

$$\frac{1}{P_{fx}} = \frac{S_1^2 \operatorname{ctg}^2 \beta}{\rho''^2} \left\{ 5 - \frac{2(\delta_1 - 9\delta_2)^2}{k} \right\},$$

$$\frac{1}{P_{fy}} = \frac{S_1^2}{\rho''^2} \left\{ 1 - \frac{2(\delta_1 + \delta_2)^2}{k} \right\}, \quad (10)$$

где $k = 376^2 + 376^2 + 108\delta_2$.

Зная обратные веса, можно найти средние квадратические погрешности уравненных величин из выражений

$$m_{fgs} = m_a \sqrt{\frac{1}{P_{fs}}}; \quad m_s = \frac{m_{fgs}}{\mu \cdot 10^6}; \quad (11)$$

$$m_x = m_a \sqrt{\frac{1}{P_{fx}}}, \quad m_y = m_a \sqrt{\frac{1}{P_{fy}}}, \quad M = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}. \quad (12)$$

В формулах (11) и (12) $\mu = 0,43429$ — модуль десятичных логарифмов, m_a — ошибка единицы веса, получаемая из уравнения. В табл. 1 и 2 приведены результаты оценки точности наиболее

Показатели точности стороны S_1 и пункта D в засечках прямоугольной формы

Параметр	Номер фигуры		
	1	2а	2б
Наибольшая сторона S_b , км	4,2	6,0	8,7
Исходная сторона S_1 , км	3,0	3,0	3,0
S_2 , км	3,0	5,2	8,2
Угол 3, ... °	45	30	20
Угол 1, ... °	45	60	70
$m_s : S$	1 : 29 000	1 : 17 000	1 : 10 000
m_x , см	11,77	25,84	58,70
m_y , см	6,92	11,42	17,66
M , см	13,65	28,25	61,30
			1 : 50 000
			7,47
			4,14
			8,54

Примечание: 1 — квадрат; 2а, 2б — прямоугольники, вытянутые перпендикулярно базису; 2в — прямоугольник, вытянутый вдоль базиса.

Таблица 2
Показатели точности стороны и пункта в засечках ромбической формы

Параметр	Ромб	Ромб
Наибольшая сторона S_b , км	5,2	5,6
Исходная сторона S_1 , км	3,0	3,0
Угол 3, ... °	30	20
Угол 1, ... °	60	70
$m_s : S$	1 : 24 000	1 : 18 000
m_x , см	13,10	16,97
m_y , см	6,98	7,03
M , см	14,84	18,37

слабой стороны S_1 и координат пункта D . В них даны параметры исследуемых сетей. Предвычисление выполняли по формулам (8) — (12) при условиях $S_1 = 3,0$ км и $m_a = 5''$.

Анализируя результаты, приведенные в табл. 1, 2, можно утверждать, что при точности ориентирования $m_a = 5''$ в прямоугольных или ромбических сетях двойных обратных тирсопических засечек привязка пунктов выполняется с точностью, удовлетворяющей требованиям триангуляции I разряда, если определяемый пункт удален от исходного не более чем на 5 км, а угол засечки — не менее 30°.

1. Коробков С. А. О способах решения задачи Гаусена // Геодезия и картография. 1974. № 4. С. 37. 2. Косиченко А. Д. О применении задачи Гаусена // Тр. Омского с.-х. ин-та. 1958. Вып. 2. С. 239—246. 3. Попов В. В. К вопросу о привязке аэроснимков и геодезической опорной сети // Тр. НИИГАНК. 1947. Т. 1. С. 62—72.

Статья поступила в редакцию 16.01.80

УДК 528.3

А. Л. ОСТРОВСКИЙ, Н. И. КРАВЦОВ, С. С. ПЕРИН ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТНЫХ УГЛОВ РЕФРАКЦИИ ПО ПРОЖАНИИМ ЦЕНТРОВ ЛАЗЕРНОГО ПЯТНА И УГЛОВЫМ КОЛЕБАНИЯМ ЦЕЛЕЙ

Один из наиболее точных методов учета вертикальной рефракции при тригонометрическом нивелировании — способ одновременных взаимнообратных наблюдений. Как известно, в результате таких измерений можно вычислить угол полной рефракции γ_n по формуле [3]

$$\gamma_n = 180^\circ - z_1 z_2 + \rho'' \frac{S}{R_1} - \frac{\rho''}{S} [(l_1 + l_2) - (i_1 + i_2)] + u_2 - u_1, \quad (1)$$

где Z_1 и Z_2 — измеренные зенитные расстояния на соответствующих пунктах; S — расстояние между пунктами наблюдений; R_3 — радиус кривизны Земли; l_1 и l_2 — высоты визирных целей; i_1 и i_2 — высоты инструментов; u_1 и u_2 — углопоказания отвесных линий на пунктах; $\rho'' = 206265$.

Угол полной рефракции γ_n состоит из частных и является их суммой

$$\gamma_n = \gamma_1 + \gamma_2. \quad (2)$$

Частный угол вертикальной рефракции проще всего определить, приняв гипотезу о равенстве взаимнообратных углов:

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_n / 2. \quad (3)$$

Как показали многолетние исследования, такая гипотеза справедлива только в крайне редких случаях. Для такого равенства

по меньшей мере необходимо одновременное выполнение следующих трех условий. Исследуемая трасса должна иметь: 1) симметрический профиль; 2) однородную подстилающую поверхность; 3) одинаковый солнечный нагрев наклонных участков подстилающей поверхности профиля трассы (последнее условие полнее выполняется утром и вечером для линий, ориентированных по меридиану, а ближе к полудню — для линий, ориентированных по параллели).

В большинстве же случаев $r_1 \neq r_2$. Поэтому возникает проблема разделения полной рефракции r_n на частные r_1 и r_2 . Решение этой задачи, удовлетворяющей многие запросы практики, предложено в [4]. Автор предлагает разделить полный угол рефракции в соответствии с эквивалентными высотами, вычисленными по одной и той же линии, для разных пунктов наблюдений:

$$r_1 = \frac{r_n \cdot q + r_n (1 - q)}{1 + q}$$

$$r_2 = r_n - r_1$$

$$q = h_{g1} / h_{g2}$$

где h_g — эквивалентная высота;

$$r_n = 198,13 \cdot \frac{P}{T^2} \cdot S_{(км.)} \quad (5)$$

угол нормальной рефракции.

Вышеуказанный способ дает удовлетворительные результаты, так как исключает главную причину, вызывающую неравенство углов рефракций r_1 и r_2 , а именно, асимметричность профилей трасс.

Однако влияние неоднородностей подстилающей поверхности, а также неодинакового солнечного нагрева наклонных участков земной поверхности указанным методом не учитывается.

В этой связи более обоснованным, учитывающим все три названных фактора, представляется турбулентный метод [5]. Метод основан на зависимости аномальной составляющей вертикальной рефракции от турбулентности атмосферы.

Кратко изложим теорию метода. Напомним, что флуктуации показателя преломления обладают такими же статистическими свойствами, как и флуктуации температуры [6]:

$$C_n^2 = \left(\frac{79 \cdot P}{T^2} \cdot 10^{-6} \right) C_T^2 \quad (6)$$

где C_n — структурная характеристика показателя преломления, представляющая собой коэффициент, который характеризует интенсивность пульсаций показателя преломления; P — давление воздуха; T — абсолютная температура; C_T — структурная характеристика флуктуаций температуры воздуха.

Структурную функцию температуры C_T можно определить, если известны профиль температуры и скорость ветра в пограничном слое воздуха, используя формулу

$$C_T^2 = \sigma_{Ri}^2 \cdot x^{1/3} \left[\frac{\partial T}{\partial h} \right]_{h^{1/3}} \quad (7)$$

Здесь x — постоянная Кармана ($x=0,38$); σ_{Ri} — функция числа Ричардсона Ri , характеризующего устойчивость атмосферы; h — высота луча над подстилающей поверхностью, $\frac{\partial T}{\partial h}$ — вертикальный градиент температуры.

В свою очередь, флуктуации углов прихода σ_α (дрожания визирных целей) функционально зависят от структурной характеристики показателя преломления C_n . Такая зависимость в [6] описывается уравнениями

$$\sigma_\alpha^2 = \begin{cases} 2,84 \cdot C_n^2 \cdot S \cdot (2R)^{1/3}, & 2R \gg \sqrt{\lambda S} \\ 1,42 \cdot C_n^2 \cdot S \cdot (2R)^{-1/3}, & l_0 \ll 2R \ll \sqrt{\lambda S}, \end{cases} \quad (8)$$

где R — радиус излучающей аппаратуры; l_0 — минимальный размер вихрей (внутренний масштаб турбулентности).

На основании (6) — (8) видим, что флуктуации углов прихода σ_α зависят от вертикальных градиентов температуры. Последние обуславливают вертикальную рефракцию.

Угол вертикальной рефракции можно представить следующей зависимостью:

$$r = 8,13 \cdot S \cdot \frac{P}{T^2} \left(0,0342 - \frac{\partial T}{\partial h} \right), \quad (9)$$

или

$$r = r_n + 8,13 \cdot S \cdot \frac{P}{T^2} \cdot \frac{c}{h_g} \quad (10)$$

где c — аномальный градиент температуры на высоте l м над подстилающей поверхностью.

Запишем систему уравнений рефракций для двух пунктов взаимных наблюдений, предварительно сделав некоторые преобразования, приняв, что аномальный градиент температуры на высоте h_g равен флуктуации углов прихода σ_α , умноженных на некоторый функциональный коэффициент $\Phi(C_n)$, т. е.

$$\frac{c}{h_g} = \sigma_\alpha^2 \cdot \Phi(C_n) \quad (11)$$

Для одной и той же трассы коэффициент $\Phi(C_n)$ численно одинаков как в прямом, так и во взаимнообратном направлениях.

Тогда

$$r_1 = r_n + 8,13 \frac{P}{T_2} \cdot \sigma_{a1}^2 \cdot \Phi(\sigma_{a1}),$$

$$r_2 = r_n + 8,13 \frac{P}{T_2} \cdot \sigma_{a2}^2 \cdot \Phi(\sigma_{a2}), \quad (12)$$

Решая эту систему совместно с (2), получаем

$$r_1 = \frac{r_n \cdot \sigma_{a1}^2 + r_n (\sigma_{a2}^2 - \sigma_{a1}^2)}{\sigma_{a1}^2 + \sigma_{a2}^2}, \quad (13)$$

$$r_2 = r_n - r_1,$$

Аналогичное уравнение получено в [2] для коэффициента рефракции. Решение этой же системы можно найти в более удобном для обработки виде:

$$r_1 = \frac{r_n \sigma_{a1}^2 + r_n (\sigma_{a2}^2 - \sigma_{a1}^2)}{\sigma_{a1}^2 + \sigma_{a2}^2} \quad (14)$$

$$r_2 = r_n - r_1.$$

Уравнение (14) имеет определенный физический смысл. При наблюдении в периоды, близкие к периодам спокойных изображений, т. е. когда углы рефракции принимают нормальное значение, выражение $r_n/2 - r_n$ обращается в нуль. Следовательно, в (14) частные углы вертикальной рефракции равны нормальному углу рефракции: $r_1 = r_2 = r_n/2 = r_n$, что подтверждает правильность формулы (14). Член формулы $(\sigma_{a1}^2 - \sigma_{a2}^2) / (\sigma_{a1}^2 + \sigma_{a2}^2)$ можно назвать коэффициентом рефракционной пропорциональности, так как при взаимнообратных измерениях он разделяет на соответствующие части значение разности между средним и нормальным углами рефракций. Кроме того, этот коэффициент задает алгебраический знак поправки к половине полного угла рефракции. Если измерения производятся на трассе, имеющей одинаковую подстилающую поверхность, одинаковый наклонный участок трассы и одинаковые взаимнообратные эквивалентные высоты, то при этом наблюдаются одинаковые флуктуации, а следовательно, частные углы вертикальной рефракции в таких случаях равны половине полного угла r_n .

Турбулентный метод имеет еще то преимущество перед рассмотренным ранее, что не требует вычисления эквивалентных высот. К его недостаткам следует отнести отсутствие в настоящее время приборов для автоматического измерения колебаний углов прихода σ_a . Турбулентный метод в какой-то степени уже завоевал признание, но только при неустойчивой стратификации приземного слоя атмосферы, имеющей место в дневное время, когда сильно развита термическая турбулентность. При устойчивой стратификации (инверсии температуры), наблюдающейся обычно ночью, термическая турбулентность затухает, а динамическая имеет совершенно иной характер. Спектр флуктуаций угла прихода светового пучка при устойчивой стратификации температуры смещается в

область низких частот f_{\max} , составляет десятки доли герц и менее, тогда как при неустойчивой стратификации $f_{\max} = 20 \dots 30$ Гц и более. Возможности применения турбулентного метода ночью (при устойчивой стратификации) не выяснены и требуют детальных исследований.

На основании экспериментальных исследований рассмотрим применение такого метода ночью, установив его точность для лазерного и обыкновенного луча. Важно также выявить погрешности, связанные с временными усреднениями флуктуаций σ_a .

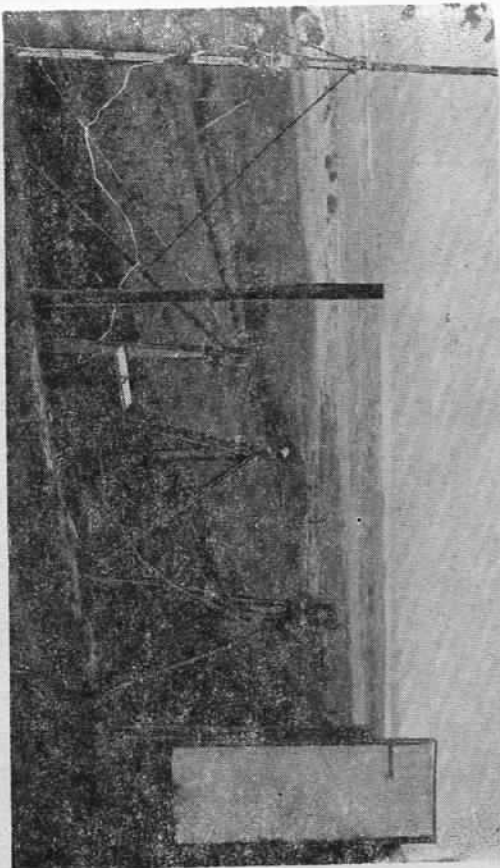


Рис. 1. Расположение приборов на ПН-2 («Яр»).

Экспериментальные исследования проведены в 1983 г. на учебном геодезическом полигоне ЛПИ. На двух одинаково оборудованных пунктах, разнесенных на расстояние 3011,43 м, установлены лазерные приборы ПЛ-1, теодолиты ОТ-02 на штативах, экраны для приема лазерного пятна, визирные марки (лампочки накаливания), метеомачты с приборами для измерения температуры воздуха на высотах 0,5; 1,5 и 3,0 м, давления, влажности и скорости ветра на высоте теодолитов. Лазерные излучатели, центры лазерных питев, как и центры визирных марок, устанавливались на тех же высотах над пунктами, что и теодолиты ОТ-02. На рис. 1 показан один из пунктов наблюдения. Превышение между пунктами было заранее определено из геометрического нивелирования II класса, а высоты приборов над пунктами тщательно измерены, что дало возможность вычислить фактические зенитные расстояния лазерных лучей и теоретические зенитные расстояния на визирные марки.

Собственно экспериментальные наблюдения закончились в одновременных взаимных измерениях теодолитами ОТ-02 зенитных расстояний на визирные марки; фиксации центра лазерного пучка на приемных экранах (лазеры для уменьшения нагрева узлов ПЛ-1 каждый раз включались только на 10 с); измерении метео-

Измеренные (теоретические) и вычисленные углы рефракции, по различно полученным флуктуационным характеристикам σ_α Таблица 1

Дата	Измеренная рефракция				По изм. Z (зенитным расстояниям)				По изм. лазерным Z _л (зенитным расстояниям)				По флуктуациям центра пятна			
	r ₁	r ₂	r _п	n	σ _{z1}	σ _{z2}	r _{1в}	Δr	σ _{л1}	σ _{л2}	r _{1в}	Δr	σ _{ц1}	σ _{ц2}	r _{1в}	Δr
13	8,9	11,2	20,1	15	2,26	2,28	10,0	-1,1	1,52	3,05	8,4	+0,5	1,77	1,74	10,1	-1,2
17	13,4	22,0	35,4	12	3,27	5,97	12,1	+1,3	3,09	5,77	11,9	1,5	2,10	3,45	12,9	+0,5
18	13,4	18,3	31,7	11	1,49	2,94	10,8	+2,6	2,69	5,60	10,5	2,9	2,48	2,76	14,9	-1,5
19	12,6	14,3	26,9	16	3,32	3,56	13,0	-0,4	2,36	4,79	9,7	2,9	1,64	1,72	13,2	-0,6
23	7,7	9,9	17,6	13	1,62	1,93	8,5	-0,8	0,83	1,79	7,8	0,1	1,01	1,78	8,6	-0,9
24	16,8	26,6	43,4	13	3,12	4,77	15,9	0,9	3,49	5,53	15,5	1,3	1,29	4,31	13,6	3,2
25	12,8	16,2	29,0	17	2,21	4,26	10,2	2,6	1,63	4,78	8,8	3,4	1,80	2,73	11,7	1,1
26	14,0	19,0	33,0	16	4,10	5,84	13,4	0,6	3,43	7,88	10,3	3,7	3,48	3,28	17,0	-3,0
27	11,0	17,8	28,8	16	2,35	3,52	11,7	0,7	2,28	3,83	11,1	-0,1	2,18	2,39	13,7	-2,7
28	11,1	20,8	31,9	13	2,61	5,06	10,9	0,2	2,82	4,82	11,7	-0,6	1,20	3,96	8,8	2,3
29	15,4	23,9	39,3	12	6,29	6,36	19,5	-4,1	4,53	8,89	12,4	3,0	2,37	2,94	17,0	-1,6
Ср.	12,5	18,2	30,7		3,00	4,24	12,7	0,23	2,61	5,16	10,6	1,69	1,94	2,77	12,6	-0,13
Ср. кв. ошибки								1,88				1,56				2,01

Апробация формулы (14) по флуктуациям лазерного пятна, полученным из двух серий наблюдений Таблица 2

Время t	24.08. 1983						Время t	28.08. 1983							
	Теоретическая рефракция		Флуктуации центров		Вычисленная рефракция			Теоретическая рефракция		Флуктуации центров		Вычисленная рефракция			
	r ₁	r ₂	r _п	σ _{ц1}	σ _{ц2}	r _{1в}	Δr	r ₁	r ₂	r _п	σ _{ц1}	σ _{ц2}	r _{1в}	Δr	
22	12,7	20,9	33,6	0,75	2,26	9,2	-3,5	24	9,4	11,2	20,6	0,48	2,84	7,5	-1,9
23	16,0	27,8	43,8	2,39	10,06	8,9	-7,2	1	8,8	16,0	24,8	0,72	4,78	7,5	-1,3
0	17,2	28,4	45,6	2,64	5,19	13,7	-3,5	2	15,9	26,7	42,6	1,92	4,73	11,3	-4,6
1	20,4	29,9	50,3	4,80	5,77	21,9	+1,5	3	12,1	25,5	37,6	2,42	2,02	20,8	+8,8
2	19,2	1,1	50,3	3,34	7,81	12,8	-6,4	4	11,4	21,6	33,0	2,31	6,96	9,1	-2,3
3	14,4	22,5	36,9	1,79	2,63	14,4	0,0	5	9,5	20,0	29,5	1,61	6,27	8,2	-1,3
4	15,5	23,0	38,5	3,22	4,27	16,0	0,5	6	9,9	20,1	30,0	1,65	6,86	8,1	-1,8

параметров. Наблюдения велась синхронно (между пунктами осуществлявала радиосвязь), сериями через каждые 30 мин. Серия наблюдений состояла из двух приемов измерения зенитных расстояний на визирные марки, четырех определений центра лазерного луча (среднего положения верхнего и нижнего края диска лазерного пятна), двух отсчитываний по метеоприборам.

Дрожание центров лазерного пятна σ_α определяли как среднее квадратичное отклонение центра лазерного пятна от среднего значения из одной серии наблюдений (четыре включения лазера),

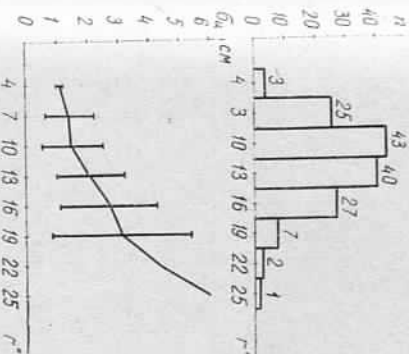


Рис. 2. Зависимость величины флуктуаций центров лазерного пятна от угла рефракции на ПН-1 («Базис»).

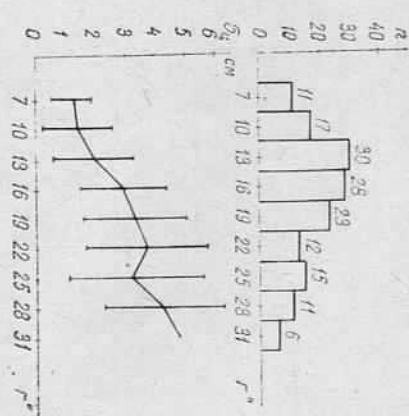


Рис. 3. Зависимость величины флуктуаций центров лазерного пятна от угла рефракции на ПН-2 («Вир»).

а затем усредняли на весь период ночных измерений (≈ 15 серий). Как уже отмечалось, измерения были синхронные, взаимообратные. Определения σ_α выполнены на двух пунктах и приведены в табл. 1.

При исследовании зависимости между колебаниями центров лазерного пятна и значением угла рефракции проведена интервальная оценка и построены графики для двух пунктов наблюдений (рис. 2 и 3). Из рис. 2 и 3 видно, что флуктуации центров лазерного луча находятся почти в линейной зависимости с рефракцией.

Флуктуации углов прихода σ_α определены как средние квадратичные отклонения измеренных зенитных расстояний от среднего Z за данный ночной период наблюдений. Найденны также σ_α по колебаниям вычисленных лазерных зенитных расстояний Z_α .

Детально эксперимент описан в [1].

На основании полученных зависимостей (14) выполнена обработка экспериментального материала. В табл. 1 приведены результаты вычисления частных углов рефракций по измеренным различным способом флуктуациям σ_α : по флуктуациям зенитных расстояний σ_α , по флуктуациям вычисленных лазерных зенитных расстояний σ_α и по флуктуациям центров лазерного пятна σ_α . Для

сравнения вычисленных углов рефракции приведены средние значения (теоретические) углы вертикальной рефракции γ_1 и γ_2 за ночной период наблюдений, а также полный угол рефракции γ_1 и количество серий измерений n за каждую ночь. Ошибки вычислений $\Delta\gamma$ определены на основании разностей $\gamma_1 - \gamma_{1n}$ (γ_{1n} — угол рефракции, вычисленный по формуле (14)). В конце табл. 1 приведены средние значения полученных значений за весь исследуемый период, а также их средние квадратические ошибки.

Из анализа табл. 1 нетрудно заметить, что на исследуемой трассе средние квадратические ошибки за весь период наблюдений

Результаты интервальной проверки формулы (14)
Таблица 3

Число серий измерений в интервале	Теоретические значения рефракции		Флуктуации центров лазерного пучка		Вычисленная рефракция	Ошибки вычислений $\Delta\gamma$
	γ_1	γ_2	$\sigma_{\alpha 1}$	$\sigma_{\alpha 2}$		
28	7,25	11,16	1,385	1,491	9,05	+1,80
43	10,19	15,33	1,168	2,489	10,20	-0,29
40	13,24	19,75	2,034	2,395	14,30	+1,06
27	16,18	22,16	2,670	3,340	16,56	+0,38
11	21,08	27,88	3,634	5,174	18,65	-2,43

составили 2'', сами же ошибки в определении частных углов вертикальной рефракции не превышают 4'', что говорит о высокой точности данного метода. Разумеется, указанная точность характеризуется средние за ночь значения вычисленных углов рефракции. Представляет интерес точность определения углов рефракции из одной-двух серий наблюдений. Такие результаты приведены в табл. 2, причем здесь σ_{α} получены по флуктуациям центров лазерного пучка σ_{α} (по восьми положением центра, т. е. из двух серий наблюдений). Как видим, точность определения угла рефракции из двух серий приблизительно составляет 5'', что вполне удовлетворительно. Большие отклонения до 8'' объясняются трудностью фиксации флуктуаций визуальным методом и малочисленностью измерений центров лазерного пучка, что повлияло на точность определения рефракции.

Турбулентный метод, основанный на использовании флуктуаций оптических параметров луча, пригоден и для применения в условиях устойчивой стратификации приземной атмосферы. На всем интервале возможной измененной рефракции в ночное время на исследуемой трассе он дает хорошие, стабильные результаты. Это подтверждает табл. 3, в которой приведены результаты вычисления частных углов рефракции по флуктуациям центров лазерного пучка σ_{α} , усредненных по интервалам, в зависимости от рефракции на первом пункте наблюдений γ_1 . Здесь же приведено количество измерений, попавших в этот интервал.

На основании проведенных исследований видно, что флуктуационные характеристики оптического луча являются важной величиной для протозонирования и учета атмосферной рефракции.

Выбор способа измерений флуктуаций зависит от приборов, которыми пользуется наблюдатель. На данном этапе для двухстороннего синхронного тригонометрического нивелирования можно предложить поправки за рефракцию по формулам (14), используя флуктуации зенитных расстояний σ_{α} . Применение полученных по такой методике флуктуаций для одностороннего или неодновременного двухстороннего тригонометрического нивелирования неоправдано из-за несинхронности измерений флуктуационных параметров. С использованием лазерных теодолитов и современных приемников оптического излучения измерение флуктуационных характеристик надо производить синхронно с измерением зенитных расстояний, что облегчит работу наблюдателя и увеличит точность измерений. Назрела необходимость создания приборов с автоматической регистрацией флуктуаций углов прихода.

1. *Алексеев А. В., Масляк Д. И., Перид С. С., Саевчук С. Г.* Исследование пространственно-временных флуктуаций лазерных лучей по материалам синхронных наблюдений на концах трассы // Геодезия, картография и аэрофотоосъемка. 1985. Вып. 42. С. 3—10. 2. *Джиган Б. М.* Зависимость амплитуды колебаний изображения от высоты визирного луча // Геодезия, картография и аэрофотоосъемка. 1983. Вып. 38. С. 16—21. 3. *Изотов А. А., Демидов Л. П.* Исследование земной рефракции и методов геодезического нивелирования // Тр. ПНИИГАНК. 1955. Вып. 102. С. 112. 4. *Островская С. А.* Учет вертикальной рефракции на основании взаимных наблюдений и эквивалентных высот луча // Изв. вузов. Сер. Геодезия и аэрофотоосъемка. 1984. Вып. 3. С. 51—60. 5. *Островский А. Д.* Современные достижения и задачи в области определения и учета вертикальной рефракции // Геодезия и картография. 1985. № 10. С. 30—37. 6. *Татарский В. И.* Распространение волн в турбулентной атмосфере. М. 1967.

Статья поступила в редакцию 21. 01. 86

П. В. ПАВЛИВ, Н. А. МЕЛЬНИЧУК
О СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ
ЛУННО-СОЛНЕЧНЫХ ПРИЛИВОВ
НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫСОКОТОЧНОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

Благодаря совершенствованию измерительных приборов и методов наблюдений, а также способов закладки реперов точность нивелирных измерений значительно возросла, и величина лунно-солнечных влияний лежат в пределах точности предзионного нивелирования, о чем неоднократно указывалось в работах по исследованию в этой области [3, 5—7].

В 1979 г. Международная геодезическая ассоциация на заседании в Канберре приняла решение о полном исключении приливных влияний из всех геодезических измерений.