

4. Анализ грубых результатов
5. Заключительное уравнивание[3].

В заключении хочу отметить, что цель моего исследования: определить и обосновать проблемы и возможности охраны геодезических пунктов путем переакладки их центров – достигнута, т. к. геодезические пункты государственной триангуляционной сети, имеют не только большое практическое, научное, но и стратегическое значение в вопросах охраны безопасности государства.

В 2017 году, в соответствии с Правилами Управлением Росреестра по РБ уточнены и внесены в ЕГРН сведения об охранных зонах более 10,5 тысяч пунктов государственной геодезической сети, расположенных на территории РБ, в том числе 642 охранные зоны на территории г. Улан-Удэ.

1. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS, ГКИНП (ОНТА) – 01 – 271 – 03, Москва, ЦНИИГАиК, 2002 г.;

2. Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети, Москва, ЦНИИГАиК, 2001г.

3. Технический отчет на выполнение работ по переакладке пункта спутниковой городской геодезической сети (СГГС – 1) Паромная в г. Улан-Удэ

4. <http://baikalfinans.com/lichnyie-dengi/14.06.2017>

Кочумеев Кирилл.

Научный руководитель: Васюхник Цырма Нанзатовна,

ГБПОУ «Бурятский аграрный колледж имени М.Н.Ербанова»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕНА ДЫМОВОЙ ТРУБЫ ФОТОГРАФИЧЕСКИМ СПОСОБОМ С ПОМОЩЬЮ ШНУРОВОГО ОТВЕСА

В данной работе приведена методика использования шнурового отвеса в качестве вертикальной референтной прямой, расположенной перед объективом цифровой фотокамеры. При фотографировании исследуемого объекта на снимке будет присутствовать эта прямая, от которой в системе Paint можно производить все необходимые измерения с последующим переводом их результатов в метрическую систему единиц. На примере башенного сооружения круглой формы рассмотрены все возможные варианты расположения референтной прямой относительно его оси и показана методика вычисления крена сооружения по результатам обработки снимка. Экспериментальные исследования с целью определения степени влияния расположения отвеса на снимке относительно оси сооружения на точность определения его крена были выполнены путём фотографирования кирпичной дымовой трубы высотой 60 м при расположении отвеса по оси трубы и на

различных расстояниях слева и справа от оси. В результате установлено, что местоположение отвеса оказывает большое влияние на точность определения её крена. Оптимальным признано расположение отвеса по центру верхнего сечения трубы и показана методика учёта поправки за неточности этого расположения.

В настоящее время широкое распространение получили любительские неметрические цифровые фотокамеры. Такие камеры в сочетании с компьютерной техникой позволяют кардинально изменить ряд технологий инженерно-геодезических работ [2]. Наличие программ измерения фотографических изображений (Paint, ArchiCAD, AdobePhotoshopCS6 и др.) позволило разработать различные варианты фотографического способа контроля пространственного положения строительных конструкций [4]. Для этого достаточно сфотографировать сооружение и выполнить два условия. Во-первых, на снимке должна присутствовать референтная линия, от которой будут производиться все необходимые измерения, во-вторых, снимок должен быть масштабирован для получения результатов измерений в метрической системе единиц [3].

В научно-практической работе рассматриваются теоретические основы и результаты экспериментальных исследований нового фотографического способа контроля вертикальности дымовых труб. Способ предусматривает использование в качестве референтной прямой нити шнурового отвеса, расположенного на некотором расстоянии перед объективом фотокамеры. Этот отвес фотографируют на фоне исследуемого объекта, причем отвес в общем случае может занимать произвольное положение относительно оси трубы, возможные варианты которого показаны на рис. 1.

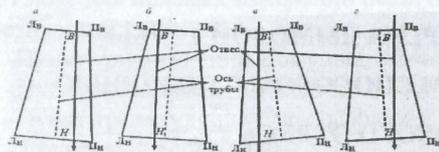


Рис. 1. Схемы к определению крена трубы:

В - расстояние от центра верхнего сечения до отвеса; *Н* - расстояние от центра нижнего сечения до отвеса; *Л_л* - расстояние от верхнего левого края трубы до отвеса; *Л_п* - расстояние от нижнего левого края трубы до отвеса; *П_л* - расстояние от верхнего правого края трубы до отвеса; *П_п* - расстояние от нижнего правого края трубы до отвеса

Обработка снимков заключается в следующем. Выводят фотографии трубы на экран монитора и открывают файл, например, с помощью Paint. Подводят курсор последовательно к левому краю трубы Л, отвесу О и правому краю трубы П на уровне ее верхнего и нижнего сечений и берут отсчеты Л, (О) и П, соответствующие каждому положению курсора. Определяют в пикселях (пкс) расстояния Л_вП_в и Л_нП_н от отвеса до верхних и нижних краёв трубы как

равность отсчётов по курсору О-Л и О-П. При расположении отвеса внутри контура трубы (см. рис. 1) все L_v и L_n будут положительными, а P_v и P_n - отрицательными. Вычисляют в пикселях расстояния от отвеса до оси трубы поверху $V = -(L_v + P_v)/2$ и понизу $H = -(L_n + P_n)/2$, причём в этих выражениях необходимо учитывать знаки L_v , P_v и L_n , P_n .

Крен трубы K в пикселях будет равен разности V и H (с учётом их знака). Если знак будет означать направление крена вправо (см. рис. 1, а, б) или влево (см. рис. 1, в, г). В метрической системе единиц крен будет равен $K = V\delta_v - H\delta_n$, где δ_v и δ_n - размер одного пикселя соответственно для верхнего и нижнего сечения трубы, м/пкс.



Рис. 2. Исходное расхождение отвеса по оси трубы: 1 - вариант расположения нити шнурового отвеса относительно оси трубы по центру верхнего сечения.

Для определения степени влияния местоположения на снимке отвеса относительно оси сооружения на точность определения его крена выполнены экспериментальные исследования путём фотографирования дымовой трубы высотой 60 м и радиусами: поверху 3,5 м и понизу 6,0 м (рис. 2)

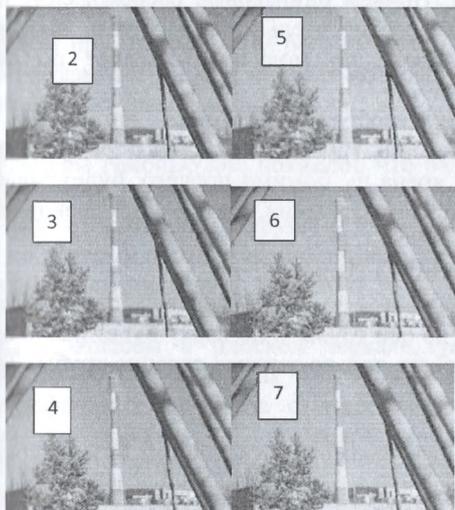


Рис. 3. Различные варианты расположения отвеса относительно оси трубы.

Труба фотографировалась при неподвижном положении фотокамеры с одной точки при различных вариантах расположения нити шнурового отвеса относительно оси трубы: по центру верхнего сечения (вариант 1); слева (варианты 2-4) и справа (варианты 5-7) от неё (см. рис. 2, 3). Измерения выполнялись цифровой камерой NikonD5200 таким образом, чтобы изображение трубы располагалось в центральной части снимка. Положение отвеса в первом варианте в центральной части снимка (см. рис. 2) исключало влияние подушечной или бочкообразной дисперсии на результаты измерений. В эксперименте участвовали студенты группы ПГ-033 Кочумеев К. Солдатов Д. Находили расстояния L_v , P_v и L_n , P_n (таблица 1, см. столбцы 8-11) от отвеса до верхних и нижних краев трубы как разности соответствующих отсчётов O и отсчётов I и $П$. Эти разности для первого варианта оказались по модулю практически одинаковыми, что свидетельствует о симметричном расположении отвеса относительно верхнего сечения трубы. Отклонение от симметрии составило всего $(205+240)/2 - 222 = 0,5$ пкс.

Вычисляли расстояния от отвеса до оси трубы поверху B и понизу H и находили крен трубы K в пикселях (см. таблицу, графа 12). По данным таблицы построены графики, характеризующие ошибки крена S_7 - S_7 (см. таблицу 1, графа 13) в зависимости от местоположения отвеса относительно оси трубы, где $S_i = K_i - K_1$.

Анализ табличных данных и графиков позволяет констатировать, что местоположение отвеса относительно оси трубы сильно влияет на точность определения её крена, особенно если отвес располагается в непосредственной близости от объектива фотокамеры. Причём одинаковые расположения нити шнурового отвеса слева или справа относительно оси трубы вызывают практически одинаковые ошибки крена по модулю и разные по знаку относительно этой оси.

Обратим внимание, что если изображение отвеса на снимке не располагается по центру верхнего сечения трубы, то её крен определяется по формуле (1) и ошибка определения крена m_k помимо прочего, будет зависеть как от величин B , H и ошибок m_v , m_n их определения, так и от размеров пикселя δ_v и δ_n и ошибок m_{δ_v} , m_{δ_n} их определения:

$$m_k^2 = \delta_v^2 m_v^2 + v^2 m_{\delta_v}^2 + \delta_n^2 m_n^2 + n^2 m_{\delta_n}^2$$

Если изображение отвеса располагается по центру верхнего сечения трубы (см. рис. 2.), то расстояние от отвеса до оси трубы B по верху будет равно нулю и в обработке снимка будет участвовать только нижнее сечение трубы. Тогда формула (1) примет следующий вид:

$$K = H \delta_n.$$

В этом случае ошибка крена будет зависеть от величины H и ошибки её определения, а также от размера пикселя δ_n и ошибки его определения:

$$m_k^2 = \delta_n^2 m_H^2 + H^2 m_{\delta_n}^2.$$

Расположение отвеса относительно центра верхнего сечения можно проконтролировать по верхним отсчётам Л, О и П по формуле

$$(Л - П)/2 - О = С, \quad (2)$$

где С - смещение отвеса относительно центра верхнего сечения, пкс; Л, О и П - отсчёты на уровне верхнего сечения, пкс (с учётом их знаков).

Результат обработки снимков

Таблица 1

Вариант	Верхние отсчёты, икс			Нижние отсчёты, икс			Верх		Низ		К, икс	S, икс
	Л	О	П	Л	О	П	Л _в	П _в	Л _н	П _н		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	205	222	240	183	219	250	17	-18	36	-31	3	0
2	205	194	240	183	183	250	-11	-46	0	-67	-5	-8
3	205	171	240	183	150	250	-34	-69	-33	-100	-15	-18
4	205	115	240	183	80	250	-90	-125	-103	-170	-29	-32
5	205	250	240	183	251	250	45	10	68	1	7	4
6	205	280	240	183	280	250	75	40	105	38	14	11
7	205	307	240	183	328	250	102	67	145	78	27	24

Если подсчитанное по формуле (2) смещение С оказалось со знаком плюс, то отвес смещён в левую сторону от оси трубы, а со знаком минус - в правую. С учётом смещения С крен будет вычисляться по формуле $K = (H-C) \text{ дн}$.

Основное влияние на точность определения крена фотографическим способом при оптимальном расположении отвеса по центру верхнего сечения трубы оказывает размер пикселя который зависит от качества фотокамеры и расстояния до снимаемого объекта.

Проведённые исследования фотоснимков, полученных с помощью фотокамеры NikonD5200, показали, что размер пикселя δ может находиться в пределах 1-10 мм/пкс в диапазоне 3-30 м [1, 5].

Так, на фотографии трубы отсчет по левому концу рейки составил 1241 пкс, по правому отсчёт равен 4266 пкс, длина рейки - 3000 мм, следовательно, размер одного пикселя будет равен $3000 / (4266 - 1241) = 0,992 \text{ мм/пкс}$. Также есть возможность определения крена путём фотографирования изображения трубы с отвесом в плоском зеркале, установленном в непосредственной близости от трубы. Так наглядно демонстрирует, что с помощью фотографического способа с отвесом можно надёжно и просто получить максимум информации об искривлении ствола трубы без каких-либо материальных затрат и решения организационных вопросов. Отметим, что хорошие результаты даст сочетание способа вертикального проектирования с помощью тахеометра средней точки верхнего сечения на нижнее сечение трубы

с последующим фотографированием с близкого расстояния нижнего сечения с проекцией этой точки.

Использованная литература:

1. Раскаткина О. В. Калибровка цифровой камеры по вертикальному базису с целью измерения расстояний // Материалы VII междунар. науч.-практ. конф. «Приоритетные направления развития науки и образования» (Чебоксары, 4 декабря) – Вып. 4(7). – 2015. – С. 216-222

2. Уставич Г.А., Пошивайло Я.Г. О применении неметрических цифровых камер для инженерно-геодезических измерений // Геодезия и картография. – 2005. – №8. – С. 19–24.

3. Шеховцов Г. А., Шеховцова Р. П. Новые способы формирования и использования вертикальных референтных прямых // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – № 6. – 2014. – С. 22-27.

4. Шеховцов Г. А., Шеховцова Р. П. Геодезические работы при экспертизе промышленной безопасности зданий и сооружений Нижний Новгород: изд. ННГАСУ, – 2014. – 176 с.

5. Шеховцов Г.А., Шеховцова Р.П., Раскаткин Ю.Н. О методике и результатах калибровки фотокамер с целью измерения расстояний // Геодезия и картография. – 2016. – Т. 77. – №2. – С. 46–53.

Солдатов Дмитрий,

Научный руководитель: Васюхник Цырма Нанзатовна.

ГБПОУ «Бурятский аграрный колледж имени М.Н.Ербанова»

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ БАШЕН СОТОВОЙ СВЯЗИ

Башни связи представляют собой специализированные трех и четырехгранные конструкции из металла, на которых размещается различное оборудование и антенно-фидерные устройства для организации различных видов связи и вещания. В башенных сооружениях, обладающих повышенной чувствительностью к деформациям грунтов основания, крен является одним из важных показателей общей деформации сооружения. К возникновению крена могут привести такие факторы, как изменение гидрогеологии несущих грунтов, тектонические и техногенные процессы и другие.

Крен – это отклонение вертикальной оси сооружения от отвесной линии. Существенное влияние на величину и направление крена оказывают ветровые нагрузки и односторонний солнечный нагрев, в результате чего верх сооружения совершает амплитудно-частотные колебания [1]. Определение крена башен связи производится в основном геодезическими методами. Для определения крена башенных сооружений применяют следующие методы [2]