

ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНОМАЛИИ ЧАСТНОГО УГЛА ВЕРТИКАЛЬНОЙ РЕФРАКЦИИ

В статье рассмотрена возможность определения аномалии частного угла вертикальной рефракции по колебаниям изображения, определенным с помощью телевизионной установки.

Значение частного угла вертикальной рефракции можно определить по колебаниям изображений визирной цели, используя формулу (1)

$$\rho = \rho_n + 0,035 \sigma \cdot L^{1/2} \cdot h_s^{-1/2} D^{1/6}, \quad (1)$$

где ρ_n — угол рефракции при нейтральной стратификации; σ — максимальная амплитуда колебаний изображения за период; D — диаметр объектива теодолита; L — длина визирного луча; h_s — эквивалентная высота луча.

При использовании объектива от теодолита ОТ-02, диаметр которого $D=6$ см, можно записать:

$$\rho = \rho_n + 0,047 \sigma \cdot L^{1/2} h_s^{-1/2}. \quad (2)$$

Как видно из (1) и (2), для определения частного угла вертикальной рефракции необходимо с высокой точностью найти максимальную амплитуду колебаний изображения за период. Период колебаний в среднем составляет 10...20 с [2].

Для определения амплитуды колебаний нами была применена малогабаритная телевизионная установка «Электроника-801», состоящая из телевизионной камеры, камерного блока и блока питания. Питание этой установки можно осуществлять от аккумуляторной батареи напряжением 12 В, что позволяет использовать ее в полевых условиях.

Для определения максимальной амплитуды колебаний изображение визирной цели, которой служила специальная марка, через зрительную трубу теодолита ОТ-02 проектировалось на фотокатод видикона телевизионной камеры, на который фотографическим способом была нанесена специальная отсчетная сетка в виде горизонтальных линий с ценой деления 0,05 мм.

Изображение визирной цели вместе с изображением отсчетной сетки рассматривали на экране воспроизводящего устройства, которым служила специально разработанная [3] электронно-лучевая трубка с повышенной разрешающей способностью — 350 линий в центре. В качестве видеоконтрольного устройства использовали малогабаритный телевизор «Электроника-Карпаты».

Точность отсчета на экране при визуальной индикации составила 0,25 мм (расстояние между изображением штрихов сетки на экране равнялась 0,5 мм).

Недостатком прямой визуальной индикации отсчетов, особенно при большой частоте колебания изображения, является инерционность зрения, не позволяющая произвести точного отсчета из-за кратковременности одного колебания.

Для улучшения индикации и повышения достоверности измерений использовано такое важное достоинство телевидения, как фиксация видимого изображения объекта (марки), его состояния в данный момент (запись на видеомагнитофон). Изображения визирной цели записывали на протяжении 30 с на видеомагнитофон «Электроника Л-108». Этот видеомагнитофон позволяет производить остановку изображения на экране видеоконтрольного устройства при воспроизведении записи.

При воспроизведении на экране электронно-лучевой трубки видеоконтрольного устройства записанного изображения визирной цели через каждые 2 с производилась его остановка и определялось положение относительно вертикальных штрихов координатной сетки, положение которой оставалось неизменным. По смещению относительно сетки изображений определяли амплитуду колебаний изображения.

Для повышения точности отсчета использовали отсчетный микроскоп МПБ-2 с ценой деления 0,05 мм.

Определение амплитуды колебаний изображения при помощи телевизионной установки проводили летом 1984 г. в течение 10 дней по 5...8 ч в день на учебном геодезическом полигоне. Направления для исследований были выбраны на северной окраине и расположены на высоком (до 35 м) берегу реки. Экспериментальные наблюдения выполнялись по трассам длиной 30, 40, 50, 60, 150, 230 и 300 м, которые проходили по дороге, расположенной параллельно речной долине и имеющей меридиональное направление. Средние высоты визирных лучей были соответственно равны 1,00, 1,25 и 1,50 м. Исследования были выполнены при различных погодных и температурных условиях.

Для сравнения проводились одновременные измерения амплитуды колебаний теодолитом $OT=02$ по методике, описанной в [2]. Колебания верхнего среза марки отсчитывали в десятых долях ширины горизонтального биссектора в течение 30 с. При этом по возможности брали максимальные отклонения и амплитуду определяли как разницу между максимальными верхним и нижним отклонениями.

В табл. 1 приведены усредненные результаты значений максимальных амплитуд колебаний изображения визирной марки в зависимости от времени суток.

Из табл. 1 видно, что наибольшие амплитуды колебаний изображения, соответственно и рефракция, появляются между 12 и 16 часами. В табл. 1 σ_B — максимальная амплитуда колебаний, определенная визуально при помощи теодолита ОТ-02; σ_T — максимальная амплитуда колебаний, определенная при помощи телевизионной установки.

Таблица 1

Усредненные результаты значений максимальных амплитуд колебаний изображения визирной марки в зависимости от времени суток

t, ч	L, м							
	30		40		50		60	
	σ_B''	σ_T''	σ_B''	σ_T''	σ_B''	σ_T''	σ_B''	σ_T''
10 ⁰⁰	0,87	1,23	1,74	1,45	2,61	1,725	4,35	3,125
11 ⁰⁰	0,87	1,32	1,74	1,35	1,74	1,325	4,35	2,980
12 ⁰⁰	0,87	1,70	2,61	2,18	4,35	2,650	5,22	3,950
13 ⁰⁰	0,87	1,82	1,74	2,18	3,48	2,425	5,22	4,325
14 ⁰⁰	0,60	2,64	2,61	2,20	2,61	1,820	4,35	3,480
15 ⁰⁰	1,74	3,40	3,48	3,45	3,48	2,640	4,35	3,525
16 ⁰⁰	1,74	2,60	2,61	2,175	4,35	2,450	5,22	3,920

Для сравнения точности определения углов рефракции визуально и при помощи телевизионной системы рассмотрим значения углов рефракции, полученные по (2), с вычисленными по формуле

$$\rho_0 = Z_0 - Z_{cp}, \quad (3)$$

где Z_{cp} — среднее значение измеренных зенитных расстояний; Z_0 — теоретическое зенитное расстояние.

Таблица 2

Средние значения углов рефракции при различных направлениях

Число приемов	1-2 (L=30 м)			1-3 (L=40 м)			1-4 (L=60 м)		
	Угол рефракции								
	ρ_0''	ρ_B''	ρ_T''	ρ_0''	ρ_B''	ρ_T''	ρ_0''	ρ_B''	ρ_T''
n=20	1,17	0,77	1,13	1,72	2,35	1,82	2,45	3,14	2,31
m_p''		5,00	3,00		7,50	3,40		8,30	4,70
ρ		0,66	0,96		1,50	1,10		1,28	0,94
ρ/ρ_0									

Для определения теоретических зенитных расстояний Z_0 было выполнено нивелирование второго класса.

Выполненный нами расчет точности определения превышений и точности измерений высот визирных целей, приборов показывает, что систематические ошибки ΔZ_0 не превышают для линий 1-2, 1-3, 1-4, 1-5 $\pm 1,5$ », а для линии 1-6 и 1-7 $\pm 1,0$ ».

В табл. 2 приведены средние значения углов рефракции ρ_v и ρ_{τ} вычисленные по (2) для колебаний изображений $\sigma_{\max v}$ и $\sigma_{\max \tau}$ и приемов измерений.

Из табл. 2 видно, что точность телевизионного метода в 1,5 раза выше, чем визуального, что является следствием уменьшения паралакса и повышения объективности измерений. Об этом свидетельствуют также значения средних квадратических ошибок, полученных как разность смежных приемов измерений по формуле

$$m_p^* = \pm \sqrt{\frac{[dd]}{2n}}$$

Метод определения амплитуды колебаний изображения с помощью телевизионной установки дает бóльшую сходимость результатов, чем визуальный. Применение координатной отсчетной сетки с большим разрешением позволит значительно повысить его точность.

Список литературы: 1. Джуман Б. М. Об учете нивелирной рефракции. — В кн.: Всесоюз. совещ. по рефракции электромагнитных волн в атмосфере: Тез. докл. Томск, 1983, с. 125—134. 2. Джуман Б. М., Павлив П. В., Стащисин И. И. Метод учета нивелирной рефракции. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1979, вып. 30, с. 47—51. 3. Колос А. С., Мизюк М. Г. Малогабаритные кинескопы для стереотелевидения. — Электронная техника и приборы, 1975, № 94, с. 45—50.

Статья поступила в редколлегию 17. 12. 84