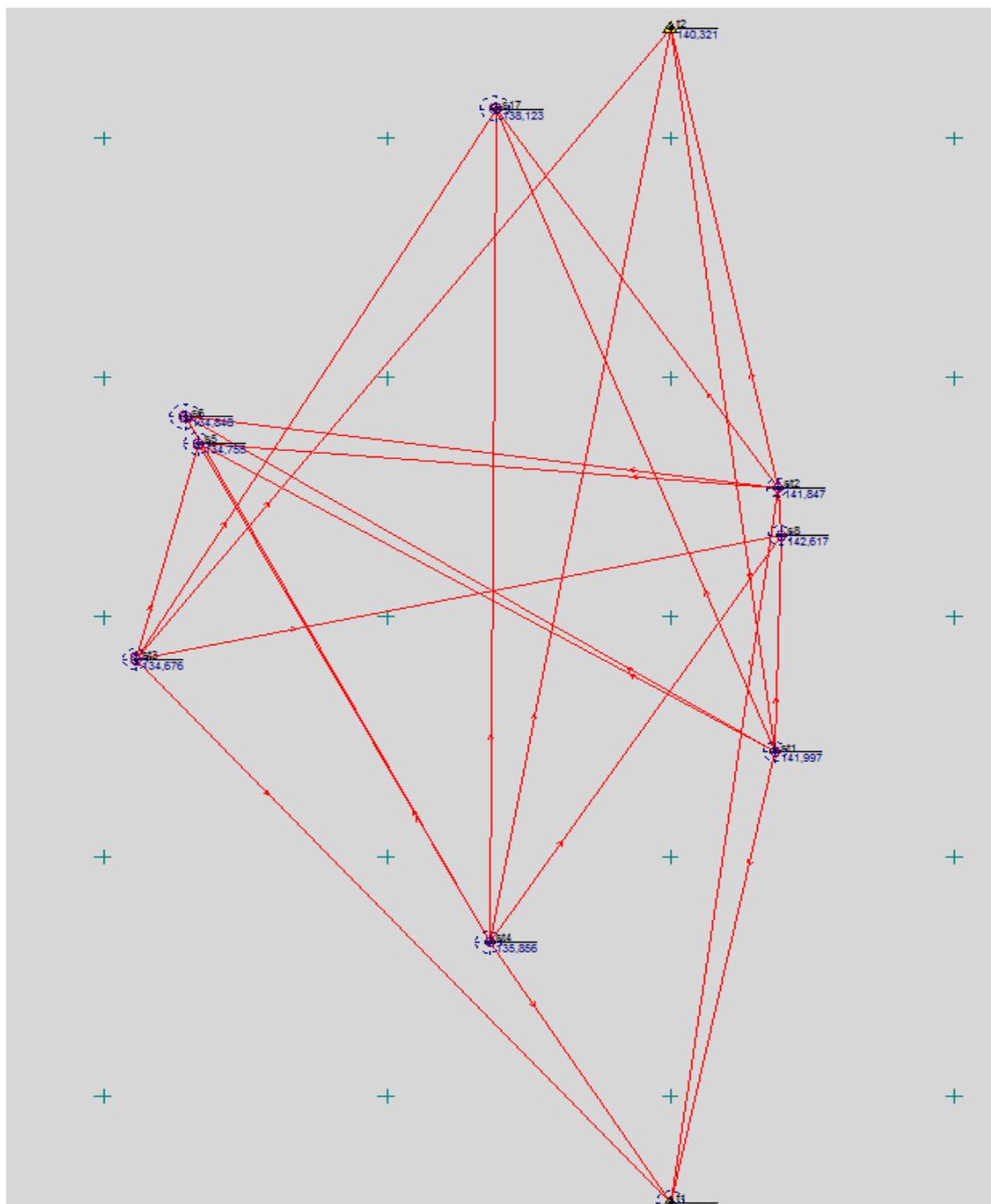


Схема сети

Таблица 2

Результаты измерений со станции st2

	Цель	Кру	Гор. лимб	Верт. лим	Hv	Расст.
	t1	Лев	0°00'00,7"		0,000	60,2379
	s6	Лев	90°49'23,2"	9°24'52,2"	0,000	42,2172
	s5	Лев	87°54'39,1"	9°47'49,6"	0,000	41,0735
	t2	Лев	161°37'39,6"	2°05'22,5"	0,100	39,0585
	s17	Лев	140°36'13,2"	5°41'11,8"	0,000	37,3991
	s8	Лев	349°38'56,3"	0°52'03,5"	0,000	4,0092

Таблица 3

Результаты измерений со станции st3

	Цель	Кру	Гор. лимб	Верт. лим	Hv	Расст.
t2	Лев	255°20'34,9"	5°04'03,9"	0,100	64,7788	
t1	Лев	359°59'58,4"	7°26'40,3"	0,000	59,0560	
s17	Лев	248°36'21,9"	3°45'10,9"	0,000	52,5223	
s8	Лев	296°55'38,6"	9°39'16,8"	0,000	46,6733	
s5	Лев	233°24'51,4"	0°14'33,4"	0,000	18,5231	

Таблица 4

Результаты измерений со станции st4

	Цель	Кру	Гор. лимб	Верт. лим	Hv	Расст.
t2	Лев	219°51'55,5"	3°22'32,8"	0,100	77,3473	
s17	Лев	210°41'59,6"	1°52'00,4"	0,000	69,6193	
s6	Лев	184°16'45,8"	1°10'45,1"	0,000	48,8389	
s5	Лев	184°03'30,1"	1°21'30,2"	0,000	46,4401	
s8	Лев	241°32'20,7"	9°39'49,5"	0,000	39,6955	
t1	Лев	0°00'01,7"	4°30'15,0"	0,000	25,2606	

Результаты оценки точности плановой сети представлена в таблице 5.

Таблица 5

Ведомость оценки точности плановой сети

Класс	Линейно-угловая сеть				СКО углов в ходах	
	СКО направлений		СКО линий		СКО углов в ходах	
	Априорная	Фактическая	Априорная	Фактическая	Априорная	Фактическая
1-разряд	2,5003	1,9026	0,0010	0,0008	5,0000	

Вычислим порог на грубую линейную и угловую погрешности измерений для данной сети. Для этого воспользуемся правилом 3σ , где σ – среднее квадратическое отклонение измеренной величины. Порог на грубую угловую погрешность равен $6''$, а порог на грубую линейную погрешность равен $0,003$ м [3].

Далее качественные измерения были искусственно ухудшены грубыми ошибками, равными или превышающими полученные допуски.

После внесения грубых ошибок была запущена функция L1-анализа. Точность определения грубых ошибок данной функцией в программном комплексе Credo_DAT зависит от количества избыточных измерений [4].

При исследовании чувствительности программы к грубым ошибкам в измеренных расстояниях получены следующие результаты:

- 1) программа достаточно точно распознает грубые ошибки в измерениях. Так, при пороге на грубую линейную погрешность $0,003$ м, были определены грубые ошибки от $0,003$ до $0,005$ м.
- 2) длина линий не влияет на точность определения грубой ошибки;
- 3) также на чувствительность программы к грубым ошибкам практически не влияет, увеличивают грубые ошибки измерение или уменьшают его;

4) «размывание» грубой ошибки на другие расстояния начинается при значении ошибки, равном 0,1 м и более;

5) при грубой ошибке, равной или превышающей значение 0,5 м, программа предлагает вводить поправки также и в углы;

6) при грубом промахе (1 м и более) определить грубую ошибку со 100 %-ной вероятностью не удастся. Поправки предлагаются в 5...9 измерений. Однако если проанализировать предложенные поправки, грубоошибочное измерение определить можно;

7) при наличии нескольких грубых ошибок в расстояниях и величине ошибок 0,004 м определяется только одно из грубоошибочных измерений. Второе грубоошибочное измерение было определено при величине грубой ошибки в каждом измерении 0,01 м;

8) зависимость чувствительности программы от положения грубоошибочных измерений в сети (в расстояниях, сходящихся в одном угле или в расстояниях, не сходящихся в одном угле) не обнаружена.

Из полученных результатов можно сделать следующие *выводы*:

- L1-анализ, основанный на поиске грубых ошибок по поправкам, со своей задачей справляется достаточно хорошо. Точно определяет не только наличие грубой ошибки в измерениях, но и то, в каком именно измерении ошибка находится;

- предлагаемые программой поправки имеют высокий уровень точности. Так, например, при ошибках в 0,1 м программа предлагает внести поправки в измерения, равные 0,0996.

При исследовании чувствительности программы к грубым ошибкам в измеренных углах, результаты получились другие:

1) Точность определения грубой ошибки зависит от значения угла. Так, точность определения ошибок в малых и средних углах гораздо выше, чем в больших по значению углах (от 250 °). При установленном пороге на грубую угловую погрешность, равном 6", были определены грубые погрешности от 6" в малом угле, до 17" – в большом.

2) При грубых ошибках, уменьшающих измерения, точность их определения гораздо ниже: значения, которые удалось определить, варьировались от 9" до 22".

3) «Размазывание» грубой ошибки на другие углы начинается при значении ошибки, равном 20" и более. Однако грубоошибочные измерения можно определить, изучив ведомость поправок: поправка в грубоошибочное измерение гораздо больше остальных.

4) Поправки в грубые угловые измерения часто имеют крайне низкую точность.

Основываясь на полученных результатах, тоже можно сделать следующие *выводы*:

- чувствительность программы к грубым ошибкам в угловых измерениях гораздо ниже, чем в линейных;

- особенно тщательно следует проверять большие по значению угловые измерения. В некоторых случаях программа указывает на наличие грубоошибочных измерений в сети, но не может правильно определить, в каких углах они находятся. Данный момент стоит учитывать при обработке измерений с помощью программного комплекса Credo_DAT.

При исследовании чувствительности программы к наличию грубых ошибок одновременно и в углах, и в расстояниях новых особенностей определено не было. Подтвердились уже полученные выводы о том, что ошибки в расстояниях, в отличие от угловых ошибок, определяются с гораздо большей точностью.

В *заключение* стоит отметить, что, следуя рекомендациям и внося поправки в измерения, которые предлагает программа по результатам поиска грубых ошибок, можно в большинстве случаев исключить или ослабить их влияние. А это значит – повысить качество и точность выполняемых работ.

Полученные в данной работе результаты исследования требуют дальнейшего подробного анализа с последующей разработкой рекомендаций по использованию программного комплекса Credo_DAT для поиска грубых ошибок в результатах геодезических измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коугия, В.А. Сравнение методов обнаружения и идентификации грубых ошибок измерений / В.А. Коугия // Геодезия и картография. – 1998. – № 5. – С. 23–28.
2. Батраков, Ю.Г. Геодезические сети специального назначения / Батраков, Ю.Г. – М.: «Картгеодезцентр» – «Геодезиздат», 1999. – 406 с.
3. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений: ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Ч. 2. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 51 с.
4. Линник, Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений / Ю.В. Линник. – М.: Физматгиз, 1962. – 352 с.

УДК 551.582:351.756.6

НАРОДНЫЕ ПРИМЕТЫ ПОГОДЫ: РЕАЛЬНОСТЬ И ДОМЫСЛЫ**Д.Н. КАЛУГИН***(Представлено: канд. биол. наук, доц. И.П. АПАНАСЕНКО)*

Представлены результаты проведенного исследования, определяющегося ежедневной потребностью населения в прогнозе погоды, который не всегда удается получить от метеослужб. Показано, что в таких случаях помогают народные приметы, правомерность которых и проверялась в данной работе. Из всего многообразия примет дифференциацией определены те, которые используются и сегодня.

Народные приметы, как и в древности, открывают нам возможности предугадывания погоды, с которой связана повседневная жизнь человека.

Погода является предметом данной научно-исследовательской работы. Цель – постичь некоторые закономерности погодных явлений, связанные с вопросами разного характера, начиная от социально-бытовых (народные приметы), заканчивая научными (теоретическая аргументация и методы исследования).

Многие не подозревают, какое культурное богатство досталось нам от наших предков. Народные приметы – это неиссякаемый источник, из которого можно черпать знания как культурного, так и научного характера. В итоге длительных наблюдений определились первые приметы погоды, которые и по сей день могут оказать существенную помощь в ее предсказании.

В древности люди не могли объяснить, почему идет снег или бьет молния. Существовало много легенд, отождествляющих погодные явления с Богами. Самыми могущественными Богами были те, от которых напрямую зависел урожай. Это – Дажьбог (Бог солнца и плодородия), Семаргл (хранитель семян и посевов) и, конечно, Бог-громовержец Перун.

В данной работе, которая выполнялась на протяжении 5 лет и заключалась в проведении погодных и температурных наблюдений и их анализе, раскрыты некоторые факты, подтверждающие либо опровергающие правомерность некоторых народных поверий.

Проводились наблюдения за температурой воздуха, облачностью, силой ветра и осадками, соблюдая правила метеонаблюдений, а именно ежедневно строго в определенное время, соответствующее нормам метеостанции.

Условно все народные приметы можно подразделить на три категории: связанные с поведением животных, с погодными явлениями и праздничные (прикрепленные к конкретной дате).

Праздничные – самый невостребованный вид прогнозов, основанных на религиозных суевериях и наблюдениях, ныне совершенно не актуальных. Так, прогноз о том, что погода первого января пропорциональна погоде 1 июня, полностью не оправдался. Об этом свидетельствуют несоответствия 5 лет их наблюдений. Но есть и исключения. Если второго февраля светит солнце, то нужно ждать раннюю весну. Действительно, данная примета, не основанная на фактах, дала почти 100 %-ную результативность. Можно уповать на случайность, можно на закономерности, связанные с лунными фазами, но факт остается фактом. Общий процент результативности данного типа примет чуть больше 50 %, поэтому можно судить о том, что данная примета носит только познавательный характер.

Следующий тип примет напрямую связан с поведением животных. Замечено, что животные чутко реагируют на малейшие колебания окружающего мира. Так, в 2004 году в Индонезии, когда это государство накрыло мощнейшее цунами, кошки и собаки задолго покинули территорию наибольшей разгрузки водных масс. Теперь касаясь погоды. Всем известна примета о том, что когда кошка спит клубком, то это сулит похолодание. Наблюдения показали, что в 5 случаях из 6 так и есть. Как итог – около 90 % положительных исходов предсказаний. Это объясняется чувствительностью к изменению атмосферного давления, и в целом близостью животных к природе, что было утрачено в ходе развития цивилизации человеком.

Последний тип примет рассказывает нам о погодных процессах и явлениях, которые могут дать понять, какие изменения в погоде можно ожидать. Процент их точности довольно высок, что характерно для данного типа, так как здесь конкретно сопоставляются погодные явления, взаимосвязанные друг с другом. Мерцают звезды – к морозу. С физической точки зрения это явление объясняется высокой прозрачностью воздуха, а из этого вытекает, что возрастает и теплоотдача. Как итог – земная поверхность и приземной воздух стремительно остывают без подогрева солнца, оттого данную примету можно считать рабочей.

Следующий вопрос нашей научной работы – изучение и сопоставление прогнозов, взятых из интернет-ресурсов, с действительностью. Были избраны два самых популярных ресурса (gismeteo.by и tut.by), дающих прогноз на ближайшие 7 дней а также на 14-й день с момента опубликования в интернете. Прогноз погоды на ближайшую неделю в плане температуры достаточно точен. Погрешности незначительные и, зачастую, не зависят от срока. Самый точный прогноз, естественно, на первые два дня, дальше вероятность несколько разнится. Прогноз на две недели, скорее, носит статистический характер, основанный на многолетнем «поведении» погоды в данную пору года. Два ресурса показали практически одинаковый результат, и всё же необходимо отметить большую стабильность gismeteo.by по отдельным дням.

В дальнейших пунктах научной работы приводятся результаты температурных наблюдений последних лет и подводится итог.

Совсем не обязательно быть экспертом, чтобы заметить, как сильно изменился климат в течение последних лет. Вспомнить хотя бы рассказы наших дедов о снежных зимах с лютыми морозами и сравнить их с нынешними, скудными на снег зимами.

Раньше смена пор года чётко соответствовала календарю, а теперь никого не удивит снегом поздней весной и зимой, мало отличающейся от осени.

Как видно из нижеприведенного графика, за последние несколько лет температурный режим резко изменился, в сравнении со сложившимся ранее климатом. Зимы стали мягкими и малоснежными, весна и осень крайне переменчивы, ведь трудно предугадать, холодным или теплым будет месяц. такой климат сегодня, о чем свидетельствует представленный рисунок.

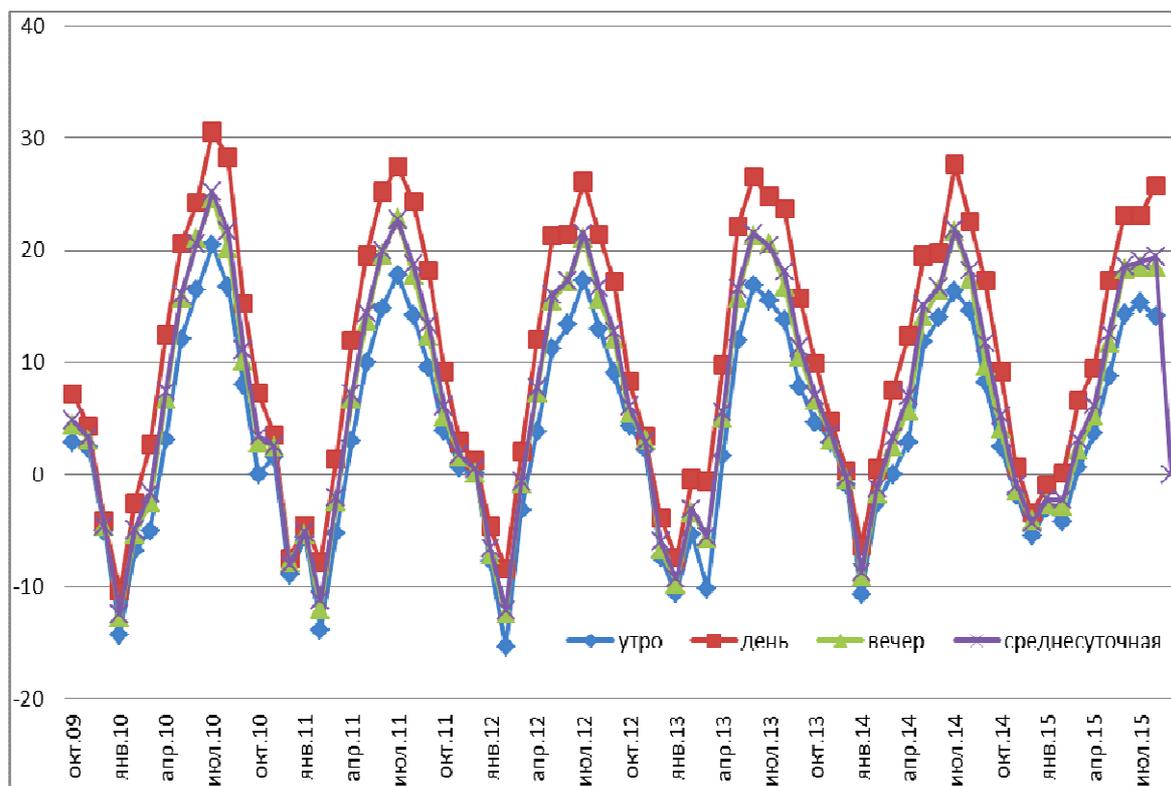


График изменения температуры по месяцам

Таким образом, можно отметить, что, учитывая всю сложность и многофакторность зависимостей состояния погоды от многих показателей, которые нередко оказываются определяющими для состояния погоды конкретной местности, необходимо использовать как местные наблюдения, различные приметы, так и официальные прогнозы.