

УДК 528.5

И. Н. КМЕТКО, И. С. ПАНДУЛ

ОПЫТ НАБЛЮДЕНИЯ ОРИЕНТИРНЫХ ПУНКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИАФРАГМ

Вопрос о соблюдении необходимой точности при наблюдении направлений на ориентирные пункты до сих пор остается весьма актуальным. Неравенство расстояний до ориентирных пунктов и до пунктов триангуляции, включаемых в программу привязки, вынуждает или наблюдать на расплывчатые изображения визирных целей ориентирных пунктов, внося тем самым значительные ошибки наведения, или изменять фокусировку трубы, нарушая стабильность визирной оси. Однако этого можно легко избежать. Необходимо лишь уменьшить гиперфокальное расстояние зрительной трубы, диафрагмируя ее объектив.

Одним из авторов настоящей статьи выведена простая рабочая формула для вычисления оптимального диаметра входного отверстия D диафрагм:

$$D, \text{ мм} = 34,6 \sqrt{S, \text{ км}},$$

где $S, \text{ км}$ — расстояние до ориентирного пункта.

Лабораторные исследования показали, что нет необходимости в каждом отдельном случае вычислять размеры диафрагм. Несколько сменных диафрагм вполне удовлетворят все практические запросы.

В одной из северных экспедиций были проведены экспериментальные работы по наблюдению ориентирных пунктов с применением съемных диафрагм. Наблюдения выполнялись теодолитами ОТ-02. Перед началом полевых работ наблюдателям выдали комплекты диафрагм с входными отверстиями 14 мм и 21 мм. Диафрагмы, изготовленные по образцу крышек объектива, легко надевались на объектив перед визированием на ориентирные пункты и снимались перед визированием на пункты триангуляции; сдвигов инструмента в процессе работ не отмечено.

Диафрагмы применялись в тех случаях, когда расстояния до ориентирных пунктов были менее 400—500 м, при больших расстояниях они использовались редко. С применением диафрагм наблюдались ориентирные пункты на 74 пунктах триангуляции.

Погода во время наблюдений была преимущественно пасмурная, и диафрагма с входным отверстием 14 мм практически не использовалась, потому что для этой диафрагмы необходима яркая освещенность визирной цели. Последнее возможно только в ясную погоду и при определенных положениях солнца относительно направления на ориентирный пункт.

При наблюдениях использовалась диафрагма с входным отверстием 21 мм. Она применялась в диапазоне расстояний до ориентирных пунктов от 251 м до 735 м. Качественная характеристика наблюдений

приводится в табл. 1, из которой видно, что результаты вполне удовлетворяют требованиям действующей инструкции.

На 22 пунктах инспектирующими лицами измерялись контрольные углы между ориентирными пунктами. Контрольный угол сравнивался с углом, полученным из программы наблюдений, как разность приведенных к центру направлений на ориентирные пункты. Согласно указаниям ГУГК, расхождение значений этих углов допускается не более 10". В табл. 2 даны результаты контрольных измерений.

Таблица 1
Качественная характеристика наблюдений ориентирных пунктов с применением диафрагм

Наблюдатели	Кол-во наблюдений программ	Расстояние до ориент. пунктов		Максимальн. расхождения			Кол-во повторных приемов
		наименьшее, м	наибольшее, м	незамыкания горизонта, с	2 с, с	в приемах, с	
Джафаров Е. И.	11	270	426	5,9	8,6	4,8	2
Кривенко С. Е.	12	251	735	5,4	7,6	5,3	—
Михеев П. М.	19	255	726	3,8	8,2	5,9	2
Созыкина О. Н. и Сергеева Л. Ф.	14	248	511	5,2	8,2	5,2	3
Цвилев В. Т.	18	255	650	5,8	7,4	6,0	2

Данные табл. 2 интересны тем, что углы (I) измерены при фокусировании зрительной трубы на бесконечность при диафрагме с диаметром входного отверстия 21 мм, а контрольные углы (II) измерены без диафрагм при различных, но постоянных на каждом отдельном пункте фокусировках зрительной трубы. Величины (I) и (II) хорошо согласуются между собой.

Разности значений углов, приведенные в последней графе табл. 2, обладают свойствами случайных ошибок измерений, что убедительно свидетельствует о сохранении стабильности визирной оси при диафрагмировании объектива. Используя совокупность двойных наблюдений, получаем среднюю квадратическую ошибку угла между направлениями

на ориентирные пункты $m_{уг} = \pm \sqrt{\frac{[ud]}{2n}} = \pm 2,36''$. Средняя квадратическая ошибка направления на ориентирный пункт, измеренного без изменения фокусировки (с применением диафрагм), в данном случае будет $m = \pm \frac{m_{уг}}{\sqrt{2}} = \pm 1,67''$.

Средний процент повторных приемов при наблюдении ориентирных пунктов с применением диафрагм равен 4. Для идентичного участка, на котором ориентирные пункты наблюдались без диафрагмирования объектива, процент повторных приемов составил 5,6.

Все наблюдатели, применявшие сменные диафрагмы, отмечают, что при диафрагмировании объектива уменьшается размытость контуров визирных целей, колебания изображений исчезают. Некоторые указывают, что в пасмурную погоду при недостаточной освещенности визирных целей ориентирных пунктов для расстояний свыше 400 м диаметр входного отверстия 21 мм маловат, желательно иметь диафрагмы с отверстием входного люка 28 мм.

Опыт работ позволяет сделать следующие выводы:

1. Изменение фокусировки зрительной трубы обуславливает изменение положения визирной оси, что отрицательно сказывается на точности наблюдений. Диафрагмирование объектива полностью исключает

эту ошибку. Все ориентирные пункты, расстояния до которых менее 400 м, должны непременно наблюдаться с помощью диафрагм. Не лишним будет применение последних и при более далеких расстояниях до ориентирных пунктов.

2. При наблюдении на ориентирные пункты с диафрагмой колебания изображений визирных целей исчезают, качество изображений в фокальной плоскости окуляра зрительной трубы хорошее. Применение

Таблица 2

Результаты измерений контрольных углов

Название пункта	Угол между ориентирными пунктами из наблюдений с диафрагмой (I)	Угол между ориентирными пунктами из наблюдений без диафрагмы (II)	d (II-I), с
Летний	39°46'08"	39°46'08"	0
Филин	200 50 46	200 50 44	-2
Лунный	292 22 05	292 22 08	+3
Большой	113 45 19	113 45 21	+2
Лисий	111 37 42	111 37 39	-3
Дохсун	19 16 51	19 16 54	+3
Олений	19 06 19	19 06 19	0
Хангас	307 52 54	307 52 51	-3
Двойной	19 57 17	19 57 17	0
Эрби	233 51 52	233 52 01	+9
Колено	49 13 17	49 13 17	0
Останец	18 57 42	18 57 38	-4
Алаиха	42 29 53	42 29 51	-2
Титихтях	209 29 59	209 30 02	+3
Тумус	47 04 51	47 04 49	-2
Бунтянджа	38 31 28	38 31 29	+1
Саханджа	8 59 11	8 59 16	+5
Кубах	48 25 54	48 25 48	-6
Поперечный	30 07 21	30 07 22	+1
Сонный	27 37 11	27 37 08	-3
Открытый	67 30 30	67 30 26	-4
Отдельный	35 41 25	35 41 25	0
		[—d]	+27
		[—d]	-29

диафрагм при визировании на ориентирные пункты практически не увеличивает затрат времени на выполнение одного приема наблюдений, так как соответственно уменьшается время, затрачиваемое на визирование.

3. Несколько уменьшается число повторных приемов, связанных с колебаниями $2c$, и значений направлений из отдельных приемов, приведенных к общему нулю.

4. Все наблюдательные бригады, работающие с теодолитами ОТ-02 или им подобными, должны быть снабжены сменными диафрагмами с диаметром входных отверстий 14 мм (для расстояний менее 250 м), 21 и 28 мм. Диафрагмы с такими отверстиями обеспечат выполнение угловых измерений оптическими теодолитами без изменения фокусировки во всех случаях, встречающихся в производственных условиях.

5. Диафрагмы должны быть прочными, окрашенными в черный цвет во избежание появления в трубе теодолита вредных бликов. Хранить диафрагмы при перевозке надо в специальных ящичках.

6. Применение той или иной диафрагмы в значительной степени зависит от освещения целей визирования. Целесообразно легкие лепестковые диафрагмы включить в ГОСТ всех оптических триангуляционных теодолитов.

Работа поступила в редколлегию 24 апреля 1972 года.
Рекомендована кафедрой геодезии Львовского политехнического института.