

П. Д. ДВУЛИТ, П. В. ПАВЛИВ, О. Е. ТОЛУБЯК

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ НЕПОСТОЯНСТВА РАЗНОСТИ ВЫСОТ НУЛЕЙ ШКАЛ ИНВАРНЫХ РЕЕК НА РЕЗУЛЬТАТЫ НИВЕЛИРОВАНИЯ

Известно, что вследствие недостаточной выверки приборов значительное место в накоплении ошибок высокоточного нивелирования занимают погрешности, которые, как правило, не учитываются как при нивелировании, так и при обработке полученных результатов [3].

На основании специального исследования производственного материала было выявлено, что разности основных и дополнительных шкал инварных реек — непостоянные величины и меняются с изменением расстояния от пятки рейки [2].

В то же время действующая инструкция в методике исследования разности высот нулей шкал инварных реек не предусматривает выявление указанного недостатка [1], что значительно затрудняет работы по нивелированию из-за появления больших сдвигов и тем же знаком или даже недопустимых расхождений между превышениями, полученными по основной шкале и дополнительной шкале, и общим понижением точности получаемых результатов.

С целью иллюстрации вышесказанного рассмотрим страницу из журнала нивелирования II класса (табл. 1). При нивелировании средняя длина визирного луча составляла 30 м, а превышение на станции близко к 2 м. Соответственно отсчеты составляют приблизительно 0,5 и 2,5 м. При этом все разности высот нулей шкал инварных реек имеют один и тот же знак, что говорит о четком проявлении действия рассматриваемого источника.

При подсчете превышений по секции имеем

$$\Sigma h_{cp} = \frac{\Sigma h_0 + \Sigma h_d}{2}, \quad (1)$$

где Σh_{cp} — сумма средних превышений секции; Σh_0 — сумма превышений по основным шкалам секции; Σh_d — сумма превышений по дополнительным шкалам секции.

Значение погрешности $\Sigma \Delta h$, обусловленное непостоянством разности высот нулей шкал на разных интервалах реек, составляет [2]

$$2\Sigma \Delta h = \Sigma h_d - \Sigma h_0. \quad (2)$$

С целью дальнейшей иллюстрации механизма накопления погрешностей, обусловленных действием изучаемого источника, проанализируем участок нивелирного хода общей длиной 800 м, часть которого представлена в табл. 1, и общий перепад высот на котором составляет 29 м, т. е. $\Sigma h_0 = -29,2804$ м, $\Sigma h_d = -29,2754$ м. С учетом (2) имеем $2\Sigma \Delta h = 0,0050$ м = 5,0 мм.

Специальными экспериментальными исследованиями определены разности высот нулей шкал реек № 193, 194, примененных для нивелирования указанного выше участка, и реек № 163, 164. Исследования проводили по методике, предложенной действующей инструкцией, но по несколько усовершенствованной программе.

Нивелир закрепляли на штативе, ножки которого устанавливали на металлических, забитых в землю, трубках диаметром 2 см и длиной 0,5 м. Этим обеспечили повышенную устойчивость нивелира при выполнении данного исследования.

В шести метрах от нивелира (по инструкции в 20—30 м) в землю на разных высотных уровнях (см. рисунок) забили три арматурных стержня длиной 0,8 м с металлической пластиной в верхней части и полусферической головкой диаметром 3 см. Следовательно, отсчеты по шкалам брали на трех различных интервалах примерно через 1 м в пределах от 0,5 до 2,5 м. Рекомендуемая инструкцией программа не предусматривает подбор мест для костылей на разных уровнях, а это значит, что все три костыля находятся приблизительно на одной высоте и отсчитываются по рейке на небольшом ее интервале.

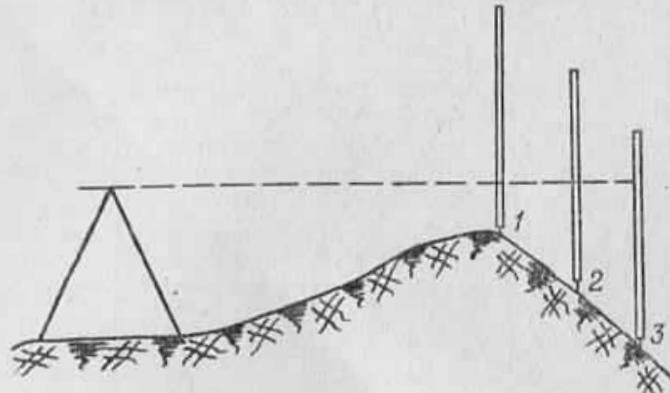
В процессе наблюдений рейки удерживались на стержнях с помощью специально изготовленных рейкодержателей, что обеспечивало неизменность положения реек на стержнях в моменты от-

Таблица 1
Накопление разностей превышений,
обусловленных непостоянством
разностей высот нулей
шкал инвариных реек

Рейки	Отсчеты по биссектору штатива (1/2 дм)				Контроль	
	Основ. шкала		Доп. шкала			
	Р	Б	Р	Б		
З	16,1	58	75,4	09	59,251	
П	52,2	51	111,5	00	59,249	
З-П	36,1	7	-36,1	09	2	
И	-36,093		-36,071		2	
З	8,1	57	67,4	09	59,252	
П	43,1	30	102,3	78	59,248	
З-П	35,0	+27	-34,9	-69	4	
И	-34,973		-34,969		6	
З	15,8	04	75,0	57	59,253	
П	42,1	35	101,3	87	59,252	
З-П	26,3	-31	-26,3	-30	1	
И	-26,331		-26,330		7	
З	16,3	15	75,5	65	59,250	
П	40,7	03	99,9	49	59,246	
З-П	24,4	+12	-24,4	16	4	
И	-24,388		-24,384		11	
З	6,7	0	65,9	53	59,253	
П	37,9	95	97,2	40	59,245	
З-П	31,2	-95	-31,3	13	8	
И	-31,295		-31,287		19	

счетов по основным и дополнительным шкалам. Кроме того, расстояние между нивелиром и рейками, сокращенное до 6 м, обеспечивало дополнительную повышенную точность отсчетов при наведении биссектора на штрих реек [4].

Результаты исследований, выполненных нивелиром Н-05 № 00076, помещены в табл. 2. Из табл. 2 видно, что разности вы-



Определение разностей высот шкал инварных реек на различных высотных уровнях.

сот нулей шкал инварных реек на различных расстояниях от пятки рейки неодинаковы. В рассматриваемых случаях для всех четырех реек разности высот нулей уменьшаются с увеличением отсчета. Так, для комплекта реек № 193 и 194 расхождение разностей высот нулей шкал на крайних интервалах (0,5—2,5 м) составляет 0,16 мм (табл. 3). Следовательно, на рассматриваемом

Таблица 2

Определение разностей высот нулей шкал инварных реек новым способом (нивелиром Н-05 № 00076)

Номер костыля	Отсчеты по рейкам						Разность высот нулей	
	№ 193			№ 194			Осн. школа	Доп. школа
	Осн. школа	Доп. школа	Разность	Осн. школа	Доп. школа	Разность		
1	10,323	69,575		10,322	69,575			
	324	576		321	571			
	322	574		322	573			
Сред- нее	10,323	69,575	59,252	10,322	69,573	59,251	+1	+2
	33,536	92,786		33,538	92,786			
	535	783		538	785			
Сред- нее	33,535	92,785	59,250	33,538	92,786	59,248	-3	-1
	50,403	109,650		50,404	109,653			
	401	651		406	656			
Сред- нее	402	650		406	652			
	50,402	109,650	59,248	50,405	109,653	59,248	-3	-3

	№ 163			№ 164				
1	10,320	69,573		10,320	69,571			
	322	574		324	574			
	320	573		323	575			
Среднее	10,321	69,573	59,252	10,323	69,574	59,251	-2	-1
	33,533	92,782		33,535	92,784			
2	532	782		534	783			
	532	782		533	780			
Среднее	33,532	92,782	59,250	33,533	92,782	59,249	-1	0
	50,400	109,649		50,402	109,650			
3	401	649		403	651			
	401	649		403	650			
Среднее	50,401	109,649	59,248	50,403	109,650	59,247	-2	-1

Таблица 3

**Сводная таблица результатов
определений разностей высот нулей
шкал инвариных реек новым способом**

Номер приема	Номер интервала	Разность высот нулей реек		Уклонение от среднего значения		Разность высот нулей реек		Уклонение от среднего значения	
		№ 193	№ 194	№ 193	№ 194	№ 163	№ 164	№ 163	№ 164
1	1	59,252	59,251	+3	+2	59,252	59,251	+2	+2
	2	59,250	59,248	+1	-1	59,250	59,249	0	0
	3	59,248	59,248	-2	-1	59,248	59,247	-2	-2
2	1	59,251	59,252	+1	+3	59,252	59,251	+2	+1
	2	59,248	59,248	-1	-1	59,249	59,249	-1	0
	3	59,248	59,247	-1	-2	59,248	59,248	-2	-1
3	1	59,251	59,250	+2	+1	59,251	59,251	+1	+2
	2	59,248	59,249	-1	0	59,250	59,249	0	0
	3	59,247	59,249	-2	0	59,248	59,248	-2	-1
Среднее		59,249	59,249			59,250	59,249		

Участке только изучаемый источник обуславливает накопление погрешностей систематического характера около 1,2 мм, что значительно превышает допустимое значение не только для нивелирования I, но и II классов.

Нетрудно видеть, что рассматриваемый источник погрешностей невозможно выявить в прямом и обратном нивелированиях, а также в замкнутых полигонах. Однако он будет полностью проявляться в суммах превышений на участках нивелирных линий с затяжными склонами.

Список литературы: 1. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов. — М.: Недра, 1974. 2. Павлив П. В., Савяк З. Р. О некоторых особенностях влияния разностей высот нулей основных и дополнительных шкал инвариантных реек на результаты нивелирования в горных условиях. — Инженерная геодезия, 1979, вып. 22. 3. Павлив П. В. Проблемы высокоточного нивелирования. — Львов: Вища шк., 1980. 4. Павлив П. В., Пневский Н. И. Исследование устойчивости костылей коротким визирным лучом. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1983, вып. 37.

Статья поступила в редакцию 10. 01. 84