13424-68

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ТЕОДОЛИТЫ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДИАМЕТРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КРУГА

ГОСТ 13424—68

Издание официальное

Цена 31 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 528.5.001.4(083.74) Группа П49

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ТЕОДОЛИТЫ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДИАМЕТРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КРУГА

Teodolites. Methods for determination of errors of horizontal circle diameter

ГОСТ 13424—68

Утвержден Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР 2 января 1968 г. Срок введения установлен

с 01.07. 1968 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает методы определения полных погрешностей диаметров горизонтальных кругов (лимбов) теодолитов.

Стандарт не устанавливает методов определения короткопериодических погрешностей штрихов лимбов, а также методов предприятий-изготовителей, выполняемых до установки круга в прибор.

1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

1.1. Погрешность диаметра лимба — отклонение фактического положения диаметра лимба, образованного парой взаимно противоположных штрихов, от его расчетного положения в угловых единицах.

Сумма погрешностей диаметров, равномерно расположенных по кругу через интервал $\Delta\varphi$, равна

$$\sum_{0}^{180^\circ-\Delta\varphi} x_\varphi = 0,$$

где $\varphi = 0, \Delta\varphi, 2\Delta\varphi, \ldots, 180^\circ - \Delta\varphi$.

Погрешность начального (нулевого) диаметра не равна нулю.

1.2. Полная погрешность диаметра x_φ состоит из систематической ($x_с$) и случайной ($x_т$) погрешностей.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

Переиздание. Январь 1977 г.

©Издательство стандартов, 1977

1.3. Систематической погрешностью называют ту часть полной погрешности, которая представляется периодическим рядом и вычисляется с заранее ограниченным количеством членов этого ряда (см. п. 4.3).

1.4. За случайную погрешность принимают разность между полной и систематической погрешностью диаметров

$$x_\eta = x_\varphi - x_\sigma .$$

2. АППАРАТУРА И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Определение погрешностей диаметров горизонтального круга теодолитов должно производиться методом калибровки, основанным на последовательном откладывании на исследуемом круге значения одного или нескольких контрольных углов, принимаемых за постоянные.

2.2. При измерении одного контрольного угла температура воздуха не должна изменяться более чем на 3°С.

2.3. Контрольные углы могут быть образованы направлениями на два коллиматора или две марки, или двумя гранями образцового многогранника, если исследуют лимб, вмонтированный в теодолит, или двумя парами микроскопов, если отделенный от прибора лимб компарируется на специальном приборе для исследования круговых шкал.

2.4. Номинальное значение β контрольного угла должно укладываться в окружности или полуокружности целое число раз.

Разность между действительным значением A_φ контрольного угла и его номинальным значением β должна быть меньше половины цены деления исследуемого круга.

2.5. В качестве коллиматоров допускается использовать зрительные трубы геодезических приборов, имеющие фокусные расстояния и световые диаметры объективов, равные или большие чем у зрительной трубы исследуемого теодолита.

2.6. При исследовании кругов теодолитов типов Т5 и Т30 (ГОСТ 10529—70) зрительные трубы, используемые в качестве коллиматоров, должны иметь винтовые или оптические микрометры.

2.7. Исследуемый теодолит должен быть установлен на устойчивом столбе, защищенном от толчков и сотрясений.

2.8. При наведении на коллиматоры, образующие контрольный угол A_φ, зрительная труба теодолита должна быть установлена на бесконечность.

Освещенность сеток нитей коллиматоров и трубы теодолита должна быть одинаковой.

2.9. Специальные марки, образующие контрольный угол A_φ, должны быть установлены на расстоянии не менее 6 м от теодоли-

та. Разность расстояний до марок должна быть такой, чтобы при наведении на них не возникала необходимость в измерении фокусировки зрительной трубы теодолита.

Марки должны быть одинаковыми по форме и размерам и одинаково освещены.

2.10. Установка коллиматоров (или марок) по высоте должна быть такой, чтобы во время измерений не возникала необходимость изменения положения зрительной трубы теодолита в вертикальной плоскости.

2.11. Значения контрольных углов и интервалы между исследуемыми диаметрами кругов теодолитов разных типов должны соответствовать указанным в табл. 1.

Таблица 1

Типы теодолитов по ГОСТ 10529—70	Интервал между поверяемыми диаметрами	Номинальное значение контрольных углов
	в градусах	
Т05; Т1	3	36; 45 и 60
Т2; Т5;	5	40 и 45
Т15; Т30	9	45

2.12. Измерения контрольных углов при исследовании лимба теодолита выполняют отдельными сериями по программам, указанным в табл. 2—7.

Таблица 2

Программа измерения контрольного угла 60° при определении погрешностей диаметров круга через 3°

Номера серий	Установки круга			Номера серий	Установки круга		
	1	2	3		1	2	3
1	0°	60°	120°	11	30°	90°	150°
2	3	63	123	12	33	93	153
3	6	66	126	13	36	96	156
4	9	69	129	14	39	99	159
5	12	72	132	15	42	102	162
6	15	75	135	16	45	105	165
7	18	78	138	17	48	108	168
8	21	81	141	18	51	111	171
9	24	84	144	19	54	114	174
10	27	87	147	20	57	117	177

Таблица 3

Программа измерения контрольного угла 45° при определении погрешностей диаметров круга через 3°

Номера серий	Установки круга				Номера серий	Установки круга			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0°	45°	90°	135°	9	24°	69°	114°	159°
2	3	48	93	138	10	27	72	117	162
3	6	51	96	141	11	30	75	120	165
4	9	54	99	144	12	33	78	123	168
5	12	57	102	147	13	36	81	126	171
6	15	60	105	150	14	39	84	129	174
7	18	63	108	153	15	42	87	132	177
8	21	66	111	156					

Таблица 4

Программа измерения контрольного угла 36° при определении погрешностей диаметров круга через 3°

Номера серий	Установки круга				
	1	2	3	4	5
1	0°	36°	72°	108°	144°
2	3	39	75	111	147
3	6	42	78	114	150
4	9	45	81	117	153
5	12	48	84	120	156
6	15	51	87	123	159
7	18	54	90	126	162
8	21	57	93	129	165
9	24	60	96	132	168
10	27	63	99	135	171
11	30	66	102	138	174
12	33	69	105	141	177

Таблица 5

Программа измерения контрольного угла 45° при определении погрешностей диаметров круга через 5°

Номера серий	Установки круга			
	1	2	3	4
1	0°	45°	90°	135°
2	5	50	95	140
3	10	55	100	145
4	15	60	105	150
5	20	65	110	155
6	25	70	115	160
7	30	75	120	165
8	35	80	125	170
9	40	85	130	175

Таблица 6

Программа измерения контрольного угла 40° при определении погрешностей диаметров круга через 5°

Номера серий	Установки круга								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0°	40°	80°	120°	160°	200°	240°	280°	320°
2	5	45	85	125	165	205	245	285	325
3	10	50	90	130	170	210	250	290	330
4	15	55	95	135	175	215	255	295	335

Таблица 7

Программа измерения контрольного угла 45° при определении погрешностей диаметров круга через 9°

Номера серий	Установки круга			
	1	2	3	4
1	0°	45°	90°	135°
2	9	54	99	144
3	18	63	108	153
4	27	72	117	162
5	36	81	126	171

2.13. Количество выполняемых серий измерений и количество перестановок поверяемого круга должны соответствовать указанным в табл. 8.

Таблица 8

Интервал между поверяемыми диаметрами в градусах	Количество перестановок поверяемого круга	Количество серий при измерении контрольного угла			
		30°	60°	45°	60°
3	60	12	—	15	20
5	36	—	4	9	—
9	20	—	—	5	—

2.14. В каждой серии измерения производят в прямом и обратном порядке, выполняя на каждой установке круга по одному приему в следующей последовательности:

Прямой ход

Первый полуприем 1—2;

Второй полуприем 2—1.

Обратный ход

Первый полуприем 2—1;

Второй полуприем 1—2.

где 1 и 2 — наведения на левый и правый коллиматоры или марки.

2.15. При измерениях углов, образующих одну серию, не допускается изменять фокусировку зрительной трубы теодолита, положение коллиматоров (или марок) и теодолита и освещение сеток нитей коллиматоров и зрительной трубы теодолита, а также поле зрения микроскопа теодолита.

В целях исключения систематической погрешности микрометра при измерениях в одной серии следует использовать примерно одну и ту же часть его отсчетной шкалы.

2.16. При исследовании лимбов теодолитов с отсчетом по двум противоположным краям круга не допускается в процессе измерения углов переводить зрительную трубу через зенит.

У теодолитов с односторонним отсчетом кругов или с двусторонним отсчетом, но имеющих на лимбе две круговые шкалы, трубу через зенит переводят в каждом приеме.

2.17. При исследовании кругов теодолитов с односторонним отсчетом точное наведение на нити сетки зрительной трубы производят с помощью винтового или оптического микрометров коллиматоров. В этом случае вместо отсчетов по кругу поверяемого

теодолита в журнал записывают отсчеты по барабанам или шкалам микрометров коллиматоров.

2.18. Измерения контрольных углов при исследовании круга теодолита с односторонним отсчетом производят в следующем порядке.

2.18.1. Снабженные микрометрами коллиматоры устанавливают так, чтобы их визирные линии составили угол A_φ с вершиной, лежащей в точке установки исследуемого теодолита.

Зрительную трубу теодолита наводят на левый коллиматор, точно совмещая индекс отсчетного устройства исследуемого круга со штрихом a, соответствующим начальной установке (например, 0°).

Пользуясь микрометром левого коллиматора, в биссектор сетки нитей (его зрительной трубы) вводят изображение вертикальной нити зрительной трубы теодолита и снимают отсчет с барабана или шкалы микрометра.

2.18.2. Не изменяя положения исследуемого лимба, поворачивают алидаду теодолита, по ходу часовой стрелки и точно совмещают индекс со штрихом $a+A_\varphi$.

При помощи микрометра зрительной трубы правого коллиматора в биссектор сетки нитей вводят изображение нити зрительной трубы теодолита и снимают отсчет с барабана или шкалы микрометра.

2.18.3. Зрительную трубу теодолита переводят через зенит и точно совмещают индекс со штрихом $a+A_\varphi+180°$ (при этом труба теодолита будет наведена на правый коллиматор).

Микрометром правого коллиматора в биссектор его трубы вводят изображение вертикальной нити зрительной трубы теодолита и снимают отсчет по барабану или шкале микрометра.

2.18.4. Вращая алидаду против хода часовой стрелки точно совмещают индекс со штрихом $a+180°$.

Микрометром зрительной трубы левого коллиматора осуществляют точное наведение биссектора сетки его нитей на вертикальную нить зрительной трубы теодолита и снимают отсчет по барабану или шкале микрометра.

2.18.5. Указанные в пп. 2.18.1—2.18.4 действия составляют один прием.

На каждой установке круга исполняют по два приема.

2.18.6. Пример записи результатов измерений для теодолита с односторонним отсчетом приведен в приложении 1.

2.19. В журнале для записи измерений контрольных углов записывают и вычисляют: измеренные значения углов; среднее арифметическое значение A_φ угла между коллиматорами, полученное

на одной установке круга; среднее арифметическое значение угла C из измерений в одной серии; отклонения измеренных значений углов l_φ от среднего арифметического в каждой отдельной серии ($l_\varphi = C_j - A_\varphi$). По окончании программы наблюдений вычисляют также среднюю квадратическую погрешность (μ) направления, измеренного в четырех полуприемах, по формуле

$$\mu = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{[r_i\ r_i]}{2n} - \gamma^2}, \qquad (1)$$

где r_i — разность значений углов, измеренных в полуприемах прямого и обратного хода;

n — общее число независимых установок круга, равное числу исследуемых диаметров;

γ — систематическая погрешность, вычисляемая по формуле

$$\gamma = \frac{[r_i]}{2n}. \qquad (2)$$

2.20. Средняя квадратическая погрешность (μ) направления не должна превышать величин, указанных в табл. 9.

Таблица 9

Типы теодолитов по ГОСТ 10529—70	Допускаемое значение средней квадратической погрешности в секундах
Т05	0,30
Т1	0,40
Т2	0,60
Т5	1,00
Т15	1,50
Т30	3,50

2.21. Пример записи в журнале наблюдений теодолита с двусторонним отсчетом и пример вычисления средней квадратической погрешности измеренного направления μ приведены в приложении 2.

3. СПОСОБЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОЛНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДИАМЕТРОВ КРУГА

3.1. Вычисление полных погрешностей диаметров круга выполняют одним из способов, указанных в табл. 10.

Таблица 10

Способы вычисления полных погрешностей диаметров круга

Условные обозначения	Наименования
I	Способ приближений
II	Способ обратной матрицы
III	Способ Елисеева
IV	Видоизмененный способ Вильда

3.2. В способах I и II значения полных погрешностей диаметров круга вычисляют из уравнений (3), решаемых под условием минимума суммы квадратов случайных погрешностей измерений.

Уравнения погрешностей составляют по формуле

$$x_{\varphi+\beta} - x_{\varphi} = l_{\varphi}, \qquad (3)$$

где x_{φ} и $x_{\varphi+\beta}$ — полные погрешности диаметров круга φ и $\varphi+\beta$;

l_{φ} — свободные члены уравнений погрешностей, вычисляемые по формуле $l_{\varphi} = C_j - A_{\varphi}$.

Число уравнений погрешностей (3) равно числу измеренных углов A_{φ}.

3.2.1. От уравнений погрешностей (3) переходят к нормальным уравнениям вида:

$$z_i x_{\varphi} - x_{\varphi+\beta_1} - x_{\varphi+\beta_2} - x_{\varphi+\beta_3} - \ldots - x_{\varphi+(180^\circ-\beta_1)} - x_{\varphi+(180^\circ-\beta_2)} - x_{\varphi+(180^\circ-\beta_3)} + L_{\varphi} = 0, \qquad (4)$$

где z_i — коэффициент при квадратичном члене i-го нормального уравнения;

L_{φ} — свободный член того же нормального уравнения, вычисляемый по формуле

$$L_{\varphi} = + l^{I}_{\varphi} - l^{I}_{\varphi+(180^\circ-\beta_1)} + l^{II}_{\varphi} - l^{II}_{\varphi+(180^\circ-\beta_2)} + l^{III}_{\varphi} + l^{III}_{\varphi+(180^\circ-\beta_3)}, \qquad (5)$$

где β_1, β_2, β_3 — номинальные значения первого, второго и третьего контрольных углов.

Число нормальных уравнений (4) будет равно числу исследуемых диаметров круга (n).

Пример вычисления свободных членов нормальных уравнений приведен в приложении 3.

3.2.2. Коэффициенты нормальных уравнений (4) образуют вырожденную квадратную матрицу.

Если прямая матрица $A_{n,n}$ не подвергается преобразованию, то система нормальных уравнений (4) решается способом последовательных приближений.

За значения неизвестных в первом приближении принимают среднее арифметическое из ошибок диаметров, вычисленных по формулам 10, 11, 13 или 11, 12.

Примеры вычисления полных погрешностей диаметров по I способу приведены в приложении 4.

3.2.3. При вычислении погрешностей по II способу вырожденную матрицу преобразуют в совместную и определенную, а вычисления производят с помощью заранее вычисленных коэффициентов обратной матрицы (весовые коэффициенты).

Обратная матрица $A^{-1}_{n,n}$ 60-го порядка (для $\beta=36$; 45 и 60°) приведена в приложении 5.

Обратная матрица $A^{-1}_{n,n}$ 36-го порядка (для $\beta=40$ и 45°) приведена в приложении 6.

3.2.4. Полные погрешности диаметров вычисляют путем умножения коэффициентов обратной матрицы на свободные члены нормальных уравнений (4). Для этого коэффициент обратной матрицы, записанный в первом столбе, умножают на свободный член 1-го нормального уравнения; записанный во втором столбе — на свободный член 2-го нормального уравнения; записанный в третьем столбе — на свободный член 3-го нормального уравнения и т. д.

Для определения погрешности какого-либо одного диаметра необходимо получить сумму произведений всех коэффициентов обратной матрицы, записанных в одной строке, на свободные члены всех нормальных уравнений.

Контролем правильности вычисления по II способу служит равенство нулю суммы всех вычисленных погрешностей диаметров

$\sum_{1}^{n} x_{\varphi} = 0$, где n — число исследуемых диаметров круга.

3.2.5. При вычислении по I и II способам вычисляют среднюю квадратическую погрешность единицы массы (направления, измеренного четырьмя полуприемами), μ и среднюю квадратическую погрешность $m_{x\varphi}$ определения полной погрешности диаметра x_{φ}.

3.2.6. Среднюю квадратическую погрешность единицы массы (μ) находят по формуле

$$\mu = \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{2(N-S-n)}}, \qquad (6)$$

где δ — случайные погрешности измерения контрольных углов, вычисляемые из уравнений (3) путем подстановки в них найденных значений полных погрешностей диаметров x_φ;

N — число всех уравнений погрешности (3), равное числу измеренных углов A_φ;

n — общее число независимых установок круга, равное числу исследуемых диаметров или числу нормальных уравнений;

S — число серий, в которых измерены контрольные углы A_φ.

3.2.7. Среднюю квадратическую погрешность определения полной погрешности диаметра (m_{x_φ}) вычисляют по формуле

$$m_{x_\varphi} = \mu\sqrt{Q_{ii}}, \qquad (7)$$

где Q_{ii} — обратная масса полной погрешности диаметра, равная квадратичному коэффициенту обратной матрицы.

Примечание. При исследовании круга через 3° и использовании трех углов β, равных 60; 45 и 36°, $Q=0{,}20$.

При исследовании круга через 5° и использовании двух углов β, равных 40 и 45°, $Q=0{,}37$.

3.3. При вычислении полных погрешностей по III способу (способу Елисеева) применяют следующие формулы

$$\omega_\varphi^6 = \frac{-2l_\varphi^6 - l_{\varphi+60^\circ}^6}{3};$$

$$\omega_\varphi^8 = \frac{-2l_\varphi^8 - l_{\varphi+45^\circ}^8 + l_{\varphi+135^\circ}^8}{4};$$

$$\omega_\varphi^{10} = \frac{-2l_\varphi^{10} - l_{\varphi+36^\circ}^{10} + l_{\varphi+108^\circ}^{10} + 2l_{\varphi+144^\circ}}{5};$$

$$\omega_\varphi^{6.10} = \frac{\omega_\varphi^6 + \omega_{\varphi+36^\circ}^6 + \omega_{\varphi+72^\circ}^6 + \omega_{\varphi+108^\circ}^6 + \omega_{\varphi+144^\circ}^6}{5}; \qquad (8)$$

$$\omega_\varphi^{10,6}=\frac{\omega_\varphi^{10}+\omega_{\varphi+60^\circ}^{10}+\omega_{\varphi+120^\circ}^{10}}{3}; \qquad (8)$$

$$\omega_\varphi^{30}=0{,}4\,\omega_\varphi^{10}+0{,}4\,\omega_\varphi^{6,10}+0{,}6\,\omega_\varphi^{6}+0{,}6\,\omega_\varphi^{10,6};$$

$$\omega_\varphi^{8,30}=\frac{\omega_\varphi^{8}+\omega_{\varphi+12^\circ}^{8}+\omega_{\varphi+24^\circ}^{8}+\ldots+\omega_{\varphi+156^\circ}^{8}+\omega_{\varphi+168^\circ}^{8}}{15};$$

$$\omega_\varphi^{30,8}=\frac{\omega_\varphi^{30}+\omega_{\varphi+45^\circ}^{30}+\omega_{\varphi+90^\circ}^{30}+\omega_{\varphi+135^\circ}^{30}}{4};$$

$$x_\varphi=\frac{1}{3}\,\omega_\varphi^{8}+\frac{1}{3}\,\omega_\varphi^{30,8}+\frac{2}{3}\,\omega_\varphi^{30}+\frac{2}{3}\,\omega_\varphi^{8,30},$$

где l_φ — уклонения измеренных значений углов A_φ от среднего арифметического C_j в каждой отдельной серии;

ω_φ^{6}, ω_φ^{8}, ω_φ^{10} — промежуточные значения погрешностей диаметров из наблюдений контрольных углов в 60; 45 и 36°;

$\omega_\varphi^{6,10}$, $\omega_\varphi^{10,6}$, ω_φ^{30}, $\omega_\varphi^{8,30}$, $\omega_\varphi^{30,8}$ — величины, полученные из комбинаций величин ω_φ^{6}, ω_φ^{8}, ω_φ^{10}.

Контрольные формулы

$$\sum_1^n \omega_\varphi^{10}=\sum_1^n \omega_\varphi^{8}=\sum_1^n \omega_\varphi^{6}=\sum_1^n \omega_\varphi^{30}=\sum_1^n x_\varphi=0, \qquad (9)$$

где n — общее число независимых установок круга, равное числу исследуемых диаметров.

3.3.1. Пример вычисления погрешностей диаметров по III способу приведен в приложении 7.

3.4. При вычислении погрешностей диаметров по IV способу сначала определяют их значения из результатов измерения отдельных контрольных углов β по формулам:

а) при контрольном угле $\beta_1=60^\circ$

$$x_\varphi^{I}=-\bar{x}_m;\ x_{\varphi+60^\circ}^{I}=\bar{x}_{\varphi+60^\circ}-\bar{x}_m;$$
$$x_{\varphi+120^\circ}^{I}=\bar{x}_{\varphi+120^\circ}-\bar{x}_m, \qquad (10)$$

где

$$\bar{x}_m=\frac{\bar{x}_{\varphi+60^\circ}+\bar{x}_{\varphi+120^\circ}}{3};$$

$$\bar{x}_{\varphi+60^\circ}=l_\varphi;\ \bar{x}_{\varphi+120^\circ}=\bar{x}_{\varphi+60^\circ}+l_{\varphi+60^\circ};$$

l_φ и $l_{\varphi+60^\circ}$ — уклонение углов A_φ измеренных на установках круга φ и φ_{+60° от среднего арифметического C_j ($j=\varphi=0;\ 3;\ 6;\ \ldots\ldots;\ 57^\circ$) в каждой отдельной серии;

б) при контрольном угле $\beta_2=45^\circ$

$$x_\varphi^{II}=-\bar{x}_m;\ x_{\varphi+45^\circ}^{II}=\bar{x}_{\varphi+45^\circ}-\bar{x}_m;$$
$$x_{\varphi+90^\circ}^{II}=\bar{x}_{\varphi+90^\circ}-\bar{x}_m;\ x_{\varphi+135^\circ}^{II}=\bar{x}_{\varphi+135^\circ}-\bar{x}_m; \qquad (11)$$

где $$\bar{x}_m=\frac{\bar{x}_{\varphi+45^\circ}+\bar{x}_{\varphi+90^\circ}+\bar{x}_{\varphi+135^\circ}}{4},$$

$$\bar{x}_{\varphi+45^\circ}=l_\varphi;\ \bar{x}_{\varphi+90^\circ}=\bar{x}_{\varphi+45^\circ}+l_{\varphi+45^\circ};$$
$$\bar{x}_{\varphi+135^\circ}=\bar{x}_{\varphi+90^\circ}+l_{\varphi+90^\circ};$$
$$l_\varphi=C_j-A_\varphi;\ l_{\varphi+45^\circ}=C_j-A_{\varphi+45^\circ};$$
$$l_{\varphi+90^\circ}=C_j-A_{\varphi+90^\circ};$$

$j=\varphi=0;\ 3;\ 6;\ \ldots;\ 42^\circ$ при исследовании круга через 3°;
$j=\varphi=0;\ 5;\ 10;\ \ldots;\ 35^\circ$ при исследовании круга через 5°;
$j=\varphi=0;\ 9;\ 18;\ \ldots;\ 36^\circ$ при исследовании круга через 9°;

в) при контрольном угле $\beta_4=40^\circ$

$$x_\varphi^{IV}=-\bar{x}_m;\ x_{\varphi+40^\circ}^{IV}=\bar{x}_{\varphi+40^\circ}-\bar{x}_m;$$
$$x_{\varphi+80^\circ}^{IV}=\bar{x}_{\varphi+80^\circ}-\bar{x}_m;\ x_{\varphi+120^\circ}^{IV}=\bar{x}_{\varphi+120^\circ}-\bar{x}_m;$$
$$x_{\varphi+160^\circ}^{IV}=\bar{x}_{\varphi+160^\circ}-\bar{x}_m;\ x_{\varphi+200^\circ}^{IV}=\bar{x}_{\varphi+200^\circ}-\bar{x}_m;$$
$$x_{\varphi+240^\circ}^{IV}=\bar{x}_{\varphi+240^\circ}-\bar{x}_m;\ x_{\varphi+280^\circ}^{IV}=\bar{x}_{\varphi+280^\circ}-\bar{x}_m;$$
$$x_{\varphi+320^\circ}^{IV}=\bar{x}_{\varphi+320^\circ}-\bar{x}_m, \qquad (12)$$

где

$$\bar{x}_m=\frac{\bar{x}_{\varphi+40^\circ}+\bar{x}_{\varphi+80^\circ}+\bar{x}_{\varphi+120^\circ}+\bar{x}_{\varphi+160^\circ}+\bar{x}_{\varphi+200^\circ}+\bar{x}_{\varphi+240^\circ}+}{9}$$
$$\frac{+\bar{x}_{\varphi+280^\circ}+\bar{x}_{\varphi+320^\circ}}{9};$$

$$\bar{x}_{\varphi+40^\circ}=l_\varphi;\ \bar{x}_{\varphi+80^\circ}=\bar{x}_{\varphi+40^\circ}+l_{\varphi+40^\circ};$$
$$\bar{x}_{\varphi+120^\circ}=\bar{x}_{\varphi+80^\circ}+l_{\varphi+80^\circ};\ \bar{x}_{\varphi+160^\circ}=\bar{x}_{\varphi+120^\circ}+l_{\varphi+120^\circ};$$
$$\bar{x}_{\varphi+200^\circ}=\bar{x}_{\varphi+160^\circ}+l_{\varphi+160^\circ};\ \bar{x}_{\varphi+240^\circ}=\bar{x}_{\varphi+200^\circ}+l_{\varphi+200^\circ};$$
$$\bar{x}_{\varphi+280^\circ}=\bar{x}_{\varphi+240^\circ}+l_{\varphi+240^\circ};\ \bar{x}_{\varphi+320^\circ}=\bar{x}_{\varphi+280^\circ}+l_{\varphi+280^\circ},$$
$$l_\varphi=C_j-A_\varphi;\ l_{\varphi+40^\circ}=C_j-A_{\varphi+40^\circ};\ l_{\varphi+80^\circ}=C_j-A_{\varphi+80^\circ};$$
$$l_{\varphi+120^\circ}=C_j-A_{\varphi+120^\circ};\ l_{\varphi+160^\circ}=C_j-A_{\varphi+160^\circ};\ l_{\varphi+200^\circ}=C_j-A_{\varphi+200^\circ};$$
$$l_{\varphi+240^\circ}=C_j-A_{\varphi+240^\circ};\ l_{\varphi+280^\circ}=C_j-A_{\varphi+280^\circ};$$
$$j=\varphi=0;\ 5;\ 10;\ \ldots;35^\circ;$$

г) при контрольном угле $\beta_3=36°$

$$x_\varphi^{III}=-\bar{x}_m;\ x_{\varphi+36°}^{III}=\bar{x}_{\varphi+36°}-\bar{x}_m;$$
$$x_{\varphi+72°}^{III}=\bar{x}_{\varphi+72°}-\bar{x}_m;\ x_{\varphi+108°}^{III}=\bar{x}_{\varphi+108°}-\bar{x}_m;$$
$$x_{\varphi+144°}^{III}=\bar{x}_{\varphi+144°}-\bar{x}_m; \qquad (13)$$

где

$$x_m=\frac{\bar{x}_{\varphi+36°}+\bar{x}_{\varphi+72°}+\bar{x}_{\varphi+108°}+\bar{x}_{\varphi+144°}}{5};$$

$$\bar{x}_{\varphi+36°}=l_\varphi;\ \bar{x}_{\varphi+72°}=\bar{x}_{\varphi+36°}+l_{\varphi+36°};$$
$$\bar{x}_{\varphi+108°}=\bar{x}_{\varphi+72°}+l_{\varphi+72°};\ \bar{x}_{\varphi+144°}=\bar{x}_{\varphi+108°}+l_{\varphi+108°};$$
$$l_\varphi=C_j-A_\varphi;\ l_{\varphi+36°}=C_j-A_{\varphi+36°};$$
$$l_{\varphi+72°}=C_j-A_{\varphi+72°};\ l_{\varphi+108°}=C_j-A_{\varphi+108°};$$

$j=\varphi=0;\ 3;\ 6;\ \ldots;\ 33°$.

3.4.1. При исследовании круга через 3° при помощи трех контрольных углов 36; 45 и 60° вычисления погрешностей диаметров осуществляют в следующем порядке:

а) по формулам (10) вычисляют погрешности диаметров x_φ^I из обработки результатов измерений контрольного угла 60°;

б) по формулам (11) вычисляют погрешности диаметров x_φ^{II} из обработки результатов измерений контрольного угла 45°;

в) по формулам (13) вычисляют погрешности диаметров x_φ^{III} из обработки результатов измерений контрольного угла 36°;

г) по формуле

$$x_\varphi=\frac{1}{3}\Sigma\left(x_\varphi^I+x_\varphi^{II}+x_\varphi^{III}\right) \qquad (14)$$

находят окончательные значения погрешностей диаметров;

д) по формуле

$$m_{x\varphi}=\sqrt{\frac{\Sigma\Delta x^2}{6n}} \qquad (15)$$

вычисляют среднюю квадратическую погрешность полной погрешности диаметров круга,

где $\Delta x_\varphi^I=x_\varphi-x_\varphi^I,\ \Delta x_\varphi^{II}=x_\varphi-x_\varphi^{II},\ \Delta x_\varphi^{III}=x_\varphi-x_\varphi^{III}$.

3.4.2. Пример вычисления полных погрешностей диаметров круга по формулам (10), (11) и (13) и оценка точности по формуле (15) приведены в приложении 8.

3.4.3. При исследовании круга через 5° при помощи двух контрольных углов 40 и 45° вычисления погрешностей диаметров осуществляют в следующем порядке:

а) по формулам (11) вычисляют погрешности диаметров x_φ^{II} из обработки результатов измерений контрольного угла 45°;

б) по формулам (12) вычисляют погрешности диаметров x_φ^{IV} из обработки результатов измерений контрольного угла 40°;

в) по формуле (16) вычисляют окончательные значения погрешностей диаметров:

$$x_\varphi = \frac{x_\varphi^{II} + x_\varphi^{IV}}{2}; \qquad (16)$$

г) вычисляют среднюю квадратическую погрешность определения полной погрешности диаметров по формуле

$$m_{x\varphi} = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta x^2}{2n}}, \qquad (17)$$

где

$$\Delta x_\varphi^{II} = x_\varphi - x_\varphi^{II}, \ \Delta x_\varphi^{IV} = x_\varphi - x_\varphi^{IV}.$$

3.4.4. Примеры вычисления погрешностей диаметров по формулам (11), (12) приведены в приложении 8.

3.5. Полные погрешности диаметров горизонтального круга теодолитов не должны превышать указанных в ГОСТ 10529—70.

4. ВЫЧИСЛЕНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ И СЛУЧАЙНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДИАМЕТРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КРУГА

4.1. По вычисленным (одним из способов, указанных в разд. 3) полным погрешностям диаметров круга могут быть определены систематические погрешности тех же диаметров из ряда Фурье, представленного в следующем виде:

$$x_\varphi = a_2 \sin 2\varphi + a_4 \sin 4\varphi + a_6 \sin 6\varphi + a_8 \sin 8\varphi + \\ + \ldots + a_j \sin j\varphi + b_2 \cos 2\varphi + b_4 \cos 4\varphi + b_6 \cos 6\varphi + \\ + b_8 \cos 8\varphi + \ldots + b_j \cos j\varphi. \qquad (18)$$

4.2. Коэффициенты a_j и b_j ряда Фурье вычисляют по формулам

$$a_j = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi i} \sin 2j\varphi \right]_{\varphi=0}^{n}; \qquad (19)$$

$$b_j = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi i}\cos 2j\varphi\right]_{\varphi=0}^{n}, \qquad (20)$$

где x_φ — полные погрешности диаметров;

i — порядковый номер полной погрешности диаметра ($i=1$; 2; 3);

j — порядковый номер коэффициента ряда Фурье, ($j=2$, 4, 6, 8 . . . . . к);

n — число полных погрешностей диаметров.

4.3. При вычислении систематических погрешностей ограничиваются вычислением коэффициентов ряда Фурье, определяющих первые четыре гармоники.

4.4. Примеры вычисления систематических погрешностей диаметров приведены в приложении 9.

4.5. Случайные погрешности диаметров круга вычисляют как разность между полными и систематическими погрешностями:

$$x_1 = x_\varphi - x_c. \qquad (21)$$

4.6. Случайные погрешности диаметров круга могут быть определены графически по вычисленным значениям полных и систематических погрешностей. Для этого строят график погрешностей x_φ и x_c и случайные погрешности определяют как разность одноименных ординат (см. приложение 10).

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. На горизонтальные круги теодолитов, признанные годными при поверке органами Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР дается свидетельство установленной формы.

5.2. Результаты периодической ведомственной поверки вносят в соответствующий документ, составленный органами ведомственного надзора и согласованный с органами Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР.

5.3. Результаты поверки горизонтальных кругов теодолитов техническим контролем предприятия-изготовителя оформляют путем выдачи выпускного аттестата.

5.4. Горизонтальные круги теодолитов, не удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10529—70 и настоящего стандарта, к выпуску и применению не допускаются.

Замена

ГОСТ 10529—70 введен взамен ГОСТ 10529—63.

Пример записи в журнале результатов измерений углов между коллиматорами для теодолита с односторонним отсчетом

Контрольный угол 45°

Коллиматор	Круг право (КП)		Круг лево (КЛ)		КП+КЛ / 2	Угол
	Микрометр		Микрометр			
	Положение	Отсчет	Положение	Отсчет		
1. Прием. Установка лимба 0°						
1	*ML*	0,00	*ML*	−3,3		
		+0,80		−2,7	−1,3	
		+0,40		−3,0		−1″,9
2	*ML*	−2,7	*ML*	−4,0		
		−2,9		−3,0	−3,2	44°59′58″,1
		−2,8		−3,5		
. . . . .						
. . . . .						
. . . . .						
4. Прием. Установка лимба 135°						
1	*ML*	+ 1,2	*ML*	+ 0,5		
		+ 1,2		+ 0,4		
		+ 1,2		+ 0,4	+ 0,8	
2	*ML*	+11,2	*ML*	+13,1		+11″,3
		+10,8		+13,3		45°00′11″,3
		+11,0		+13,2	+12,1	

Пример записи в журнале результатов измерений углов между коллиматорами для теодолита с двусторонним отсчетом

Контрольный угол 60°

φ	Отсчеты			$\frac{n_1'\ n_2'}{a_1'\ a_2'}$	$\frac{p_1'}{p_2'}$	p_1
	Микрометр	Поправка	Лимб			
3°	0,6 0,5 0,4		4″,7 4 ,7			
	0,5	0″,8	4 ,7	5″,5	14″,6	
63	1,5 1,5 1,6		17 ,8 17 ,8			
	1,5	2,3	17 ,8	20,1		14″,6
63	0,9 1,0 1,0		17 ,6 17 ,8			
	1,0	1,5	17 ,7	19,2	14,5	
3	0,5 0,7 0,7		3 ,9 3 ,8			
	0,6	0,9	3 ,8	4,7		
63°			6″,2 6 ,1			
	0,7	1″,1	6 ,2	7″,3	15″,6	
123			22 ,3 21 ,9			
	0,5	0 ,8	22 ,1	22,9		
123			23 ,1 22 ,8			15″,6
	0,2	0 ,3	23 ,0	23,3	15,6	
63			4 ,3 3 ,9			
	2,4	3 ,6	4 ,1	7,7		

Продолжение

φ	Отсчеты: Микрометр	Поправка	Лимб	$\frac{n_1' \; n_2'}{x_1 \; x_2}$	$\frac{p_1'}{p_2}$	p_1
123°	1,6	2″,4	2″,7 2 ,9 2 ,8	5″,2	15″,6	
183	2,0	3,0	18 ,1 17 ,6 17 ,8	20,8		14″,8
183	1,7	2,6	17 ,9 18 ,1 18 ,0	20,6	14 ,0	
123	1,8	2,7	4 ,0 3 ,8 3 ,9	6,6		

Продолжение

φ	Отсчеты: Микрометр	Поправка	Лимб	$\frac{n_1'' \; n_2''}{x_1 \; x_2}$	$\frac{p_1''}{p_2}$	p_2	A_φ	l_φ
3°	1,4 1,0 1,4 1,3	2″,0	2″,5 2,5 2,5	4″,5				
63	1,2 1,5 1,6 1,4	2,1	17,4 17,4 17,4	19,5	15″,0	15″,4	15″,0	+0″,07
63	1,9 1,7 2,1 1,9	2,9	17,3 17,3 17,3	20,2				
3	1,5 2,1 1,7 1,8	2,7	1,9 1,6 1,8	4,5	15 ,7			

Продолжение

φ	Отсчеты: Микрометр	Поправка	Лимб	$\frac{n_1'' \; n_2''}{л_1 \; л_2}$	$\frac{p_1''}{p_2}$	p_s	A_φ	i_φ
			2″,1					
			1 ,7					
63°	0,8	1″,2	1 ,9	3″,1				
			16 ,5		14″,9			
			16 ,7					
123	0,9	1,4	16 ,6	18,0				
						15″,4	15″,5	—0″,43
			17 ,1					
			17 ,0					
123	0,9	1,4	17 ,0	18,4				
			1 ,0		15 ,8			
			0 ,8					
63	1,1	1,7	0 ,9	2,6				
			4″,3					
			3 ,8					
123°	1,6	2″,4	4 ,0	6″,4				
			19 ,2		14″,7			
			18 ,9					
183	1,4	2,1	19 ,0	21,1		14″,6	14″,7	+0″,37
			18 ,9					
			19 ,1					
183	0,6	0,9	19 ,0	19,9				
			4 ,4		14 ,5			
			4 ,9					
123	0,5	0,8	4 ,6	5,4		C_2 15″,07		

л — отсчет по кругу (или микрометру) при наведении зрительной трубы теодолита на левый коллиматор;

п — отсчет по кругу (или микрометру) при наведении зрительной трубы теодолита на правый коллиматор;

$p_1' = п_1' - л_1'$ — измеренное значение угла в первом полуприеме прямого хода;

$p_2' = п_2' - л_2'$ — измеренное значение угла во втором полуприеме прямого хода;

$p_1'' = п_1'' - л_1''$ — измеренное значение угла в первом полуприеме обратного хода;

$p_2' = n_2' - n_2'$ — измеренное значение угла во втором полуприеме обратного хода;

p_1 — измеренное значение угла в приеме прямого хода;

p_2 — измеренное значение угла в приеме обратного хода;

$A_\varphi = \frac{p_1 + p_2}{2}$ — среднее значение угла между коллиматорами, полученное на одной установке круга;

$C_2 = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}$ — среднее арифметическое значение угла, измеренного во второй серии;

$l_\varphi = C_2 - A_\varphi$ — уклонение измеренных значений углов от среднего арифметического C_2 во второй серии.

Пример вычисления средней квадратической погрешности измеренного направления μ

φ	$\beta_1 = 60°$		$\beta_2 = 45°$		$\beta_3 = 30°$	
	r_1	r_2	r_1	r_2	r_1	r_2
0°	−2,2	+0,4	+0,6	−0,1	−2,5	−0,5
3°	−0,4	−1,2	−0,8	−1,2	−1,2	−0,4
6°	+0,2	+0,9	−0,2	−1,5	+1,8	+0,2
. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
174	+1,8	+1,3	−1,0	+1,1	+0,2	+0,6
177	−0,7	+0,2	−0,2	+1,1	+0,8	+0,5
Σ	+18,2		−25,9		−0,5	
r^2	94,56		69,65		139,12	
γ	+ 0,15		− 0,21		0,00	
μ	± 0,22		± 0,19		±0,27	

Среднее арифметическое из трех значений $\pm 0''{,}23$

где

$r_1 = p_1' - p_1''$ — в первом приеме;

$r_2 = p_2' - p_2''$ — во втором приеме.

Например, при контрольном угле 60° и на установке круга 3° во второй серии (см. приложение 2) в первом приеме $p_1' = 14''{,}6$ и $p_1'' = 15''{,}0$;

во втором приеме $p_2' = 14''{,}5$ и $p_2'' = 15''{,}7$.

Следовательно, $r_1 = -0''{,}4$ и $r_2 = -1''{,}2$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 к ГОСТ 13424—68

Пример вычисления свободных членов нормальных уравнений

φ	l_φ^{I}	$-l_{\varphi+(180°-\beta_A)}^{I}$	l_φ^{II}	$-l_{\varphi+(180°-\beta_A)}^{II}$	l_φ^{III}	$-l_{\varphi+(180°-\beta_A)}^{III}$	L_φ
0°	+0",03	+0",07	0",00	+0",40	−0",48	+0",08	+0",10
3	+0 ,07	−0 ,37	−0 ,42	−0 ,68	−0 ,54	−0 ,86	−2 ,80
6	−0 ,90	+0 ,20	−1 ,02	−1 ,18	−0 ,94	−0 ,66	−4 ,50
9	−1 ,47	−0 ,63	−0 ,90	−0 ,70	−0 ,66	−0 ,24	−4 ,60
12	−0 ,93	+0 ,03	−0 ,45	−0 ,65	−0 ,56	−0 ,04	−2 ,60
15	−0 ,53	−0 ,07	+0 ,18	−0 ,28	−0 ,82	+0 ,02	−1 ,50
18	−0 ,50	−0 ,20	−0 ,05	+0 ,25	−0 ,16	−0 ,04	−0 ,70
21	−0 ,30	+0 ,10	−0 ,42	+0 ,02	−0 ,14	−0 ,36	−1 ,10
24	−0 ,67	−0 ,13	−1 ,15	−1 ,05	−0 ,16	−0 ,04	−3 ,20
27	−0 ,97	−0 ,03	−0 ,58	+0 ,08	+0 ,30	+0 ,20	−1 ,00
30	−0 ,60	+0 ,20	−0 ,28	−0 ,02	−0 ,10	0 ,00	−0 ,80
33	−0 ,37	+0 ,57	−0 ,05	+0 ,45	−0 ,02	+0 ,52	+1 ,10
36	+0 ,67	+0 ,13	−0 ,28	+0 ,38	−0 ,18	+0 ,48	+1 ,20
39	+0 ,30	−0 ,10	+0 ,05	+0 ,05	−0 ,14	+0 ,54	+0 ,70
42	−0 ,27	−0 ,43	−0 ,48	−0 ,32	−0 ,44	+0 ,94	−1 ,00
45	−0 ,57	+0 ,07	−0 ,20	0 ,00	−0 ,16	+0 ,66	−0 ,20
48	−0 ,20	−0 ,30	−0 ,62	+0 ,42	−0 ,46	+0 ,56	−0 ,60
51	+0 ,03	+0 ,37	+0 ,18	+1 ,02	−0 ,02	+0 ,82	+2 ,40
54	+0 ,33	+0 ,17	+0 ,70	+0 ,90	−0 ,46	+0 ,16	+1 ,80
57	−0 ,03	−0 ,37	−0 ,45	+0 ,45	−0 ,44	+0 ,14	−0 ,70
60	+0 ,03	−0 ,03	−1 ,02	−0 ,18	+0 ,64	+0 ,16	−0 ,40
63	−0 ,43	−0 ,07	−0 ,65	+0 ,05	+0 ,30	−0 ,30	−1 ,10
66	+1 ,10	+0 ,90	−0 ,12	+0 ,42	−0 ,10	+0 ,10	+2 ,30
69	+0 ,83	+1 ,47	+0 ,85	+1 ,15	+0 ,68	+0 ,02	+5 ,00
72	+0 ,97	+0 ,93	+0 ,52	+0 ,58	+0 ,02	+0 ,18	+3 ,20
75	+0 ,47	+0 ,53	+0 ,42	+0 ,28	−0 ,24	+0 ,14	+1 ,60
78	+0 ,30	+0 ,50	+0 ,35	+0 ,05	+0 ,46	+0 ,44	+2 ,10
81	+0 ,40	+0 ,30	+1 ,02	+0 ,28	+0 ,04	+0 ,16	+2 ,20
84	+0 ,53	+0 ,67	+0 ,75	−0 ,05	+0 ,74	+0 ,46	+3 ,10
87	+0 ,93	+0 ,97	+0 ,62	+0 ,48	+0 ,68	+0 ,02	+3 ,70
90	+0 ,80	+0 ,60	+0 ,60	+0 ,20	+1 ,24	+0 ,46	+3 ,90

Продолжение

φ	f_φ^{I}	$-f_{\varphi+(180^\circ-\beta_1)}^{\mathrm{I}}$	f_φ^{II}	$-f_{\varphi+(180^\circ-\beta_2)}^{\mathrm{II}}$	f_φ^{III}	$-f_{\varphi+(180^\circ-\beta_3)}^{\mathrm{III}}$	L_φ
93°	+0",93	+0",37	+0",38	+0",62	+0",76	+0",44	+3",50
96	−0 ,53	−0 ,67	−0 ,32	−0 ,18	−0 ,56	−0 ,64	−2 ,90
99	−0 ,40	−0 ,30	−0 ,50	−0 ,70	0 ,00	−0 ,30	−2 ,20
102	−0 ,17	+0 ,27	+0 ,25	+0 ,45	+0 ,10	+0 ,10	+1 ,00
105	+0 ,63	+0 ,57	+0 ,58	+1 ,02	+0 ,18	−0 ,68	+2 ,30
108	−0 ,10	+0 ,20	+0 ,95	+0 ,65	+0 ,72	−0 ,02	+2 ,40
111	+0 ,33	−0 ,03	+0 ,58	+0 ,12	+0 ,06	+0 ,24	+1 ,30
114	−0 ,17	−0 ,33	−0 ,75	−0 ,85	+0 ,26	−0 ,46	−2 ,30
117	−0 ,33	+0 ,03	+0 ,12	−0 ,52	+0 ,54	−0 ,04	−0 ,20
120	−0 ,07	−0 ,03	−0 ,18	−0 ,42	+0 ,24	−0 ,74	−1 ,20
123	+0 ,37	+0 ,43	+0 ,15	−0 ,35	+0 ,18	−0 ,68	+0 ,10
126	−0 ,20	−1 ,10	−0 ,38	−1 ,02	−0 ,66	−1 ,24	−4 ,60
129	+0 ,63	−0 ,83	−0 ,75	−0 ,75	−0 ,54	−0 ,76	−3 ,00
132	−0 ,03	−0 ,97	−0 ,48	−0 ,62	+0 ,04	+0 ,56	−1 ,50
135	+0 ,07	−0 ,47	−0 ,40	−0 ,60	−0 ,40	0 ,00	−1 ,80
138	+0 ,20	−0 ,30	+0 ,68	−0 ,38	+0 ,10	−0 ,10	+0 ,20
141	−0 ,10	−0 ,40	+1 ,18	+0 ,32	−0 ,32	−0 ,18	+0 ,50
144	+0 ,13	−0 ,53	+0 ,70	+0 ,50	−0 ,08	−0 ,72	0 ,00
147	+0 ,03	−0 ,93	+0 ,65	−0 ,25	+0 ,86	−0 ,06	+0 ,30
150	−0 ,20	−0 ,80	+0 ,28	−0 ,58	+0 ,66	−0 ,26	−0 ,90
153	−0 ,57	−0 ,93	−0 ,25	−0 ,95	+0 ,24	−0 ,54	−3 ,00
156	−0 ,13	+0 ,53	−0 ,02	−0 ,58	+0 ,04	−0 ,24	−0 ,40
159	+0 ,10	+0 ,40	+1 ,05	+0 ,75	−0 ,02	−0 ,18	+2 ,10
162	+0 ,43	+0 ,17	−0 ,08	−0 ,12	+0 ,04	+0 ,66	+1 ,10
165	−0 ,07	−0 ,63	+0 ,02	+0 ,18	+0 ,36	+0 ,54	+0 ,40
168	+0 ,30	+0 ,10	−0 ,45	−0 ,15	+0 ,04	−0 ,04	−0 ,20
171	−0 ,37	−0 ,33	−0 ,38	+0 ,38	−0 ,20	+0 ,40	−0 ,50
174	−0 ,17	+0 ,17	−0 ,05	+0 ,75	0 ,00	−0 ,10	+0 ,60
177	+0 ,37	+0 ,33	+0 ,32	+0 ,48	−0 ,52	+0 ,32	+1 ,30

При вычислении свободных членов нормальных уравнений L_φ по формуле

$$L_\varphi = l^{I}_{\varphi} - l^{I}_{\varphi+(180°-\beta_1)} + l^{II}_{\varphi} - l^{II}_{\varphi+(180°-\beta_2)} + l^{III}_{\varphi} - l^{III}_{\varphi+(180°-\beta_3)}$$

значения величин l_φ и $l_{\varphi+(180°-\beta)}$, стоящих в правой части формулы, выписывают из журнала измерений.

Например, из наблюдений контрольного угла $\beta=60°$ во 2-ой серии (см. приложение 2), были получены:

при $\varphi=3°$ $l^{I}_{\varphi} = l^{I}_{3°} = +0'',07$ и $l^{I}_{\varphi+(180°-\beta_1)} = l^{I}_{123°} = +0'',37$;

при $\varphi=63°$ $l^{I}_{\varphi} = l^{I}_{63°} = -0'',43$ и $l^{I}_{\varphi+(180°-\beta_1)} = l^{I}_{183°} = l^{I}_{3°} = +0'',07$;

при $\varphi=123°$ $l^{I}_{\varphi} = l^{I}_{123°} = +0'',37$ и $l^{I}_{\varphi+(180°-\beta_1)} = l^{I}_{243°} = l^{I}_{63°} = -0'',43$.

Из наблюдений контрольного угла $\beta=45°$ во 2-ой серии (см. приложение 8) получены:

при $\varphi=3°$ $l^{II}_{\varphi} = l^{II}_{3°} = -0'',42$ и $l^{II}_{\varphi+(180°-\beta_2)} = l^{II}_{138°} = +0'',68$;

при $\varphi=48°$ $l^{II}_{\varphi} = l^{II}_{48°} = -0'',62$ и $l^{II}_{\varphi+(180°-\beta_2)} = l^{II}_{183°} = l^{II}_{3°} = -0'',42$;

при $\varphi=93°$ $l^{II}_{\varphi} = l^{II}_{93°} = +0'',38$ и $l^{II}_{\varphi+(180°-\beta_2)} = l^{II}_{228°} = l^{II}_{48°} = -0'',62$;

при $\varphi=138°$ $l^{II}_{\varphi} = l^{II}_{138°} = +0'',68$ и $l^{II}_{\varphi+(180°-\beta_2)} = l^{II}_{273°} = l^{II}_{93°} = +0'',38$.

Пример 1

Вычисление полных погрешностей диаметров по способу последовательных приближений

ϕ	0°	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	24°	27°	30°
0°	+6										
3		+6									
6			+6								
9				+6							
12					+6						
15						+6					
18							+6				
21								+6			
24									+6		
27										+6	
30											+6
33											
36	−1										
39		−1									
42			−1								
45	−1			−1							
48		−1			−1						
51			−1			−1					
54				−1			−1				
57					−1			−1			
60	−1					−1			−1		
63		−1					−1			−1	
66			−1					−1			−1
69				−1					−1		
72					−1					−1	
75						−1					−1
78							−1				
81								−1			
84									−1		
87										−1	

Продолжение

φ	0°	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	24°	27°	30°
90°											
93											−1
96											
99											
102											
105											
108											
111											
114											
117											
120	−1										
123		−1									
126			−1								
129				−1							
132					−1						
135	−1					−1					
138		−1					−1				
141			−1					−1			
144	−1			−1					−1		
147		−1			−1					−1	
150			−1			−1					−1
153				−1			−1				
156					−1			−1			
159						−1			−1		
162							−1			−1	
165								−1			−1
168									−1		
171										−1	
174											−1
177											

Продолжение

φ	33°	36°	39°	42°	45°	48°	51°	54°	57°	60°	63°
0°		−1			−1					−1	
3			−1			−1					−1
6				−1			−1				
9					−1			−1			
12						−1			−1		
15							−1			−1	
18								−1			−1
21									−1		
24										−1	
27											−1
30											
33	+6										
36		+6									
39			+6								
42				+6							
45					+6						
48						+6					
51							+6				
54								+6			
57									+6		
60										+6	
63											+6
66											
69	−1										
72		−1									
75			−1								
78	−1			−1							
81		−1			−1						
84			−1			−1					
87				−1			−1				

Продолжение

φ	33°	36°	39°	42°	45°	48°	51°	54°	57°	60°	63°
90°					−1			−1			
93	−1					−1			−1		
96		−1					−1			−1	
99			−1					−1			−1
102				−1					−1		
105					−1					−1	
108						−1					−1
111							−1				
114								−1			
117									−1		
120										−1	
123											−1
126											
129											
132											
135											
138											
141											
144											
147											
150											
153	−1										
156		−1									
159			−1								
162				−1							
165					−1						
168	−1					−1					
171		−1					−1				
174			−1					−1			
177	−1			−1					−1		

Продолжение

φ	66°	69°	72°	75°	78°	81°	84°	87°	90°	93°	96°
0°											
3											
6	−1										
9		−1									
12			−1								
15				−1							
18					−1						
21	−1					−1					
24		−1					−1				
27			−1					−1			
30	−1			−1					−1		
33		−1			−1					−1	
36			−1			−1					−1
39				−1			−1				
42					−1			−1			
45						−1			−1		
48							−1			−1	
51								−1			−1
54									−1		
57										−1	
60											−1
63											
66	+6										
69		+6									
72			+6								
75				+6							
78					+6						
81						+6					
84							+6				
87								+6			

Продолжение

°	60°	63°	72°	75°	78°	81°	84°	87°	90°	93°	96°
90°									+6		
93										+6	
96											+6
99											
102	−1										
105		−1									
108			−1								
111	−1			−1							
114		−1			−1						
117			−1			−1					
120				−1			−1				
123					−1			−1			
126	−1					−1			−1		
129		−1					−1			−1	
132			−1					−1			−1
135				−1					−1		
138					−1					−1	
141						−1					−1
144							−1				
147								−1			
150									−1		
153										−1	
156											−1
159											
162											
165											
168											
171											
174											
177											

Продолжение

φ	99°	102°	105°	108°	111°	114°	117°	120°	123°	126°	129°
0°								—1			
3									—1		
6										—1	
9											—1
12											
15											
18											
21											
24											
27											
30											
33											
36											
39	—1										
42		—1									
45			—1								
48				—1							
51					—1						
54	—1					—1					
57		—1					—1				
60			—1					—1			
63	—1			—1					—1		
66		—1			—1					—1	
69			—1			—1					—1
72				—1			—1				
75					—1			—1			
78						—1			—1		
81							—1			—1	
84								—1			—1
87									—1		

Продолжение

ν	99°	102°	105°	108°	111°	114°	117°	120°	123°	126°	129°
90°											
93											
96											
99	+6										
102		+6									
105			+6								
108				+6							
111					+6						
114						+6					
117							+6				
120								+6			
123									+6		
126										+6	
129											+6
132											
135	−1										
138		−1									
141			−1								
144	−1			−1							
147		−1			−1						
150			−1			−1					
153				−1			−1				
156					−1			−1			
159	−1					−1			−1		
162		−1					−1			−1	
165			−1					−1			−1
168				−1					−1		
171					−1					−1	
174						−1					−1
177							−1				

Продолжение

P	132°	135°	138°	141°	144°	147°	150°	153°	156°	159°	162°	165°
0°		—1			—1							
3			—1			—1						
6				—1			—1					
9					—1			—1				
12	—1					—1			—1			
15		—1					—1			—1		
18			—1					—1			—1	
21				—1					—1			—1
24					—1					—1		
27						—1					—1	
30							—1					—1
33								—1				
36									—1			
39										—1		
42											—1	
45												—1
48												
51												
54												
57												
60												
63												
66												
69												
72	—1											
75		—1										
78			—1									
81				—1								
84					—1							
87	—1					—1						

Продолжение

ϑ	132°	135°	138°	141°	144°	147°	150°	153°	156°	159°	162°	165°
90°		−1					−1					
93			−1					−1				
96	−1			−1					−1			
99		−1			−1					−1		
102			−1			−1					−1	
105				−1			−1					−1
108					−1			−1				
111						−1			−1			
114							−1			−1		
117								−1			−1	
120									−1			−1
123										−1		
126											−1	
129												−1
132	+6											
135		+6										
138			+6									
141				+6								
144					+6							
147						+6						
150							+6					
153								+6				
156									+6			
159										+6		
162											+6	
165												+6
168	−1											
171		−1										
174			−1									
177	−1			−1								

Продолжение

φ	168°	171°	174°	177°		L	x_1	x_2	x_3	x_4
0°						+0",10	+0",09	+0",03	+0",06	+0",08
3						−2 ,80	+0 ,41	+0 ,49	+0 ,46	+0 ,45
6						−4 ,50	+0 ,59	+0 ,79	+0 ,82	+0 ,83
9						−4 ,60	+0 ,55	+0 ,76	+0 ,76	+0 ,77
12						−2 ,60	+0 ,39	+0 ,42	+0 ,42	+0 ,41
15						−1 ,50	+0 ,26	+0 ,23	+0 ,24	+0 ,25
18						−0 ,70	+0 ,13	+0 ,08	+0 ,12	+0 ,11
21						−1 ,10	+0 ,16	+0 ,13	+0 ,13	+0 ,13
24	−1					−3 ,20	+0 ,28	+0 ,39	+0 ,36	+0 ,39
27		−1				−1 ,00	+0 ,05	+0 ,03	+0 ,01	+0 ,01
30			−1			− 0,80	+0 ,08	+0 ,01	0 ,00	0 ,00
33	−1			−1		+ 1,10	−0 ,21	+0 ,36	−0 ,39	−0 ,41
36		−1				+ 1,20	−0 ,20	−0 ,24	−0 ,20	−0 ,20
39			−1			+ 0,70	−0 ,08	−0 ,12	−0 ,12	−0 ,12
42				−1		− 1,00	+0 ,08	+0 ,08	+0 ,06	+0 ,05
45						− 0,20	−0 ,01	−0 ,03	−0 ,06	−0 ,04
48	−1					− 0,60	+0 ,03	+0 ,04	+0 ,06	+0 ,04
51		−1				+ 2,40	−0 ,28	−0 ,32	−0 ,29	−0 ,28
54			−1			+ 1,80	−0 ,24	−0 ,19	−0 ,16	−0 ,15
57				−1		−0 ,70	+0 ,07	+0 ,08	+0 ,05	+0 ,06
60						−0 ,40	+0 ,07	+0 ,19	+0 ,21	+0 ,24
63						−1 ,10	+0 ,07	+0 ,28	+0 ,27	+0 ,28
66						+2 ,30	−0 ,29	−0 ,23	−0 ,20	−0 ,19
69						+5 ,00	−0 ,57	−0 ,68	−0 ,68	−0 ,70
72						+3 ,20	−0 ,46	−0 ,52	−0 ,53	−0 ,53
75						+1 ,60	−0 ,22	−0 ,20	−0 ,22	−0 ,22
78						+2 ,10	−0 ,37	−0 ,32	−0 ,38	−0 ,39
81						+2 ,20	−0 ,34	−0 ,28	−0 ,28	−0 ,28
84						+3 ,10	−0 ,40	−0 ,39	−0 ,36	−0 ,36
87						+3 ,70	−0 ,47	−0 ,62	−0 ,63	−0 ,65

Продолжение

φ	168°	171°	174°	177°		L	x_1	x_2	x_3	x_4
90°						+3″,90	−0″,43	−0″,52	−0″,48	−0″,48
93						+3 ,50	−0 ,45	−0 ,49	−0 ,51	−0 ,52
96						−2 ,90	+0 ,25	+0 ,48	+0 ,48	+0 ,49
99						−2 ,20	+0 ,25	+0 ,37	+0 ,39	+0 ,41
102						+1 ,00	−0 ,19	−0 ,20	−0 ,22	−0 ,23
105						+2 ,30	−0 ,25	−0 ,43	−0 ,44	−0 ,44
108	−1					+2 ,40	−0 ,30	−0 ,38	−0 ,34	−0 ,34
111		−1				+1 ,30	−0 ,24	−0 ,31	−0 ,30	−0 ,30
114			−1			−2 ,30	+0 ,12	+0 ,20	+0 ,17	+0 ,17
117				−1		−0 ,20	−0 ,03	−0 ,04	−0 ,06	−0 ,07
120						−1 ,20	+0 ,10	+0 ,15	+0 ,17	+0 ,17
123	−1					+0 ,10	+0 ,02	−0 ,06	−0 ,08	−0 ,09
126		−1				−4 ,60	+0 ,54	+0 ,70	+0 ,73	+0 ,75
129			−1			−3 ,00	+0 ,33	+0 ,36	+0 ,35	+0 ,35
132	−1			−1		−1 ,50	+0 ,18	+0 ,22	+0 ,17	+0 ,17
135		−1				−1 ,80	+0 ,25	+0 ,30	+0 ,30	+0 ,32
138			−1			+0 ,20	−0 ,04	−0 ,11	−0 ,12	−0 ,13
141				−1		+0 ,50	+0 ,07	+0 ,03	0 ,00	0 ,00
144						0 ,00	+0 ,10	+0 ,08	+0 ,13	+0 ,14
147						+0 ,30	−0 ,04	−0 ,06	−0 ,08	−0 ,09
150						−0 ,90	+0 ,14	+0 ,21	+0 ,20	+0 ,20
153						−3 ,00	+0 ,38	+0 ,45	+0 ,43	+0 ,43
156						−0 ,40	+0 ,16	+0 ,18	+0 ,17	+0 ,18
159						+2 ,10	−0 ,07	−0 ,21	−0 ,18	−0 ,19
162						+1 ,10	0 ,00	−0 ,09	−0 ,08	−0 ,08
165						+0 ,10	+0 ,02	0 ,00	−0 ,03	−0 ,04
168	+6					−0 ,20	+0 ,02	0 ,00	+0 ,01	0 ,00
171		+6				−0 ,50	+0 ,08	+0 ,10	+0 ,11	+0 ,12
174			+6			+0 ,60	+0 ,03	−0 ,07	−0 ,08	−0 ,08
177				+6		+1 ,30	−0 ,09	−0 ,21	−0 ,22	−0 ,24
						Σ=	+6 ,35 −6 ,27	+7 ,83 −7 ,71	+7 ,84 −7 ,72	+8 ,00 −7 ,84

Пример 2

φ	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
0°	+4						−1			−1	
5		+4						−1			−1
10			+4						−1		
15				+4						−1	
20					+4						−1
25						+4					
30	−1						+4				
35		−1						+4			
40			−1						+4		
45	−1			−1						+4	
50		−1			−1						+4
55			−1			−1					
60				−1			−1				
65					−1			−1			
70						−1			−1		
75							−1			−1	
80								−1			−1
85									−1		
90										−1	
95											−1
100											
105											
110											
115											
120											
125											
130											
135	−1										
140		−1									
145			−1								
150	−1			−1							
155		−1			−1						
160			−1			−1					
165				−1			−1				
170					−1			−1			
175						−1			−1		

Продолжение

φ	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°
0°											
5											
10	−1										
15		−1									
20			−1								
25	−1			−1							
30		−1			−1						
35			−1			−1					
40				−1			−1				
45					−1			−1			
50						−1			−1		
55	+4						−1			−1	
60		+4						−1			−1
65			+4						−1		
70				+4						−1	
75					+4						−1
80						+4					
85	−1						+4				
90		−1						+4			
95			−1						+4		
100	−1			−1						+4	
105		−1			−1						+4
110			−1			−1					
115				−1			−1				
120					−1			−1			
125						−1			−1		
130							−1			−1	
135								−1			−1
140									−1		
145										−1	
150											−1
155											
160											
165											
170											
175											

Продолжение

φ	110°	115°	120°	125°	130°	135°	140°	145°	150°	155°	160°	165°
0°						−1			−1			
5							−1			−1		
10								−1			−1	
15									−1			−1
20										−1		
25											−1	
30												−1
35												
40												
45												
50												
55												
60												
65	−1											
70		−1										
75			−1									
80	−1			−1								
85		−1			−1							
90			−1			−1						
95				−1			−1					
100					−1			−1				
105						−1			−1			
110	+4						−1			−1		
115		+4						−1			−1	
120			+4						−1			−1
125				+4						−1		
130					+4						−1	
135						+4						−1
140	−1						+4					
145		−1						+4				
150			−1						+4			
155	−1			−1						+4		
160		−1			−1						+4	
165			−1			−1						+4
170				−1			−1					
175					−1			−1				

Продолжение

ψ	170°	175°	L	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
0°			+2″,79	−0″,78	−0″,72	−0″,68	0″,72	−0″,71
5			+1 ,25	−0 ,48	−0 ,40	−0 ,30	−0 ,32	−0 ,29
10			+0 ,46	−0 ,23	−0 ,17	−0 ,18	−0 ,18	−0 ,18
15			+1 ,49	−0 ,24	−0 ,29	−0 ,31	−0 ,31	−0 ,30
20	−1		−2 ,17	+0 ,41	+0 ,50	+0 ,53	+0 ,52	+0 ,54
25		−1	−0 ,71	+0 ,27	+0 ,26	+0 ,28	+0 ,28	+0 ,28
30			−1 ,87	+0 ,39	+0 ,42	+0 ,44	+0 ,44	+0 ,44
35	−1		−1 ,44	+0 ,54	+0 ,38	+0 ,30	+0 ,32	+0 ,30
40		−1	−1 ,37	+0 ,32	+0 ,40	+0 ,41	+0 ,41	+0 ,41
45			−3 ,43	+0 ,88	+0 ,91	+0 ,94	+0 ,96	+0 ,94
50			−2 ,66	+0 ,74	+1 ,02	+1 ,03	+1 ,08	+1 ,06
55			−2 ,23	+0 ,74	+0 ,74	+0 ,75	+0 ,76	+0 ,76
60			−2 ,56	+0 ,76	+0 ,88	+0 ,87	+0 ,88	+0 ,88
65			−0 ,16	+0 ,68	+0 ,52	+0 ,48	+0 ,48	+0 ,47
70			−1 ,90	+0 ,52	+0 ,62	+0 ,62	+0 ,63	+0 ,63
75			−0 ,95	+0 ,46	+0 ,50	+0 ,50	+0 ,50	+0 ,50
80			−1 ,28	+0 ,45	+0 ,35	+0 ,34	+0 ,32	+0 ,33
85			−0 ,77	+0 ,38	+0 ,31	+0 ,32	+0 ,31	+0 ,31
90			−2 ,64	+0 ,78	+0 ,84	+0 ,88	+0 ,87	+0 ,88
95			−4 ,36	+1 ,05	+1 ,02	+1 ,08	+1 ,04	+1 ,07
100			−1 ,27	+0 ,34	+0 ,37	+0 ,38	+0 ,38	+0 ,38
105			+0 ,03	+0 ,05	−0 ,04	−0 ,04	−0 ,03	−0 ,03
110			+0 ,15	−0 ,11	−0 ,16	−0 ,16	−0 ,18	−0 ,17
115			+1 ,38	−0 ,36	−0 ,44	−0 ,46	−0 ,46	−0 ,46
120			+0 ,98	−0 ,27	−0 ,26	−0 ,29	−0 ,29	−0 ,30
125	−1		+4 ,54	−1 ,04	−1 ,15	−1 ,18	−1 ,17	−1 ,19
130		−1	+0 ,60	−0 ,22	−0 ,20	−0 ,22	−0 ,22	−0 ,22
135			+2 ,07	−0 ,67	−0 ,66	−0 ,69	−0 ,67	−0 ,68
140	−1		+1 ,81	−0 ,64	−0 ,48	−0 ,51	−0 ,47	−0 ,50
145		−1	+2 ,96	−0 ,83	−0 ,92	−0 ,92	−0 ,92	−0 ,92
150			+1 ,82	−0 ,68	−0 ,76	−0 ,78	−0 ,79	−0 ,79
155			+2 ,30	−1 ,00	−0 ,88	−0 ,88	−0 ,85	−0 ,86
160			+1 ,41	−0 ,46	−0 ,46	−0 ,49	−0 ,50	−0 ,50
165			+2 ,28	−0 ,64	−0 ,77	−0 ,77	−0 ,78	−0 ,78
170	+4		+2 ,02	−0 ,57	−0 ,69	−0 ,69	−0 ,72	−0 ,70
175		+4	+1 ,44	−0 ,46	−0 ,48	−0 ,48	−0 ,47	−0 ,47
			Σ −0,00	+0 ,09	−9 ,93	−10,03	−10,05	−10,05
					+10,04	+10,15	+10,18	−10,19

Обратная матрица $A^{-1}_{n.\ n}$ 60-го порядка

0°	3°	6°	9°	12°	15°	18°
+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193
−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102
−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132
+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	−0,0033
−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116
+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177
−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017
−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177
+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116
−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033
−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132
−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102
+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193
−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050
−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074
−0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152
−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027
−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177
−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331
−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050
+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208
−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363
−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132
−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050
−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078
+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177
−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440
+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152
+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116
−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050

Продолжение

0°	3°	6°	9°	12°	15°	18°
+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081
−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102
+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208
+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033
−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074
+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177
−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058
−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177
−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074
−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033
+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208
−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102
−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081
−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050
−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116
+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152
−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440
−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177
+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078
−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050
−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132
−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363
+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208
−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050
−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331
+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177
−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027
+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152
−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074
−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050

Продолжение

21°	24°	27°	30°	33°	36°	39°
—0,0050	+0,0074	—0,0152	—0,0027	—0,0177	+0,0331	—0,0050
—0,0193	—0,0050	+0,0074	—0,0152	—0,0027	—0,0177	+0,0331
+0,0102	—0,0193	—0,0050	+0,0074	—0,0152	—0,0027	—0,0177
—0,0132	+0,0102	—0,0193	—0,0050	+0,0074	—0,0152	—0,0027
+0,0033	—0,0132	+0,0102	—0,0193	—0,0050	+0,0074	—0,0152
—0,0116	+0,0033	—0,0132	—0,0102	—0,0193	—0,0050	+0,0074
—0,0177	—0,0116	+0,0033	—0,0132	+0,0102	—0,0193	—0,0050
+0,2017	—0,0177	—0,0116	+0,0033	—0,0132	+0,0102	—0,0193
—0,0177	+0,2017	—0,0177	—0,0116	+0,0033	—0,0132	+0,0102
—0,0116	—0,0177	+0,2017	—0,0177	—0,0116	+0,0033	—0,0132
+0,0033	—0,0116	—0,0177	+0,2017	—0,0177	—0,0116	+0,0033
—0,0132	+0,0033	—0,0116	—0,0177	+0,2017	—0,0177	—0,0116
+0,0102	—0,0132	+0,0033	—0,0116	—0,0177	+0,2017	—0,0177
—0,0193	+0,0102	—0,0132	+0,0033	—0,0116	—0,0177	+0,2017
—0,0050	—0,0193	+0,0102	—0,0132	+0,0033	—0,0116	—0,0177
+0,0074	—0,0050	—0,0193	+0,0102	—0,0132	+0,0033	—0,0116
—0,0152	+0,0074	—0,0050	—0,0193	+0,0102	—0,0132	+0,0033
—0,0027	—0,0152	+0,0074	—0,0050	—0,0193	+0,0102	—0,0132
—0,0177	—0,0027	—0,0152	+0,0074	—0,0050	—0,0193	+0,0102
+0,0331	—0,0177	—0,0027	—0,0152	+0,0074	—0,0050	—0,0193
—0,0050	+0,0331	—0,0177	—0,0027	—0,0152	+0,0074	—0,0050
—0,0208	—0,0050	+0,0331	—0,0177	—0,0027	—0,0152	+0,0074
+0,0363	—0,0208	—0,0050	+0,0331	—0,0177	—0,0027	—0,0152
—0,0132	+0,0363	—0,0208	—0,0050	+0,0331	—0,0177	—0,0027
—0,0050	—0,0132	0,0363	—0,0208	—0,0050	+0,0331	—0,0177
—0,0078	—0,0050	—0,0132	+0,0363	—0,0208	—0,0050	+0,0331
—0,0177	—0,0078	—0,0050	—0,0132	+0,0363	—0,0208	—0,0050
+0,0440	—0,0177	—0,0078	—0,0050	—0,0132	+0,0363	—0,0208
—0,0152	+0,0440	—0,0177	—0,0078	—0,0050	—0,0132	+0,0363
—0,0116	—0,0152	—0,0440	—0,0177	—0,0078	—0,0050	—0,0132

Продолжение

21°	24°	27°	30°	33°	36°	39°
−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050
−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078
+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177
−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440
+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152
+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116
−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050
+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081
−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102
+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208
+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033
−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074
+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177
−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058
−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177
−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074
−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033
+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208
−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102
−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081
−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050
−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116
+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152
−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440
−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177
+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078
−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050
−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132
−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363
+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208

Продолжение

42°	45°	48°	51°	54°	57°	60°
−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440
−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177
+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078
−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050
−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132
−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363
+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208
−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050
−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331
+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177
−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027
+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152
−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074
−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050
+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193
−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102
−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132
+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033
−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116
+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177
−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017
−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177
+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116
−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033
−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132
−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102
+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193
−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050
−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074
+0,0363	−0,0208	−0,0050	−0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152

Продолжение

42°	45°	48°	51°	54°	57°	60°
−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027
−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177
−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331
−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050
+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208
−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363
−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132
−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050
−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078
+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177
−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440
+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152
+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116
−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050
+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081
−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102
+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208
+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033
−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074
+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177
−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058
−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177
−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074
−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033
+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208
−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102
−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081
−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050
−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116
+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152

Продолжение

63°	66°	69°	72°	75°	78°	81°
−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033
+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208
−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102
−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081
−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050
−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116
+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152
−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440
−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	0,0177
+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078
−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050
−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132
−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363
+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208
−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050
−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331
+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177
−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027
+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152
−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074
−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050
+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193
−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102
−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132
+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033
−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116
+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177
−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017
−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177
+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116

Продолжение

63°	66°	69°	72°	75°	78°	81°
−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033
−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132
−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102
+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193
−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050
−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074
+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152
−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027
−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177
−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331
−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050
+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208
−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363
−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132
−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050
−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078
+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177
−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440
+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152
+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116
−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050
+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081
−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102
+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208
+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033
−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074
+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177
−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058
−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177
−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074

Продолжение

84°	87°	90°	93°	96°	99°	102°
+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208
+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033
−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074
+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177
−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058
−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177
−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074
−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033
+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208
−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102
−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081
−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050
−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116
+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152
−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440
−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177
+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078
−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050
−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132
−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363
+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208
−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050
−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331
+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177
−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027
+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152
−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074
−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050
+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193
+0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102

Продолжение

84°	87°	90°	93°	96°	99°	102°
−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132
+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033
−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116
+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177
−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017
−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177
+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116
−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033
−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132
−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102
+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193
−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050
−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074
+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152
−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027
−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177
−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331
−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050
+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208
−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363
−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132
−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050
−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078
+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177
−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440
+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152
+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116
−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050
+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081
−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102

Продолжение

105°	108°	111°	114°	117°	120°	123°
+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177
−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440
+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152
+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116
−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050
+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081
−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102
+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208
+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033
−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074
+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177
−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058
−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177
−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074
−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033
+0,0440	−0,0152	−0,0110	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208
−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102
−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081
−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050
−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116
+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152
−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440
−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177
+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078
−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050
−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132
−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363
+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208
−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050
−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331

Продолжение

105°	108°	111°	114°	117°	120°	123°
+0,0102	—0,0193	—0,0050	+0,0074	—0,0152	—0,0027	—0,0177
—0,0132	+0,0102	—0,0193	—0,0050	+0,0074	—0,0152	—0,0027
+0,0033	—0,0132	+0,0102	—0,0193	—0,0050	+0,0074	—0,0152
—0,0116	+0,0033	—0,0132	+0,0102	—0,0193	—0,0050	+0,0074
—0,0177	—0,0116	+0,0033	—0,0132	+0,0102	—0,0193	—0,0050
+0,2017	—0,0177	—0,0116	+0,0033	—0,0132	+0,0102	—0,0193
—0,0177	+0,2017	—0,0177	—0,0116	+0,0033	—0,0132	+0,0102
—0,0116	—0,0177	+0,2017	—0,0177	—0,0116	+0,0033	—0,0132
+0,0033	—0,0116	—0,0177	+0,2017	—0,0177	—0,0116	+0,0033
—0,0132	+0,0033	—0,0116	—0,0177	+0,2017	—0,0177	—0,0116
+0,0102	—0,0132	+0,0033	—0,0116	—0,0177	+0,2017	—0,0177
+0,0193	+0,0102	—0,0132	+0,0033	—0,0116	—0,0177	+0,2017
—0,0050	—0,0193	+0,0102	—0,0132	+0,0033	—0,0116	—0,0177
+0,0074	—0,0050	—0,0193	+0,0102	—0,0132	+0,0033	—0,0116
—0,0152	+0,0074	—0,0050	—0,0193	+0,0102	—0,0132	+0,0033
—0,0027	—0,0152	+0,0074	—0,0050	—0,0193	+0,0102	—0,0132
—0,0177	—0,0027	—0,0152	+0,0074	—0,0050	—0,0193	+0,0102
+0,0331	—0,0177	—0,0027	—0,0152	+0,0074	—0,0050	—0,0193
—0,0050	+0,0331	—0,0177	—0,0027	—0,0152	+0,0074	—0,0050
—0,0208	—0,0050	+0,0331	—0,0177	—0,0027	—0,0152	+0,0074
+0,0363	—0,0208	—0,0050	+0,0331	—0,0177	—0,0027	—0,0152
—0,0132	+0,0363	—0,0208	—0,0050	+0,0331	—0,0177	—0,0027
—0,0050	—0,0132	+0,0363	—0,0208	—0,0050	+0,0331	—0,0177
—0,0078	—0,0050	—0,0132	+0,0363	—0,0208	—0,0050	+0,0331
—0,0177	—0,0078	—0,0050	—0,0132	+0,0363	—0,0208	—0,0050
+0,0440	—0,0177	—0,0078	—0,0050	—0,0132	+0,0363	—0,0208
—0,0152	+0,0440	—0,0177	—0,0078	—0,0050	—0,0132	+0,0363
—0,0116	—0,0152	+0,0440	—0,0177	—0,0078	—0,0550	—0,0132
—0,0050	—0,0116	—0,0152	+0,0440	—0,0177	—0,0078	—0,0050
—0,0081	—0,0050	—0,0116	—0,0152	+0,0440	—0,0177	—0,0078

Продолжение

126°	129°	132°	135°	138°	141°	144°
−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331
−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050
+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208
−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363
−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132
−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050
−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078
+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177
−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440
+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152
+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116
−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050
+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081
−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102
+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208
+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033
−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074
+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	−0,0058	−0,0177
−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058
−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177
−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074
−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033
+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208
−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102
−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081
−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050
−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116
+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152
−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440
−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177

Продолжение

126°	129°	132°	135°	139°	141°	144°
+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078
−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050
−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132
−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363
+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208
−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050
−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331
+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177
−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027
−0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152
−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074
−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050
+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193
−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102
−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132
−0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033
−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,0217	−0,0177	−0,0116
+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177
−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017
−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177
+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116
−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033
−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132
−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102
+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193
−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050
−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074
+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0117	−0,0027	−0,0152
−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027
−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177

Продолжение

147°	150°	153°	156°	159°	162°	165°
−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102
+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193
−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050
−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074
+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152
−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027
−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177
−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331
−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050
+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208
−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363
−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132
−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050
−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078
+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177
−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440
+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152
+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116
−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050
+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081
−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102
+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208
+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033
−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0174	+0,0058	−0,0177	+0,0074
+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177
−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058
−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177
−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074
−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	−0,0102	−0,0208	+0,0033
+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208

Продолжение

147°	150°	153°	156°	159°	162°	165°
−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081	+0,0102
−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081
−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050
−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116
+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152
−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440
−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177
+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078
−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050
−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132
−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363
+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208
−0,0050	−0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050
−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331
+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177
−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027
+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152
−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074
−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050
+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193
−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102
−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132
+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033
−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116
+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177
−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017
−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177
+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116
−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033
−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132

Продолжение

168°	171°	174°	177°
−0,0132	+0,0033	−0,0116	−0,0177
+0,0102	−0,0132	+0,0033	−0,0116
−0,0193	+0,0102	−0,0132	+0,0033
−0,0050	−0,0193	+0,0102	−0,0132
+0,0074	−0,0050	−0,0193	+0,0102
−0,0152	+0,0074	−0,0050	−0,0193
−0,0027	−0,0152	+0,0074	−0,0050
−0,0177	−0,0027	−0,0152	+0,0074
+0,0331	−0,0177	−0,0027	−0,0152
−0,0050	+0,0331	−0,0177	−0,0027
−0,0208	−0,0050	+0,0331	−0,0177
+0,0363	−0,0208	−0,0050	+0,0331
−0,0132	+0,0363	−0,0208	−0,0050
−0,0050	−0,0132	+0,0363	−0,0208
−0,0078	−0,0050	−0,0132	+0,0363
−0,0177	−0,0078	−0,0050	−0,0132
+0,0440	−0,0177	−0,0078	−0,0050
−0,0152	+0,0440	−0,0177	−0,0078
−0,0116	−0,0152	+0,0440	−0,0177
−0,0050	−0,0116	−0,0152	+0,0440
−0,0081	−0,0050	−0,0116	−0,0152
+0,0102	−0,0081	−0,0050	−0,0116
−0,0208	+0,0102	−0,0081	−0,0050
+0,0033	−0,0208	+0,0102	−0,0081
+0,0074	+0,0033	−0,0208	+0,0102
−0,0177	+0,0074	+0,0033	−0,0208
+0,0058	−0,0177	+0,0074	+0,0033
−0,0177	+0,0058	−0,0177	+0,0074
+0,0074	−0,0177	+0,0058	−0,0177
+0,0033	+0,0074	−0,0177	+0,0058

Продолжение

168°	171°	174°	177°
−0,0208	+0,0033	+0,0074	−0,0177
+0,0102	−0,0208	+0,0033	+0,0074
−0,0081	+0,0102	−0,0208	+0,0033
−0,0050	−0,0081	+0,0102	−0,0208
−0,0116	−0,0050	−0,0081	−0,0102
−0,0152	−0,0116	−0,0050	−0,0081
+0,0440	−0,0152	−0,0116	−0,0050
−0,0177	+0,0440	−0,0152	−0,0116
−0,0078	−0,0177	+0,0440	−0,0152
−0,0050	−0,0078	−0,0177	+0,0440
−0,0132	−0,0050	−0,0078	−0,0177
+0,0363	−0,0132	−0,0050	−0,0078
−0,0208	+0,0363	−0,0132	−0,0050
−0,0050	−0,0208	+0,0363	−0,0132
+0,0331	−0,0050	−0,0208	+0,0363
−0,0177	+0,0331	−0,0050	−0,0208
−0,0027	−0,0177	+0,0331	−0,0050
−0,0152	−0,0027	−0,0177	+0,0331
+0,0074	−0,0152	−0,0027	−0,0177
−0,0050	+0,0074	−0,0152	−0,0027
−0,0193	−0,0050	+0,0074	−0,0152
+0,0102	−0,0193	−0,0050	+0,0074
−0,0132	+0,0102	−0,0193	−0,0050
+0,0033	−0,0132	+0,0102	−0,0193
−0,0116	+0,0033	−0,0132	+0,0102
−0,0177	−0,0116	+0,0033	−0,0132
+0,2017	−0,0177	−0,0116	+0,0033
−0,0177	+0,2017	−0,0177	−0,0116
−0,0116	−0,0177	+0,2017	−0,0177
+0,0033	−0,0116	−0,0177	+0,2017

Обратная матрица $A_{n,n}^{-1}$ 36-го порядка

0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666
+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919
−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908
−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643
−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176
−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673
−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745
−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673
+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176
+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643
+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908
−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919
−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666
−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098
−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211
−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418
+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437
+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098
+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610
+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919
+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0343	−0,0927
−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643
−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032
−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673
−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858
−0,0098	−0,0010	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673
+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032
+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643
+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927
−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919
−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610
−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098
−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437
−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418
−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211
+0,0573	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098

Продолжение

35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°
−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919
−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610
−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098
−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437
−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418
−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211
+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098
+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666
+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919
−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908
−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643
−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176
−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673
−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745
−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673
+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176
+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643
+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908
−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919
−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666
−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098
−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,0418	+0,1211
−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418
+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437
+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098
+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610
+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919
+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927
−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643
−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032
−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673
−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858
−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673
+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032
+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643
+0,1211	+0,0418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927

Продолжение

70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°
−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032
−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673
−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858
−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673
0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032
+ 0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643
+ 0,1211	+0,1418	+ 0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927
−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919
−0,0666	−0,0098	+ 0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610
−0,0919	−0,0666	−0,0098	+ 0,1211	+ 0,1418	+0,0437	−0,0098
−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437
−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+ 0,1418
−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+ 0,1211
+ 0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098
+0,3745	+ 0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666
+ 0,0673	+0,3745	+ 0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919
−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908
−0,0643	−0,0176	+0,0673	+ 0,3745	+ 0,0673	−0,0176	−0,0643
−0,0908	−0,0643	−0,0176	+ 0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176
−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+ 0,0673
−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+ 0,0673	+ 0,3745
−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673
+ 0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176
+0,1418	+ 0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643
+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908
−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919
−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+ 0,1211	−0,0098	−0,0666
−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098
−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+ 0,1211
−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+ 0,1418
+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437
+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098
+ 0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610
+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919
+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927
−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643

Продолжение

105°	110°	115°	120°	125°	130°	135°
−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418
+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437
+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098
+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610
+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919
+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927
−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643
−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032
−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673
−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858
−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673
+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032
+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643
+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927
−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919
−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610
−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098
−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437
−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418
−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211
+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098
+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666
+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919
−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908
−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643
−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176
−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673
−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745
−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673
+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176
+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643
+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908
−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919
−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666
−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098
−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211

Продолжение

140°	145°	150°	155°
+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919
+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666
+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098
−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211
−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418
−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437
−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098
−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610
+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919
+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927
+0,0858	+0,0673	+0,0032	−0,0643
+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032
+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673
−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858
−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673
−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032
−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643
−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927
+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919
+0,1418	−0,0437	−0,0098	−0,0610
+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098
−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437
−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418
−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211
−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098
−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666
−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919
+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908
+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643
+0,0643	−0,3745	+0,0673	−0,0176
−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673
−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745
−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673
−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176
−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643
−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908

Продолжение

160°	165°	170°	175°
−0,0908	−0,0643	−0,0176	+0,0673
−0,0919	−0,0908	−0,0643	−0,0176
−0,0666	−0,0919	−0,0908	−0,0643
−0,0098	−0,0666	−0,0919	−0,0908
+0,1211	−0,0098	−0,0666	−0,0919
+0,1418	+0,1211	−0,0098	−0,0666
+0,0437	+0,1418	+0,1211	−0,0098
−0,0098	+0,0437	+0,1418	+0,1211
−0,0610	−0,0098	+0,0437	+0,1418
−0,0919	−0,0610	−0,0098	+0,0437
−0,0927	−0,0919	−0,0610	−0,0098
−0,0643	−0,0927	−0,0919	−0,0610
+0,0032	−0,0643	−0,0927	−0,0919
+0,0673	+0,0032	−0,0643	−0,0927
+0,0858	+0,0673	+0,0082	−0,0643
+0,0673	+0,0858	+0,0673	+0,0032
+0,0032	+0,0673	+0,0858	+0,0673
−0,0643	+0,0032	+0,0673	+0,0858
−0,0927	−0,0643	+0,0032	+0,0673
−0,0919	−0,0927	−0,0643	+0,0032
−0,0610	−0,0919	−0,0927	−0,0643
−0,0098	−0,0610	−0,0919	−0,0927
+0,0437	−0,0098	−0,0610	−0,0919
+0,1418	+0,0437	−0,0098	−0,0610
+0,1211	+0,1418	+0,0437	−0,0098
−0,0098	+0,1211	+0,1418	+0,0437
−0,0666	−0,0098	+0,1211	+0,1418
−0,0919	−0,0666	−0,0098	+0,1211
−0,0908	−0,0919	−0,0666	−0,0098
−0,0643	−0,0908	−0,0919	−0,0666
−0,0176	−0,0643	−0,0908	−0,0919
+0,0673	−0,0176	−0,0643	−0,0908
+0,3745	+0,0673	−0,0176	−0,0643
+0,0673	+0,3745	+0,0673	−0,0176
−0,0176	+0,0673	+0,3745	+0,0673
−0,0643	−0,0176	+0,0673	+0,3745

Вычисления полных погрешностей

Вычисления

Контрольный

φ	i	$-2i_\varphi$	$-i_{\varphi+60^\circ}$	u^6_φ	φ	i	$-2i_\varphi$
0°	+0″,03	−0″,06	−0″,03	−0″,03	3°	+0″,07	−0″,14
60	+0 ,03	−0 ,06	+0 ,07	0 ,00	63	−0 ,43	+0 ,86
120	−0 ,07	+0 ,14	−0 ,03	+0 ,04	123	+0 ,37	−0 ,74
9°	−1″,47	+2″,94	−0″,83	+0″,70	12°	−0″,93	+1″,86
69	+0 ,83	−1 ,66	−0 ,63	−0 ,76	72	+0 ,97	−1 ,94
129	+0 ,63	−1 ,26	+1 ,47	+0 ,06	132	−0 ,03	+0 ,06
18°	−0″,50	+1″,00	−0″,30	+0″,23	21°	−0″,30	+0″,60
78	+0 ,30	−0 ,60	−0 ,20	−0 ,27	81	+0 ,40	−0 ,80
138	+0 ,20	−0 ,40	+0 ,50	+0 ,03	141	−0 ,10	+0 ,20
27°	−0″,97	+1″,94	−0″,93	+0″,34	30°	−0″,60	+1″,20
87	+0 ,93	−1 ,86	−0 ,03	−0 ,63	90	+0 ,80	−1 ,60
147	+0 ,03	−0 ,06	+0 ,97	+0 ,30	150	−0 ,20	+0 ,40
36°	+0″,67	−1″,34	+0″,53	−0″,27	39°	+0″,30	−0″,60
96	−0 ,53	+1 ,06	+0 ,13	+0 ,40	99	−0 ,40	+0 ,80
156	−0 ,13	+0 ,26	−0 ,67	−0 ,14	159	+0 ,10	−0 ,20
45°	−0″,57	+1″,14	−0″,63	+0″,17	48°	−0″,20	+0″,40
105	+0 ,63	−1 ,26	+0 ,07	−0 ,40	108	−0 ,10	+0 ,20
165	−0 ,07	+0 ,14	+0 ,57	+0 ,24	168	+0 ,30	−0 ,60
54°	+0″,33	−0″,66	+0″,17	−0″,16	57°	−0″,03	+0″,06
114	−0 ,17	+0 ,34	+0 ,17	+0 ,17	117	−0 ,33	+0 ,66
174	−0 ,17	+0 ,34	−0 ,33	0 ,00	177	+0 ,37	−0 ,74

диаметров круга по формулам Елисеева

$$\omega_\varphi^6 = \frac{-2l_c^6 - l_{\varphi+60°}^6}{3}.$$

угол 60°

Таблица 1

$-l_{\varphi+60°}$	ω_φ^6	φ	l	$-2l_\varphi$	$-l_{\varphi+60°}$	ω_φ^6
+0″,43	+0″,10	6°	−0″,90	+1″,80	−1″,10	+0″,23
−0 ,37	+0 ,16	66	+1 ,10	−2 ,20	+0 ,20	−0 ,67
−0 ,07	−0 ,27	126	−0 ,20	+0 ,40	+0 ,90	+0 ,43
−0″,97	+0″,30	15°	−0″,53	+1″,06	−0″,47	+0″,20
+0 ,03	−0 ,64	75	+0 ,47	−0 ,94	−0 ,07	−0 ,34
+0 ,93	+0 ,33	135	+0 ,07	−0 ,14	+0 ,53	+0 ,13
−0″,40	+0″,07	24°	−0″,67	+1″,34	−0″,53	+0″,27
+0 ,10	−0 ,23	84	+0 ,53	−1 ,06	−0 ,13	−0 ,40
+0 ,30	+0 ,17	144	+0 ,13	−0 ,26	+0 ,67	+0 ,13
−0″,80	+0″,13	33°	−0″,37	+0″,74	−0″,93	−0″,06
+0 ,20	−0 ,47	93	+0 ,93	−1 ,86	+0 ,57	−0 ,43
+0 ,60	+0 ,33	153	−0 ,57	+1 ,14	+0 ,37	+0 ,50
+0″,40	−0″,07	42°	−0″,27	+0″,54	+0″,17	+0″,24
−0 ,10	+0 ,23	102	−0 ,17	+0 ,34	−0 ,43	−0 ,03
−0 ,30	−0 ,17	162	+0 ,43	−0 ,86	+0 ,27	−0 ,20
+0″,10	+0″,17	51°	+0″,03	−0″,06	−0″,33	−0″,13
−0 ,30	−0 ,03	111	+0 ,33	−0 ,66	+0 ,37	−0 ,10
+0 ,20	−0 ,13	171	−0 ,37	+0 ,74	−0 ,03	+0 ,24
+0″,33	+0″,13					
−0 ,37	+0 ,10					
+0 ,03	−0 ,24					

Вычисления $\omega^8_\varphi = \dfrac{-2l^8_\varphi - l^8_{\varphi+45^\circ} + l^8_{\varphi+135^\circ}}{4}$.

Контрольный угол 45°

Таблица 2

φ	l	$-2l_\varphi$	$-l_{\varphi+45^\circ}$	$+l_{\varphi+135^\circ}$	ω^8_φ	φ	l	$-2l_{\varphi+45^\circ}$	$-l_{\varphi+45^\circ}$	$+l_{\varphi+135^\circ}$	ω^8_φ
0°	0″,00	0″,00	+0″,20	−0″,40	−0″,05	3°	−0″,42	+0″,84	+0″,62	+0″,68	+0″,53
45	−0 ,20	+0 ,40	−0 ,60	0 ,00	−0 ,05	48	−0 ,62	+1 ,24	−0 ,38	−0 ,42	+0 ,11
90	+0 ,60	−1 ,20	+0 ,40	−0 ,20	−0 ,25	93	+0 ,38	−0 ,76	−0 ,68	−0 ,62	−0 ,52
135	−0 ,40	+0 ,80	0 ,00	+0 ,60	+0 ,35	138	+0 ,68	−1 ,36	+0 ,42	+0 ,38	−0 ,14
6°	−1″,02	+2″,04	−0″,18	+1″,18	+0″,76	9°	−0″,90	+1″,80	−0″,70	+0″,70	+0″,45
51	+0 ,18	−0 ,30	+0 ,32	−1 ,02	−0 ,27	54	+0 ,70	−1 ,40	+0 ,50	−0 ,90	−0 ,45
96	−0 ,32	+0 ,64	−1 ,18	+0 ,18	−0 ,09	99	−0 ,50	+1 ,00	−0 ,70	+0 ,70	+0 ,25
141	+1 ,18	+2 ,36	+1 ,02	−0 ,32	−0 ,42	144	+0 ,70	−1 ,40	+0 ,90	−0 ,50	−0 ,25
12°	−0″,45	+0″,90	+0″,45	+0″,65	+0″,50	15°	+0″,18	−0″,36	+1″,02	+0″,28	+0″,24
57	−0 ,45	+0 ,90	−0 ,25	−0 ,45	+0 ,05	60	−1 ,02	+2 ,04	−0 ,58	+0 ,18	+0 ,41
102	+0 ,25	−0 ,50	−0 ,65	−0 ,45	−0 ,40	105	+0 ,58	−1 ,16	−0 ,28	−1 ,02	−0 ,62
147	+0 ,65	−1 ,30	+0 ,45	+0 ,25	−0 ,15	150	+0 ,28	−0 ,56	−0 ,18	+0 ,58	−0 ,04
18°	−0″,05	+0″,10	+0″,65	−0″,25	+0″,12	21°	−0″,42	+0″,84	+0″,12	−0″,02	+0″,24
63	−0 ,65	+1 ,30	−0 ,95	−0 ,05	+0 ,08	66	−0 ,12	+0 ,24	−0 ,58	−0 ,42	−0 ,19
108	+0 ,95	−1 ,90	+0 ,25	−0 ,65	−0 ,58	111	+0 ,58	−1 ,16	+0 ,02	−0 ,12	−0 ,32
153	−0 ,25	+0 ,50	+0 ,05	+0 ,95	+0 ,38	156	−0 ,02	+0 ,04	+0 ,42	+0 ,58	+0 ,26

Продолжение табл. 2

φ	I	$-2I_{\varphi}$	$-I_{\varphi+45^\circ}$	$+I_{\varphi+135^\circ}$	ω^S_{φ}	φ	I	$-2I_{\varphi+45^\circ}$	$-I_{\varphi+45^\circ}$	$+I_{\varphi+135^\circ}$	ω^S_{φ}
24°	−1″,15	+2″,30	−0″,85	+1″,05	+0″,62	27°	−0″,08	+1″,16	−0″,52	−0″,08	+0″,14
69	+0 ,85	−1 ,70	+0 ,75	−1 ,15	−0 ,52	72	+0 ,52	−1 ,04	−0 ,12	−0 ,58	−0 ,44
114	−0 ,75	+1 ,50	−1 ,05	+0 ,85	+0 ,32	117	+0 ,12	−0 ,24	+0 ,08	+0 ,52	+0 ,09
159	+1 ,05	−2 ,10	+1 ,15	−0 ,75	−0 ,42	162	−0 ,08	+0 ,16	+0 ,58	+0 ,12	+0 ,22
30°	−0″,28	+0″,56	−0″,42	+0″,02	+0″,04	33°	−0″,05	+0″,10	−0″,35	−0″,45	+0″,18
75	+0 ,42	−0 ,84	+0 ,18	−0 ,28	−0 ,24	78	+0 ,35	−0 ,70	−0 ,15	−0 ,05	−0 ,22
120	−0 ,18	+0 ,36	−0 ,02	+0 ,42	+0 ,19	123	+0 ,15	−0 ,30	+0 ,45	+0 ,35	−0 ,12
165	+0 ,02	−0 ,04	+0 ,28	−0 ,18	+0 ,02	168	−0 ,45	+0 ,90	+0 ,05	+0 ,15	+0 ,28
36°	−0″,28	+0″,56	−1″,02	−0″,38	−0″,21	39°	+0″,05	−0″,10	−0″,75	−0″,05	+0″,22
81	+1 ,02	−2 ,04	+0 ,38	−0 ,28	−0 ,49	84	+0 ,75	−1 ,50	+0 ,75	+0 ,05	−0 ,18
126	−0 ,38	+0 ,76	+0 ,38	+1 ,02	+0 ,54	129	−0 ,75	+1 ,50	+0 ,05	+0 ,75	+0 ,58
171	−0 ,38	+0 ,76	+0 ,28	−0 ,38	+0 ,17	174	−0 ,05	+0 ,10	−0 ,05	−0 ,75	−0 ,18
42°	−0″,48	+0″,96	−0″,62	+0″,32	+0″,17						
87	+0 ,62	−1 ,24	+0 ,48	−0 ,48	−0 ,81						
132	−0 ,48	+0 ,96	−0 ,32	+0 ,62	+0 ,32						
177	+0 ,32	−0 ,64	+0 ,48	−0 ,48	−0 ,17						

Вычисление

Контрольный

φ	l	$-2l_{\varphi}$	$-l_{\varphi+36^\circ}$	$+l_{\varphi+108^\circ}$	$+2l_{\varphi+144^\circ}$	$=\frac{10}{\varphi}$
0°	−0″,48	+0″,96	+0″,18	+0″,72	−0″,16	+0″,34
36	−0 ,18	+0 ,36	−0 ,02	−0 ,08	−0 ,96	−0 ,14
72	+0 ,02	−0 ,04	−0 ,72	−0 ,48	−0 ,36	−0 ,32
108	+0 ,72	−1 ,44	+0 ,08	−0 ,16	+0 ,04	−0 ,30
144	−0 ,08	+0 ,16	+0 ,48	+0 ,02	+1 ,44	+0 ,42
6°	−0″,94	+1″,88	+0″,44	+0″,26	+1″,32	+0″,78
42	−0 ,44	+0 ,88	−0 ,46	+0 ,66	−1 ,88	−0 ,16
78	+0 ,46	−0 ,92	−0 ,26	−0 ,94	−0 ,88	−0 ,60
114	+0 ,26	−0 ,52	−0 ,66	−0 ,44	+0 ,92	−0 ,14
150	+0 ,66	−1 ,32	+0 ,94	+0 ,46	+0 ,52	+0 ,12
12°	−0″,56	+1″,12	+0″,46	+0″,24	+0″,08	+0″,38
48	−0 ,16	+0 ,92	−0 ,74	+0 ,04	−0 ,12	−0 ,18
84	+0 ,74	−1 ,48	−0 ,24	−0 ,56	−0 ,92	−0 ,64
120	+0 ,24	−0 ,48	−0 ,04	−0 ,46	+1 ,48	+0 ,10
156	+0 ,04	−0 ,08	+0 ,56	+0 ,74	+0 ,48	+0 ,34
18°	−0″,16	+0″,32	+0″,46	−0″,66	+0″,08	+0″,04
54	−0 ,46	+0 ,92	−1 ,24	+0 ,04	−0 ,32	−0 ,12
90	+1 ,24	−2 ,48	+0 ,66	−0 ,16	−0 ,92	−0 ,58
126	−0 ,66	+1 ,32	−0 ,04	−0 ,46	+2 ,48	+0 ,66
162	+0 ,04	−0 ,08	+0 ,16	+1 ,24	−1 ,32	0 ,00
24°	−0″,16	+0″,32	−0″,64	+0″,04	+0″,08	−0″,04
60	+0 ,64	−1 ,28	+0 ,56	+0 ,04	−0 ,32	−0 ,20
96	−0 ,56	+1 ,12	−0 ,04	−0 ,16	+1 ,28	+0 ,44
132	+0 ,04	−0 ,08	−0 ,04	+0 ,64	−1 ,12	−0 ,12
168	+0 ,04	−0 ,08	+0 ,16	−0 ,56	+0 ,08	−0 ,08
30°	−0″,10	+0″,20	+0″,10	+0″,10	0″,00	+0″,08
66	−0 ,10	+0 ,20	−0 ,10	0 ,00	−0 ,20	−0 ,02
102	+0 ,10	−0 ,20	−0 ,10	−0 ,10	−0 ,20	−0 ,12
138	+0 ,10	−0 ,20	0 ,00	−0 ,10	+0 ,20	−0 ,02
174	0 ,00	0 ,00	+0 ,10	+0 ,10	+0 ,20	+0 ,08

$$\omega^{\varphi}_{10}=\frac{-2l^{10}_{\varphi}-l^{10}_{\varphi+36^{\circ}}+l^{10}_{\varphi+108^{\circ}}+2l^{10}_{\varphi+144^{\circ}}}{5}.$$

угол 36°

Таблица 3

φ	l	$-2l_{\varphi}$	$-l_{\varphi+36^{\circ}}$	$+l_{\varphi+108^{\circ}}$	$+2l_{\varphi+144^{\circ}}$	ω^{10}_{φ}
3°	—0″,54	+1″,08	+0″,14	+0″,06	+1″,72	+0″,60
39	—0 ,14	+0 ,28	+0 ,24	+0 ,86	+1 ,08	+0 ,06
75	—0 ,24	+0 ,48	—0 ,06	—0 ,54	—0 ,28	—0 ,08
111	+0 ,06	—0 ,12	—0 ,86	—0 ,14	—0 ,48	—0 ,32
147	+0 ,86	—1 ,72	+0 ,54	—0 ,24	+0 ,12	—0 ,26
9°	—0″,66	+1″,32	+0″,16	+0″,54	+0″,48	+0″,50
45	—0 ,16	+0 ,32	—0 ,04	+0 ,24	—1 ,32	—0 ,16
81	+0 ,04	—0 ,08	—0 ,54	—0 ,66	—0 ,32	—0 ,32
117	+0 ,54	—1 ,08	—0 ,24	—0 ,16	+0 ,08	—0 ,28
153	+0 ,24	—0 ,48	+0 ,66	+0 ,04	+1 ,08	+0 ,26
15°	—0″,82	+1″,64	+0″,02	+0″,18	—0″,04	+0″,36
51	—0 ,02	+0 ,04	—0 ,68	—0 ,02	—1 ,64	—0 ,46
87	+0 ,68	—1 ,36	—0 ,18	—0 ,82	—0 ,04	—0 ,48
123	+0 ,18	—0 ,36	+0 ,02	—0 ,02	+1 ,36	+0 ,20
159	—0 ,02	+0 ,04	+0 ,82	+0 ,68	+0 ,36	+0 ,38
21°	—0″,14	+0″,28	+0″,44	—0″,54	+0″,72	+0″,18
57	—0 ,44	+0 ,88	—0 ,76	+0 ,36	—0 ,28	+0 ,04
93	+0 ,76	—1 ,52	+0 ,54	—0 ,14	—0 ,88	—0 ,40
129	—0 ,54	+1 ,08	—0 ,36	—0 ,44	+1 ,52	+0 ,36
165	+0 ,36	—0 ,72	+0 ,14	+0 ,76	—1 ,08	—0 ,18
27°	+0″,30	—0″,60	—0″,30	—0″,40	—0″,40	—0″,34
63	+0 ,30	—0 ,60	0 ,00	—0 ,20	+0 ,60	—0 ,04
99	0 ,00	0 ,00	+0 ,40	+0 ,30	+0 ,60	+0 ,26
135	—0 ,40	+0 ,80	+0 ,20	+0 ,30	0 ,00	+0 ,26
171	—0 ,20	+0 ,40	—0 ,30	0 ,00	—0 ,80	—0 ,14
33°	—0″,02	+0″,04	—0″,68	—0″,32	—1″,04	—0″,40
69	+0 ,68	—1 ,36	—0 ,18	—0 ,52	—0 ,04	—0 ,42
105	+0 ,18	—0 ,36	+0 ,32	—0 ,02	+1 ,36	+0 ,26
141	—0 ,32	+0 ,64	+0 ,52	+0 ,68	+0 ,36	+0 ,44
177	—0 ,52	+1 ,04	+0 ,02	+0 ,18	—0 ,64	+0 ,12

Вычисления $\omega_\varphi^{6,10} = \frac{\omega_\varphi^6 + \omega_{\varphi+36^\circ}^6 + \omega_{\varphi+72^\circ}^6 + \omega_{\varphi+108^\circ}^6 + \omega_{\varphi+144^\circ}^6}{5}$.

Таблица 4

φ	ω_φ^6	$\omega_{\varphi+36^\circ}^6$	$\omega_{\varphi+72^\circ}^6$	$\omega_{\varphi+108^\circ}^6$	$\omega_{\varphi+144^\circ}^6$	$\omega_\varphi^{6,10}$
0°	−0″,03	−0″,27	−0″,64	−0″,03	+0″,13	−0″,17
3	+0 ,10	−0 ,07	−0 ,34	−0 ,10	+0 ,30	−0 ,02
6	+0 ,23	+0 ,24	−0 ,27	+0 ,17	+0 ,33	+0 ,14
9	+0 ,70	+0 ,17	−0 ,23	+0 ,10	+0 ,50	+0 ,25
12	+0 ,30	+0 ,17	−0 ,40	+0 ,04	−0 ,14	−0 ,01
15	+0 ,20	−0 ,13	−0 ,63	−0 ,27	−0 ,17	−0 ,20
18	+0 ,23	−0 ,16	−0 ,47	+0 ,43	−0 ,20	−0 ,03
21	+0 ,07	+0 ,13	−0 ,43	+0 ,06	+0 ,24	+0 ,01
24	+0 ,27	0 ,00	+0 ,40	+0 ,33	−0 ,13	+0 ,17
27	+0 ,34	+0 ,16	+0 ,23	+0 ,13	+0 ,24	+0 ,22
30	+0 ,13	−0 ,67	−0 ,03	+0 ,03	0 ,00	−0 ,11
33	−0 ,06	−0 ,76	−0 ,40	+0 ,17	−0 ,24	−0 ,26

Вычисления $\omega_\varphi^{10,6} = \frac{\omega_\varphi^{10} + \omega_{\varphi+60^\circ}^{10} + \omega_{\varphi+120^\circ}^{10}}{3}$.

Таблица 5

φ	ω_φ^{10}	$\omega_{\varphi+60^\circ}^{10}$	$\omega_{\varphi+120^\circ}^{10}$	$\omega_\varphi^{10,6}$
0°	+0″,34	−0″,20	+0″,10	+0″,08
3	+0 ,60	−0 ,04	+0 ,20	+0 ,25
6	+0 ,78	−0 ,02	+0 ,66	+0 ,47
9	+0 ,50	−0 ,42	+0 ,36	+0 ,15
12	+0 ,38	−0 ,32	−0 ,12	−0 ,02
15	+0 ,36	−0 ,08	+0 ,26	+0 ,18
18	+0 ,04	−0 ,60	−0 ,02	−0 ,19
21	+0 ,18	−0 ,32	+0 ,44	+0 ,10
24	−0 ,04	−0 ,64	+0 ,42	−0 ,09
27	−0 ,34	−0 ,48	−0 ,26	−0 ,36

Продолжение табл. 5

φ	ω_φ^{10}	$\omega_{\varphi+60^\circ}^{10}$	$\omega_{\varphi+120^\circ}^{10}$	$\omega_\varphi^{10,6}$
30°	+0″,08	−0″,58	+0″,12	−0″,13
33	−0 ,40	−0 ,40	+0 ,26	−0 ,18
36	−0 ,14	+0 ,44	+0 ,34	+0 ,21
39	+0 ,06	+0 ,26	+0 ,38	+0 ,23
42	−0 ,16	−0 ,12	0 ,00	−0 ,09
45	−0 ,16	+0 ,26	−0 ,18	−0 ,03
48	−0 ,18	−0 ,30	−0 ,08	−0 ,19
51	−0 ,46	−0 ,32	−0 ,14	−0 ,34
54	−0 ,12	−0 ,14	+0 ,08	−0 ,06
57	+0 ,04	−0 ,28	+0 ,12	−0 ,04

Вычисления $\omega_{\varphi}^{8,30} = \dfrac{\omega_{\varphi}^{8} + \omega_{\varphi+12^\circ}^{8} + \omega_{\varphi+24^\circ}^{8} + \ldots + \omega_{\varphi+156^\circ}^{8} + \omega_{\varphi+168^\circ}^{8}}{15}$.

Таблица 6

φ	ω_{φ}^{8}	$\omega_{\varphi+12^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+24^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+36^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+48^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+60^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+72^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+84^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+96^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+108^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+120^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+132^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+144^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+156^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi+168^\circ}^{8}$	$\omega_{\varphi}^{8,30}$
0°	−0″,05	+0″,50	+0″,62	−0″,21	+0″,11	+0″,41	−0″,44	−0″,18	−0″,09	−0″,58	+0″,19	+0″,32	−0″,25	+0″,26	+0″,28	+0″,06
3	+0 ,53	+0 ,24	+0 ,14	−0 ,22	−0 ,27	+0 ,08	−0 ,24	−0 ,31	+0 ,25	−0 ,32	+0 ,12	+0 ,35	−0 ,15	−0 ,42	+0 ,17	0 ,00
6	+0 ,76	+0 ,12	+0 ,04	+0 ,17	−0 ,45	−0 ,19	−0 ,22	−0 ,25	−0 ,40	+0 ,32	+0 ,54	−0 ,14	−0 ,04	+0 ,22	−0 ,18	+0 ,02
9	+0 ,45	+0 ,24	−0 ,18	−0 ,05	+0 ,05	−0 ,52	−0 ,49	−0 ,52	−0 ,62	+0 ,09	+0 ,58	−0 ,42	+0 ,38	+0 ,02	−0 ,17	−0 ,05

Вычисления $\omega_{\varphi}^{30,8} = \dfrac{\omega_{\varphi}^{30} + \omega_{\varphi+45^\circ}^{30} + \omega_{\varphi+90^\circ}^{30} + \omega_{\varphi+135^\circ}^{30}}{4}$.

Таблица 7

φ	ω_{φ}^{30}	$\omega_{\varphi+45^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi+90^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi+135^\circ}^{30}$	$\omega^{30,8}$	φ	ω_{φ}^{30}	$\omega_{\varphi+45^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi+90^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi+135^\circ}^{30}$	$\omega^{30,8}$
0°	+0″,10	+0″,12	−0″,60	+0″,38	0″,00	24°	+0″,16	−0″,64	+0″,07	+0″,11	+0″,08
3	+0 ,44	−0 ,09	−0 ,53	−0 ,15	−0 ,08	27	−0 ,06	−0 ,60	+0 ,03	−0 ,18	−0 ,20
6	+0 ,79	−0 ,52	+0 ,61	+0 ,23	+0 ,28	30	−0 ,01	−0 ,14	+0 ,11	+0 ,06	+0 ,01
9	+0 ,81	−0 ,19	+0 ,47	+0 ,12	+0 ,30	33	−0 ,40	−0 ,46	−0 ,01	−0 ,15	−0 ,26
12	+0 ,32	+0 ,07	−0 ,16	−0 ,15	+0 ,02	36	−0 ,16	−0 ,11	+0 ,79	−0 ,01	+0 ,13
15	+0 ,29	+0 ,04	−0 ,26	+0 ,22	+0 ,07	39	+0 ,12	−0 ,55	+0 ,28	−0 ,05	−0 ,05
18	+0 ,02	+0 ,32	−0 ,32	+0 ,39	+0 ,10	42	+0 ,08	−0 ,86	+0 ,21	−0 ,23	−0 ,20
21	+0 ,18	−0 ,17	−0 ,39	+0 ,17	−0 ,05						

Таблица 8

Вычисление погрешностей диаметров кругов $X_\varphi = \frac{1}{3}\omega_\varphi^8 + \frac{1}{3}\omega_\varphi^{30,8} + \frac{2}{3}\omega_\varphi^{30} + \frac{2}{3}\omega_\varphi^{8,30}$

φ	ω^8	ω^8	ω^{10}	$\omega^{6,10}$	$\omega^{10,6}$	$\omega^{10}+\omega^{6,10}$	$0,4(\omega^{10}+\omega^{6,10})$	$\omega^8+\omega^{10,6}$	$0,6(\omega^8+\omega^{10,6})$	ω^{30}	$\omega^{30,8}$	$\omega^{8,30}$	$\omega^8+\omega^{30,8}$	$\frac{1}{3}(\omega^8+\omega^{30,8})$	$\omega^{30}+\omega^{8,30}$	$\frac{2}{3}(\omega^{30}+\omega^{8,30})$	X_φ
0°	−0″,03	−0″,05	+0″,34	−0″,17	+0″,08	+0″,17	+0″,07	+0″,05	+0″,03	+0″,10	0″,00	+0″,06	−0″,05	−0″,02	+0″,16	+0″,10	+0″,08
3	+0 ,10	+0 ,53	+0 ,60	−0 ,02	+0 ,25	+0 ,58	+0 ,23	+0 ,35	+0 ,21	+0 ,44	−0 ,08	0 ,00	+0 ,45	+0 ,15	+0 ,44	+0 ,30	+0 ,45
6	+0 ,23	+0 ,76	+0 ,78	+0 ,14	+0 ,47	+0 ,92	+0 ,37	+0 ,70	+0 ,42	+0 ,79	+0 ,28	+0 ,02	+1 ,04	+0 ,35	+0 ,81	+0 ,54	+0 ,89
9	+0 ,70	+0 ,45	+0 ,50	+0 ,25	+0 ,15	+0 ,75	+0 ,30	+0 ,85	+0 ,51	+0 ,81	+0 ,30	−0 ,08	+0 ,75	+0 ,25	+0 ,73	+0 ,48	+0 ,73
12	+0 ,30	+0 ,50	+0 ,38	−0 ,01	−0 ,02	+0 ,37	+0 ,15	+0 ,28	+0 ,17	+0 ,32	+0 ,02	+0 ,06	+0 ,52	+0 ,17	+0 ,38	+0 ,26	+0 ,43
15	+0 ,20	+0 ,24	+0 ,36	−0 ,20	+0 ,18	+0 ,16	+0 ,06	+0 ,38	+0 ,23	+0 ,29	+0 ,07	0 ,00	+0 ,31	+0 ,10	+0 ,29	+0 ,20	+0 ,30
18	+0 ,23	+0 ,12	+0 ,04	−0 ,03	−0 ,19	+0 ,01	0 ,00	+0 ,04	+0 ,02	+0 ,02	+0 ,10	+0 ,02	+0 ,22	+0 ,07	+0 ,04	+0 ,02	+0 ,09
21	+0 ,07	+0 ,24	+0 018	+0 ,01	+0 ,10	+0 ,19	+0 ,08	+0 ,17	+0 ,10	+0 ,18	−0 ,05	−0 ,08	+0 ,16	+0 ,05	+0 ,10	+0 ,06	+0 ,11
24	+0 ,27	+0 ,62	−0 ,04	+0 ,17	−0 ,09	+0 ,13	+0 ,05	+0 ,18	+0 ,11	+0 ,16	−0 ,08	+0 ,06	+0 ,54	+0 ,18	+0 ,22	+0 ,14	+0 ,32
27	+0 ,34	+0 ,14	−0 ,34	+0 ,22	−0 ,36	−0 ,12	−0 ,05	−0 ,02	−0 ,01	−0 ,06	−0 ,20	0 ,00	−0 ,06	−0 ,02	−0 ,06	−0 ,04	−0 ,06
30	+0 ,13	+0 ,04	+0 ,08	−0 ,11	−0 ,13	−0 ,03	−0 ,01	0 ,00	0 ,00	−0 ,01	+0 ,01	+0 ,02	+0 ,05	+0 ,02	+0 ,01	+0 ,01	+0 ,03
33	−0 ,06	−0 ,18	−0 ,40	−0 ,26	−0 ,18	−0 ,66	−0 ,26	−0 ,24	−0 ,14	−0 ,40	−0 ,26	−0 ,08	−0 ,44	−0 ,15	−0 ,48	−0 ,32	−0 ,47
36	−0 ,27	−0 ,21	−0 ,14	−0 ,17	+0 ,21	−0 ,31	−0 ,12	−0 ,06	−0 ,04	−0 ,16	+0 ,13	+0 ,06	−0 ,08	−0 ,03	−0 ,10	−0 ,06	−0 ,09
39	−0 ,07	−0 ,22	+0 ,06	−0 ,02	+0 ,23	+0 ,04	+0 ,02	+0 ,16	+0 ,10	+0 ,12	−0 ,05	0 ,00	−0 ,27	−0 ,09	+0 ,12	+0 ,08	−0 ,01
42	+0 ,24	+0 ,17	−0 ,16	+0 ,14	−0 ,09	−0 ,02	−0 ,01	+0 ,15	+0 ,09	+0 ,08	−0 ,20	+0 ,02	−0 ,03	−0 ,01	+0 ,10	+0 ,06	+0 ,05
45	+0 ,17	−0 ,05	−0 ,16	+0 ,25	−0 ,03	+0 ,09	+0 ,04	+0 ,14	+0 ,08	+0 ,12	0 ,00	−0 ,08	−0 ,05	−0 ,02	+0 ,04	+0 ,02	0 ,00
48	+0 ,17	+0 ,11	−0 ,18	−0 ,01	−0 ,19	−0 ,19	−0 ,08	−0 ,02	−0 ,01	−0 ,09	−0 ,08	+0 ,05	+0 ,03	+0 ,01	−0 ,03	−0 ,02	−0 ,01

φ	ω^6	ω^5	ω^4	$\omega_{6,10}$	$\omega_{10,5}$	$\omega^3+\omega_{6,10}$	$0,4\ (\omega^3+\omega_{6,10})$	$\omega^2+\omega_{10,6}$	$0,6\ (\omega^2+\omega_{10,6})$	ω^{20}	$\omega_{20,8}$	$\omega_{8,20}$	$\omega^2+\omega_{20,8}$	$\frac{1}{3}(\omega^2+\omega_{20,8})$	$\omega^{20}+\omega_{8,20}$	$\frac{1}{3}(\omega^{20}+\omega_{8,20})$	φ
51°	−0°,13	−0°,27	−0°,46	−0°,20	−0°,31	−0°,66	−0°,26	−0°,44	−0°,26	−0°,52	+0°,28	0°,00	+0°,01	0°,00	+0°,52	−0°,34	51°
54	−0,16	−0,48	−0,12	−0,03	−0,06	−0,15	−0,06	−0,22	−0,13	−0,19	+0,30	+0,02	−0,15	−0,05	−0,17	−0,06	54
57	+0,13	+0,05	+0,04	+0,01	−0,04	+0,05	+0,02	+0,09	+0,05	+0,07	+0,02	−0,03	+0,07	+0,02	−0,01	−0,01	57
60	0,00	+0,41	−0,20	+0,17	+0,08	−0,03	−0,01	+0,08	+0,05	+0,04	+0,07	+0,06	+0,48	+0,16	+0,10	+0,06	60
63	+0,16	+0,08	−0,04	+0,22	+0,35	+0,18	+0,07	+0,41	+0,25	+0,32	+0,10	0,00	+0,18	+0,06	+0,32	+0,22	63
66	−0,67	−0,19	−0,02	−0,11	+0,47	−0,13	−0,05	−0,20	−0,12	−0,17	−0,05	+0,02	−0,24	−0,08	−0,15	−0,10	66
69	−0,76	−0,52	−0,42	−0,26	+0,15	−0,63	−0,27	−0,61	−0,37	−0,61	−0,03	−0,08	−0,80	−0,20	−0,72	−0,48	69
72	−0,64	−0,44	−0,32	−0,17	−0,02	−0,49	−0,20	−0,66	−0,40	−0,60	−0,20	+0,06	−0,54	−0,21	−0,54	−0,36	72
75	−0,34	−0,24	−0,08	−0,02	+0,18	−0,10	−0,04	−0,16	−0,10	−0,14	+0,01	0,00	−0,23	−0,08	−0,14	−0,10	75
78	−0,27	−0,22	−0,09	+0,14	−0,19	−0,46	−0,18	−0,46	−0,28	−0,45	−0,26	+0,02	−0,48	−0,16	−0,44	−0,30	78
81	−0,23	−0,49	−0,32	+0,25	+0,10	−0,07	−0,03	−0,13	−0,08	−0,11	+0,13	−0,08	−0,36	−0,12	−0,19	−0,12	81
84	−0,40	−0,18	−0,64	−0,01	−0,09	−0,65	−0,26	−0,69	−0,29	−0,55	−0,05	+0,06	−0,23	−0,08	−0,49	−0,32	84
87	−0,63	−0,31	−0,48	−0,20	−0,36	−0,63	−0,27	−0,99	−0,59	−0,86	−0,20	0,00	−0,51	−0,17	−0,86	−0,83	87
90	−0,47	−0,26	−0,58	−0,06	−0,13	−0,61	−0,24	−0,69	−0,36	−0,60	0,00	+0,02	−0,29	−0,08	−0,83	−0,48	90
93	−0,43	−0,52	−0,40	+0,01	−0,18	−0,39	−0,16	−0,61	−0,37	−0,53	0,00	−0,08	−0,60	−0,20	−0,61	−0,60	93
96	+0,40	−0,09	+0,44	+0,17	+0,21	+0,61	+0,24	+0,61	+0,37	+0,61	+0,26	+0,06	+0,19	+0,06	+0,67	+0,50	96
99	+0,23	+0,25	+0,36	+0,22	+0,23	+0,45	+0,19	+0,46	+0,28	+0,47	+0,30	0,00	+0,53	+0,18	+0,47	+0,30	99
102	−0,05	−0,40	−0,12	−0,11	−0,09	−0,23	−0,09	−0,12	−0,07	−0,15	+0,02	+0,02	−0,38	−0,13	−0,14	−0,10	102

Продолжение табл. 8

φ	ω^4	ω^8	ω^{12}	$\omega_{6,10}$	$\omega^{10,6}$	$\omega^{10}+\omega_{6,10}$	$0{,}4(\omega^{10}+\omega^{6,10})$	$\omega^4+\omega^{10,6}$	$0{,}6\,(\omega^4+\omega^{10,6})$	ω^{30}	$\omega^{30,8}$	$\omega^{8,30}$	$\omega^4+\omega^{30,8}$	$\frac{1}{3}(\omega^4+\omega^{30,8})$	$\omega^{38}+\omega^{8,30}$	$\frac{2}{3}(\omega^{38}+\omega^{8,0})$	x_φ
105°	−0″,49	−0″,62	+0″,26	−0″,26	−0″,03	0″,00	0″,00	−0″,43	−0″,26	−0″,26	+0″,07	−0″,08	−0″,55	−0″,18	−0″,34	−0″,22	−0″,40
108	−0 ,03	−0 ,58	−0 ,30	−0 ,17	−0 ,19	−0 ,47	−0 ,19	−0 ,22	−0 ,13	−0 ,32	+0 ,10	+0 ,06	−0 ,48	−0 ,16	−0 ,26	−0 ,18	−0 ,34
111	−0 ,10	−0 ,32	−0 ,32	−0 ,02	−0 ,31	−0 ,34	−0 ,14	−0 ,41	−0 ,25	−0 ,39	−0 ,05	0 ,00	−0 ,37	−0 ,12	−0 ,39	−0 ,26	−0 ,38
114	+0 ,17	+0 ,32	−0 ,14	+0 ,14	−0 ,06	0 ,00	0 ,00	+0 ,11	+0 ,07	+0 ,07	−0 ,06	+0 ,02	+0 ,24	+0 ,08	+0 ,09	+0 ,06	+0 ,14
117	+0 ,10	+0 ,09	−0 ,28	+0 ,25	−0 ,04	−0 ,03	−0 ,01	+0 ,06	+0 ,04	+0 ,03	−0 ,20	−0 ,06	−0 ,11	−0 ,04	−0 ,05	−0 ,03	−0 ,07
120	+0 ,04	+0 ,19	+0 ,10	−0 ,01	+0 ,08	+0 ,09	+0 ,04	+0 ,12	+0 ,07	+0 ,11	+0 ,01	+0 ,06	+0 ,20	+0 ,07	+0 ,17	+0 ,12	+0 ,19
123	−0 ,27	+0 ,12	+0 ,20	−0 ,20	+0 ,25	0 ,00	0 ,00	−0 ,02	−0 ,01	−0 ,01	−0 ,26	0 ,00	−0 ,14	−0 ,05	−0 ,01	0 ,00	−0 ,05
126	+0 ,43	+0 ,54	+0 ,66	−0 ,03	+0 ,47	+0 ,63	+0 ,25	+0 ,90	+0 ,54	+0 ,79	+0 ,13	+0 ,02	+0 ,67	+0 ,22	+0 ,81	+0 ,54	+0 ,76
129	+0 ,06	+0 ,58	+0 ,36	+0 ,01	+0 ,15	+0 ,37	+0 ,15	+0 ,21	+0 ,13	+0 ,28	0 ,05	−0 ,08	+0 ,53	+0 ,18	+0 ,20	+0 ,14	+0 ,32
132	+0 ,33	+0 ,32	−0 ,12	+0 ,17	−0 ,02	+0 ,05	+0 ,02	+0 ,31	+0 ,19	+0 ,21	−0 ,20	+0 ,06	+0 ,12	+0 ,04	+0 ,27	+0 ,18	+0 ,22
135	+0 ,13	+0 ,35	+0 ,26	+0 ,22	+0 ,18	+0 ,48	+0 ,19	+0 ,31	+0 ,19	+0 ,38	0 ,00	0 ,00	+0 ,35	+0 ,12	+0 ,38	+0 ,26	+0 ,38
138	+0 ,03	−0 ,14	−0 ,02	−0 ,11	−0 ,19	−0 ,13	−0 ,05	−0 ,16	−0 ,10	−0 ,15	−0 ,08	+0 ,02	−0 ,22	−0 ,07	−0 ,13	−0 ,08	−0 ,15
141	+0 ,17	−0 ,42	+0 ,44	−0 ,25	+0 ,10	+0 ,18	+0 ,07	+0 ,27	+0 ,16	+0 ,23	+0 ,28	−0 ,08	−0 ,14	−0 ,05	+0 ,15	+0 ,10	+0 ,05
144	+0 ,13	−0 ,25	+0 ,42	−0 ,17	−0 ,09	+0 ,25	+0 ,10	+0 ,04	+0 ,02	+0 ,12	+0 ,30	+0 ,06	−0 ,05	+0 ,02	+0 ,18	+0 ,12	+0 ,14
147	+0 ,30	−0 ,15	−0 ,26	−0 ,02	−0 ,36	−0 ,28	−0 ,11	−0 ,06	−0 ,04	−0 ,15	+0 ,02	0 ,00	−0 ,13	−0 ,04	−0 ,15	−0 ,10	−0 ,14
150	+0 ,33	−0 ,04	+0 ,12	+0 ,14	−0 ,13	+0 ,26	+0 ,10	+0 ,20	+0 ,12	+0 ,22	+0 ,07	+0 ,02	−0 ,03	+0 ,01	+0 ,24	+0 ,16	+0 ,17
153	+0 ,50	+0 ,38	+0 ,26	+0 ,25	−0 ,18	+0 ,51	+0 ,20	+0 ,32	+0 ,19	+0 ,39	+0 ,10	−0 ,08	+0 ,48	+0 ,16	+0 ,31	+0 ,20	+0 ,36
156	−0 ,14	+0 ,26	+0 ,34	−0 ,01	+0 ,21	+0 ,33	+0 ,13	+0 ,07	+0 ,04	+0 ,17	−0 ,05	+0 ,06	+0 ,21	+0 ,07	+0 ,23	+0 ,16	+0 ,23

Продолжение табл. 8

φ	ω^6	ω^8	ω^{12}	$\omega^{6,10}$	$\omega^{10,6}$	$\omega^{8,10}+\omega^{6,10}$	$0{,}4\,(\omega^{12}+\omega^{6,10})$	$\omega^4+\omega^{10,6}$	$0{,}6\,(\omega^4+\omega^{10,6})$	ω^{30}	$\omega^{30,8}$	$\omega^{8,30}$	$\omega^6+\omega^{30,8}$	$\frac{1}{3}(\omega^8+\omega^{30,8})$	$\omega^{30}+\omega^{8,30}$	$\frac{2}{3}(\omega^{30}+\omega^{8,30})$	χ_p
159°	−0″,17	−0″,42	+0″,38	−0″,20	+0″,23	+0″,18	+0″,07	+0″,06	+0″,04	+0″,11	−0″,08	0″,00	−0″,50	−0″,17	+0″,11	+0″,08	−0″,09
162	−0 ,20	+0 ,22	0 ,00	−0 ,03	−0 ,09	−0 ,03	−0 ,01	−0 ,29	−0 ,17	−0 ,18	−0 ,20	+0 ,02	+0 ,02	+0 ,01	−0 ,16	−0 ,10	−0 ,09
165	+0 ,24	+0 ,02	−0 ,18	+0 ,01	−0 ,03	−0 ,17	−0 ,07	+0 ,21	+0 ,13	+0 ,06	+0 ,01	−0 ,08	+0 ,03	+0 ,01	−0 ,02	−0 ,01	0 ,00
168	−0 ,13	+0 ,26	−0 ,08	+0 ,17	−0 ,19	+0 ,09	+0 ,04	−0 ,32	−0 ,19	−0 ,15	−0 ,26	+0 ,06	+0 ,02	+0 ,01	−0 ,09	−0 ,06	−0 ,05
171	+0 ,24	+0 ,17	−0 ,14	+0 ,22	−0 ,31	+0 ,08	+0 ,03	−0 ,07	−0 ,04	−0 ,01	+0 ,13	0 ,00	+0 ,30	+0 ,10	−0 ,01	0 ,00	+0 ,10
174	0 ,00	−0 ,18	+0 ,08	−0 ,11	−0 ,06	−0 ,03	−0 ,01	−0 ,06	−0 ,04	−0 ,05	−0 ,05	+0 ,02	−0 ,23	−0 ,08	−0 ,03	−0 ,02	−0 ,10
177	−0 ,24	−0 ,17	+0 ,12	−0 ,26	−0 ,04	−0 ,14	−0 ,06	−0 ,28	−0 ,17	−0 ,23	−0 ,20	−0 ,08	−0 ,37	−0 ,12	−0 ,31	−0 ,20	−0 ,32
в	0 ,00	−0 ,02	+0 ,02	−0 ,05	−0 ,06	−0 ,05	−0 ,02	+0 ,04	−0 ,02	−0 ,04	−0 ,04	0 ,00	−0 ,09	−0 ,05	−0 ,04	+0 ,07	+0 ,01

Примеры вычисления полных погрешностей диаметров

Контрольный

Номера уравнений	φ	l	$\overline{x}$	x^I	Номера уравнений	φ
1	0°	+0″,03	0″,00	—0″,03	1	3°
2	60	+0 ,03	+0 ,03	0 ,00	2	63
3	120	—0 ,07	+0 ,06	+0 ,03	3	123
Σ		—0 ,01	+0 ,09	0 ,00	Σ	
1	9°	—1″,47	0″,00	+0″,70	1	12°
2	69	+0 ,83	—1 ,47	—0 ,77	2	72
3	129	+0 ,63	—0 ,64	+0 ,06	3	132
Σ		—0 ,01	—2 ,11	—0 ,01	Σ	
1	18°	—0″,50	0″,00	+0″,23	1	21°
2	78	+0 ,30	—0 ,50	—0 ,27	2	81
3	138	+0 ,20	—0 ,20	+0 ,03	3	141
Σ		0 ,00	—0 ,70	—0 ,01	Σ	
1	27°	—0″,97	0″,00	+0″,34	1	30°
2	87	+0 ,93	—0 ,97	—0 ,63	2	90
3	147	+0 ,03	—0 ,04	+0 ,30	3	150
Σ		—0 ,01	+1 ,01	+0 ,01	Σ	
1	36°	+0″,67	0″,00	—0″,27	1	39°
2	96	—0 ,53	+0 ,67	+0 ,40	2	99
3	156	—0 ,13	+0 ,14	—0 ,13	3	159
Σ		—0 ,01	+0 ,81	0 ,00	Σ	
1	45°	—0″,57	0″,00	+0″,17	1	48°
2	105	+0 ,53	—0 ,57	—0 ,40	2	108
3	165	—0 ,07	+0 ,07	+0 ,24	3	168
Σ		—0 ,01	— 0,50	+0 ,01	Σ	
1	54°	+0″,33	0″,00	—0″,16	1	57°
2	114	—0 ,17	+0 ,33	+0 ,17	2	117
3	174	—0 ,17	+0 ,16	—0 ,01	3	177
Σ		—0 ,01	+0 ,49	0 ,00	Σ	

круга по формулам (10), (11) и (13)

угол 60°

Таблица 1

l	$\overline{x}$	x^1	Номера уравнений	φ	l	$\overline{x}$	x^1
+0″,07	0″,00	+0″,10	1	6°	−0″,90	0″,00	+0″,23
−0 ,43	+0 ,07	+0 ,17	2	66	+1 ,10	−0 ,90	−0 ,67
+0 ,37	−0 ,36	−0 ,26	3	126	−0 ,20	+0 ,20	+0 ,43
+0 ,01	−0 ,29	+0 ,01	Σ		0 ,00	−0 ,70	−0 ,01
−0″,93	0″,00	+0″,30	1	15°	−0″,53	0″,00	+0″,20
+0 ,97	−0 ,93	−0 ,63	2	75	+0 ,47	−0 ,53	−0 ,33
−0 ,03	+0 ,04	+0 ,34	3	135	+0 ,07	−0 ,06	+0 ,14
+0 ,01	−0 ,89	+0 ,01	Σ		+0 ,01	−0 ,59	+0 ,01
−0″,30	0″,00	+0″,07	1	24°	−0″,67	0″,00	+0″,27
+0 ,40	−0 ,30	−0 ,23	2	84	+0 ,53	−0 ,67	−0 ,40
−0 ,10	+0 ,10	+0 ,17	3	144	+0 ,13	−0 ,14	+0 ,13
0 ,00	−0 ,20	+0 ,01	Σ		−0 ,01	−0 ,81	0 ,00
−0″,60	0″,00	+0″,13	1	33°	−0″,37	0″,00	−0″,06
+0 ,80	−0 ,60	−0 ,47	2	93	+0 ,93	−0 ,37	−0 ,43
−0 ,20	+0 ,20	+0 ,33	3	153	−0 ,57	+0 ,56	+0 ,60
0 ,00	−0 ,40	−0 ,01	Σ		−0 ,01	+0 ,19	+0 ,01
+0″,30	0″,00	−0″,07	1	42°	−0″,27	0″,00	+0″,23
−0 ,40	+0 ,30	+0 ,23	2	102	−0 ,17	−0 ,27	−0 ,04
+0 ,10	−0 ,10	−0 ,17	3	162	+0 ,43	−0 ,44	−0 ,21
0 ,00	+0 ,20	−0 ,01	Σ		−0 ,01	−0 ,71	−0 ,02
−0″,20	0″,00	+0″,17	1	51°	+0″,03	0″,00	−0″,13
−0 ,10	−0 ,20	−0 ,03	2	111	+0 ,33	+0 ,03	−0 ,10
+0 ,30	−0 ,30	−0 ,13	3	171	−0 ,37	+0 ,36	+0 ,23
0 ,00	−0 ,50	+0 ,01	Σ		−0 ,01	+0 ,39	0 ,00
−0″,03	0″,00	+0″,13					
−0 ,33	−0 ,03	+0 ,10					
+0 ,37	−0 ,36	−0 ,23					
+0 ,01	−0 ,39	0 ,00					

Пояснения к примеру

В первой графе записаны порядковые номера уравнений погрешностей, образующиеся в каждой отдельной серии измерения контрольного угла. При угле $\beta_i = 60°$ для каждой серии возможно написать три (1, 2, 3) уравнения погрешностей относительно неизвестных погрешностей диаметров круга: φ, $\varphi+60°$ и $\varphi+120°$.

Например, по результатам наблюдений во второй серии (см. приложение 2) будут получены три следующих уравнения погрешностей:

$$1.\ x^1_{63°} - x^1_{3°} = l_\varphi;\ 2.\ x^1_{123°} - x^1_{3°} = l_{\varphi+60°};\ 3.\ x^1_{183°} - x^1_{123°} = l_{\varphi+120°}, \tag{1.8}$$

где

$x^1_{3°}$, $x^1_{63°}$ и $x^1_{123°}$ — неизвестные погрешности диаметров: $\varphi=3°$; $\varphi+60°=63°$ и $\varphi+120°=123°$, записанные в графе значений φ табл. 1;

l_φ; $l_{\varphi+60°}$ и $l_{\varphi+120°}$ — свободные члены уравнений погрешностей, вычисляемые как $l_\varphi = C_i - A_i$.

Из приложения 2 следует, что для второй серии: $C_1 = C_2 = 15{,}07$;

$$l_\varphi = l_{3°} = +0'',07;\ l_{\varphi+60°} = l_{63°} = -0'',43;$$

$$l_{\varphi+120°} = l_{123°} = +0'',37.$$

Значения свободных членов l_φ выписаны в графе значений l табл. 1. Примем, в первом приближении, погрешность первого диаметра в серии, равной нулю, то есть положим $\bar{x}_{3°} = 0$. Тогда $\bar{x}_{63°} = l_\varphi$;

$$\bar{x}_{123°} = l_{\varphi+60°} + l_\varphi \quad \text{и} \quad \bar{x}_{183°} = l_{\varphi+120°} + l_{\varphi+60°} + l_\varphi, \quad \text{но}$$

$$\bar{x}_{183°} = \bar{x}_{3°} \quad \text{и} \quad l_\varphi + l_{\varphi+60°} + l_{\varphi+120°} = \sum_1^3 l_\varphi = 0.$$

Следовательно,

$$\bar{x}_{3°} = 0;\ \bar{x}_{63°} = l_\varphi \quad \text{и} \quad \bar{x}_{123°} = l_{\varphi+60°} + l_\varphi. \tag{2.8}$$

Из уравнений (2) определяют промежуточные значения всех трех искомых погрешностей диаметров $\bar{x}_{3°} = \bar{x}_{183°}$; $\bar{x}_{63°}$ и $\bar{x}_{123°}$. Вычисление промежуточных значений погрешностей диаметров выполнено в графе значений $\bar{x}$ табл. 1, в которой $\bar{x}_{3°} = 0$; $\bar{x}_{63°} = +0'',07$ и $\bar{x}_{123°} = -0'',36$. Однако все $\bar{x}_\varphi$ будут преувеличены на величину погрешности $\bar{x}_{3°}$ начального диаметра в серии, которую в первом приближении мы принимали равной нулю и которая в действительности нулю не равна. Поэтому уравнения (2) следует представить в следующем виде:

$$x^1_{3°} = 0 - \bar{x}_{3°} = 0;$$

$$x^1_{63°} = \bar{x}_{63°} - \bar{x}_{3°} = l_\varphi;$$

$$x^1_{123°} = \bar{x}_{123°} - \bar{x}_{3°} = l_{\varphi+60°} + l_\varphi. \tag{3.8}$$

Суммируя уравнения (3) получаем:

$$\sum_{1}^{3} x_{\varphi}^{1} = \bar{x}_{63^\circ} + \bar{x}_{123^\circ} - 3\bar{x}_{3^\circ} = 2l_{\varphi} + l_{\varphi+60^\circ},$$

но $\sum_{1}^{3} x_{\varphi}^{l} = 0$ при любом значении n, следовательно,

$$\bar{x}_{3^\circ} = \frac{\bar{x}_{63^\circ} + \bar{x}_{123^\circ}}{3} = \bar{x}_{m} = \frac{+0'',07 - 0'',36}{3} = -0'',10.$$

Тогда в окончательном виде предварительные значения погрешности x_{φ}^{1} определятся из уравнений:

$$\begin{aligned} x_{3^\circ}^{1} &= 0 - x_{m} = 0 - (-0'',10) = +0'',10; \\ x_{63^\circ}^{1} &= x_{63^\circ} - x_{m} = +0'',07 - (-0'',10) = +0'',17; \\ x_{123^\circ}^{1} &= \bar{x}_{123^\circ} - x_{m} = -0'',33 - (-0'',10) = -0'',26. \end{aligned} \qquad (4.8)$$

Контрольные $\sum_{1}^{3} x_{\varphi}^{1} = 0.$

Окончательные вычисления предварительных значений погрешностей x_{φ}^{1} диаметров выполнены в графе значений x^{1} табл. 1.

Таблица 2

Контрольный угол 45°

φ	l	$\overline{x}$	x^{II}	φ	l	$\overline{x}$	x^{II}	φ	l	$\overline{x}$	x^{II}
0°	0″,00	0″,00	−0″,05	3°	−0″,42	0″,00	+0″,53	6°	−1″,02	0″,00	+0″,76
45	−0 ,20	0 ,00	−0 ,05	48	−0 ,62	−0 ,42	+0 ,11	51	+0 ,18	−0 ,02	−0 ,26
90	+0 ,60	−0 ,20	−0 ,25	93	+0 ,38	−1 ,04	−0 ,51	96	−0 ,32	−0 ,84	−0 ,08
135	−0 ,40	+0 ,40	+0 ,35	138	+0 ,68	−0 ,66	−0 ,13	141	+1 ,18	−1 ,16	−0 ,40
Σ	0″,00	+0″,20	0″,00	Σ	0″,00	−2″,12	0″,00	Σ	0″,00	−3″,02	+0″,02
9°	−0 ,90	0 ,00	+0 ,45	12°	−0 ,45	0 ,00	+0 ,50	15°	+0 ,18	0 ,00	+0 ,23
54	+0 ,70	−0 ,90	−0 ,45	57	−0 ,45	−0 ,45	+0 ,05	60	−0 ,02	+0 ,18	+0 ,41
99	−0 ,50	−0 ,20	+0 ,25	102	+0 ,25	−0 ,90	−0 ,40	105	+0 ,58	−0 ,84	−0 ,61
144	+0 ,70	−0 ,70	−0 ,25	147	+0 ,65	−0 ,65	−0 ,15	150	+0 ,28	−0 ,26	−0 ,03
18°	−0″,05	0″,00	+0″,12	21°	−0″,42	0″,00	+0″,23	24°	−1″,15	0″,00	+0″,62
63	−0 ,65	−0 ,05	+0 ,07	66	−0 ,12	−0 ,42	−0 ,19	69	+0 ,85	−1 ,15	−0 ,53
108	+0 ,95	−0 ,70	−0 ,58	111	+0 ,58	−0 ,54	−0 ,31	114	−0 ,75	−0 ,30	+0 ,32
153	−0 ,25	+0 ,25	+0 ,37	156	−0 ,02	+0 ,04	+0 ,27	159	+1 ,05	−0 ,05	−0 ,43
27°	−0″,58	0″,00	+0″,14	30°	−0″,28	0″,00	+0″,04	33°	−0″,05	0″,00	−0″,18
72	+0 ,52	−0 ,58	−0 ,44	75	+0 ,42	−0 ,28	−0 ,24	78	+0 ,35	−0 ,05	−0 ,23
117	+0 ,12	−0 ,06	+0 ,08	120	−0 ,18	+0 ,14	+0 ,18	123	+0 ,15	+0 ,30	+0 ,12
162	−0 ,08	+0 ,06	+0 ,20	165	+0 ,02	−0 ,04	0 ,00	160	−0 ,45	+0 ,45	+0 ,27
36°	−0″,28	0″,00	−0″,20	39°	+0″,05	0″,00	−0″,22	42°	−0″,48	0″,00	+0″,17
81	+0 ,02	−0 ,28	−0 ,48	84	+0 ,75	+0 ,05	−0 ,17	87	+0 ,62	−0 ,48	−0 ,31
126	−0 ,38	+0 ,74	+0 ,54	129	−0 ,75	+0 ,80	+0 ,58	132	−0 ,48	+0 ,14	+0 ,31
171	−0 ,38	+0 ,36	+0 ,16	174	−0 ,05	+0 ,05	−0 ,17	177	+0 ,32	−0 ,34	−0 ,17

Порядок вычислений тот же, что и для контрольного угла 60°.

Таблица 3

Контрольный угол 40°

φ	l	$\overline{x}$	x^{IV}	φ	l	$\overline{x}$	x^{IV}	φ	l	$\overline{x}$	x^{IV}
0°	+0″,64	0″,00	+0″,34	5°	+0″,32	0″,00	+0″,11	10°	+0″,53	0″,00	−0″,23
40	−0 ,31	+0 ,64	+0 ,98	45	−0 ,66	+0 ,32	+0 ,43	50	−0 ,84	+0 ,53	+0 ,30
80	−1 ,46	+0 ,33	+0 ,67	85	−0 ,63	−0 ,34	−0 ,23	90	−1 ,19	−0 ,31	−0 ,54
120	+0 ,64	−1 ,13	−0 ,79	125	+0 ,97	−0 ,97	−0 ,86	130	+2 ,21	−1 ,50	−1 ,73
160	+0 ,42	−0 ,49	−0 ,15	165	+0 ,62	0 ,00	+0 ,11	170	+1 ,11	+0 ,71	+0 ,48
200	+0 ,64	−0 ,07	+0 ,27	205	+0 ,54	+0 ,62	+0 ,73	210	+0 ,13	+1 ,82	+1 ,59
240	−1 ,36	+0 ,57	+0 ,91	245	−1 ,98	+1 ,16	+1 ,27	250	−2 ,34	+1 ,95	+1 ,72
280	−1 ,31	−0 ,79	−0 ,45	285	−0 ,11	−0 ,82	−0 ,71	290	−0 ,39	−0 ,39	−0 ,62
320	+2 ,07	−2 ,10	−1 ,76	325	+0 ,94	−0 ,93	−0 ,82	330	+0 ,81	−0 ,78	−1 ,01

15°	+0″,17	0″,00	+0″,95
55	−1 ,30	+0 ,17	+1 ,12
95	−1 ,55	−1 ,13	−0 ,18
135	+1 ,60	−2 ,68	−1 ,73
175	+0 ,52	−1 ,08	−0 ,13
215	+0 ,02	−0 ,56	+0 ,39
255	−1 ,25	−0 ,54	+0 ,41
295	+0 ,87	−1 ,79	−0 ,84
335	+0 ,92	−0 ,92	+0 ,03

Порядок вычислений тот же, что и для контрольного угла 60°.

Таблица 4

Контрольный угол 36°

φ	t	$\bar{x}$	x^{III}	φ	t	$\bar{x}$	x^{III}	φ	t	$\bar{x}$	x^{III}
0°	−0″,48	0″,00	+0″,34	3°	−0″,54	0″,00	+0″,60	6°	−0″,94	0″,00	+0″,78
36	−0 ,18	−0 ,48	−0 ,14	39	−0 ,14	−0 ,54	+0 ,06	42	−0 ,44	−0 ,94	−0 ,16
72	+0 ,02	−0 ,66	−0 ,32	75	−0 ,24	−0 ,68	−0 ,08	78	+0 ,46	−1 ,38	−0 ,60
108	+0 ,72	−0 ,64	−0 ,30	111	+0 ,06	−0 ,92	−0 ,32	114	+0 ,26	−0 ,92	−0 ,14
144	−0 ,08	+0 ,08	+0 ,42	147	+0 ,86	−0 ,86	−0 ,26	150	+0 ,66	−0 ,66	+0 ,12
9°	−0″,66	0″,00	+0″,50	12°	−0″,56	0″,00	+0″,38	15°	−0″,82	0″,00	+0″,36
45	−0 ,16	−0 ,66	−0 ,16	48	−0 ,46	−0 ,56	−0 ,18	51	−0 ,02	−0 ,82	−0 ,46
81	+0 ,04	−0 ,82	−0 ,32	84	+0 ,74	−1 ,02	−0 ,64	87	+0 ,68	−0 ,84	−0 ,48
117	+0 ,54	−0 ,78	−0 ,28	120	+0 ,24	−0 ,28	+0 ,10	123	+0 ,18	−0 ,16	+0 ,20
153	+0 ,24	−0 ,24	+0 ,26	156	+0 ,04	−0 ,04	+0 ,34	159	−0 ,02	+0 ,02	+0 ,38
18°	−0″,16	0″,00	+0″,04	21°	−0″,14	0″,00	+0″,18	24°	−0″,16	0″,00	−0″,04
54	−0 ,46	−0 ,16	−0 ,12	57	−0 ,44	−0 ,14	+0 ,04	60	+0 ,64	−0 ,16	−0 ,20
90	+1 ,24	−0 ,62	−0 ,58	93	+0 ,76	−0 ,58	−0 ,40	96	−0 ,56	+0 ,48	+0 ,44
126	−0 ,66	+0 ,62	+0 ,66	129	−0 ,54	+0 ,18	+0 ,36	132	+0 ,04	−0 ,08	−0 ,12
162	+0 ,04	−0 ,04	0 ,00	165	+0 ,36	−0 ,36	−0 ,18	168	+0 ,04	−0 ,04	−0 ,08
27°	+0″,30	0″,00	−0″,34	30°	−0″,10	0″,00	+0″,08	33°	−0″,02	0″,00	−0″,40
63	+0 ,30	+0 ,30	−0 ,04	66	−0 ,10	−0 ,10	−0 ,02	69	+0 ,68	−0 ,02	−0 ,42
99	0 ,00	+0 ,60	+0 ,26	102	+0 ,10	−0 ,20	−0 ,12	105	+0 ,18	+0 ,66	+0 ,26
135	−0 ,40	+0 ,60	+0 ,26	138	+0 ,10	−0 ,10	−0 ,02	141	−0 ,32	+0 ,84	+0 ,44
171	−0 ,20	+0 ,20	−0 ,14	174	0 ,00	0 ,00	+0 ,08	177	−0 ,52	+0 ,52	+0 ,12

Порядок вычислений тот же, что и для контрольного угла 60°.

Таблица 5

Вычисления полных погрешностей диаметров круга по формуле (14)

φ	x_φ^{I}	x_φ^{II}	x_φ^{III}	x_φ	φ	x_φ^{I}	x_φ^{II}	x_φ^{III}	$\overline{x_\varphi}$
0°	−0″,03	−0″,05	+0″,34	+0″,09	93°	−0″,43	−0″,51	−0″,40	−0″,45
3	+0 ,10	+0 ,53	+0 ,60	+0 ,41	96	+0 ,40	−0 ,08	+0 ,44	+0 ,25
6	+0 ,23	+0 ,76	+0 ,78	+0 ,59	99	+0 ,23	+0 ,25	+0 ,26	+0 ,25
9	+0 ,70	+0 ,45	+0 ,50	+0 ,55	102	−0 ,04	−0 ,40	−0 ,12	−0 ,19
12	+0 ,30	+0 ,50	+0 ,38	+0 ,39	105	−0 ,40	−0 ,61	+0 ,26	−0 ,25
15	+0 ,20	+0 ,23	+0 ,36	+0 ,26	108	−0 ,03	−0 ,58	−0 ,30	−0 ,30
18	+0 ,23	+0 ,12	+0 ,04	+0 ,18	111	−0 ,10	−0 ,31	−0 ,32	−0 ,24
21	+0 ,07	+0 ,23	+0 ,18	+0 ,16	114	+0 ,17	+0 ,32	−0 ,14	+0 ,12
24	+0 ,27	+0 ,62	−0 ,01	+0 ,28	117	+0 ,10	+0 ,08	−0 ,28	−0 ,03
27	+0 ,34	+0 ,14	−0 ,34	+0 ,05	120	+0 ,03	+0 ,18	+0 ,10	+0 ,10
30	+0 ,13	+0 ,04	+0 ,08	+0 ,08	123	−0 ,26	+0 ,12	+0 ,20	+0 ,02
33	−0 ,06	−0 ,18	−0 ,40	−0 ,21	126	+0 ,43	+0 ,54	+0 ,66	+0 ,54
36	−0 ,27	−0 ,20	−0 ,14	−0 ,20	129	+0 ,06	+0 ,58	+0 ,36	+0 ,33
39	−0 ,07	−0 ,22	+0 ,06	−0 ,08	132	+0 ,34	+0 ,31	−0 ,12	+0 ,18
42	+0 ,23	+0 ,17	−0 ,16	+0 ,08	135	+0 ,14	+0 ,35	+0 ,26	+0 ,25
45	+0 ,17	−0 ,05	−0 ,16	−0 ,01	138	+0 ,03	−0 ,13	−0 ,02	−0 ,04
48	+0 ,17	+0 ,11	−0 ,18	+0 ,03	141	+0 ,17	−0 ,40	+0 ,44	+0 ,07
51	−0 ,13	−0 ,26	−0 ,46	−0 ,28	144	+0 ,13	−0 ,25	+0 ,42	+0 ,10
54	−0 ,16	−0 ,45	−0 ,12	−0 ,24	147	+0 ,30	−0 ,15	−0 ,26	−0 ,04
57	+0 ,13	+0 ,05	+0 ,04	+0 ,07	150	+0 ,33	−0 ,03	+0 ,12	+0 ,14
60	0 ,00	+0 ,41	−0 ,20	+0 ,07	153	+0 ,50	+0 ,37	+0 ,26	+0 ,38
63	+0 ,17	+0 ,07	−0 ,04	+0 ,07	156	−0 ,13	+0 ,27	+0 ,34	+0 ,16
66	−0 ,67	−0 ,19	−0 ,02	−0 ,29	159	−0 ,17	−0 ,43	+0 ,38	−0 ,07
69	−0 ,77	−0 ,53	−0 ,42	−0 ,57	162	−0 ,21	+0 ,20	0 ,00	0 ,00
72	−0 ,63	−0 ,44	−0 ,32	−0 ,46	165	+0 ,24	0 ,00	−0 ,36	−0 ,04
75	−0 ,33	−0 ,24	−0 ,08	−0 ,22	168	−0 ,13	+0 ,27	−0 ,08	+0 ,02
78	−0 ,27	−0 ,23	−0 ,60	−0 ,37	171	+0 ,23	+0 ,16	−0 ,14	+0 ,08
81	−0 ,23	−0 ,48	−0 ,32	−0 ,34	174	−0 ,01	−0 ,17	+0 ,08	+0 ,03
84	−0 ,40	−0 ,17	−0 ,64	−0 ,40	177	−0 ,23	−0 ,17	+0 ,12	−0 ,09
87	−0 ,63	−0 ,31	−0 ,48	−0 ,47					Σ+0 ,02
90	−0 ,47	−0 ,25	−0 ,58	−0 ,43					

Таблица 6

Вычисление средней квадратической погрешности полной погрешности диаметра круга по формуле (15)

φ	Δx_φ^{I}	Δx_φ^{II}	Δx_φ^{III}	φ	Δx_φ^{I}	Δx_φ^{II}	Δx_φ^{III}
0°	−0″,12	−0″,14	+0″,25	93°	−0″,02	+0″,06	−0″,05
3	+0 ,31	−0 ,12	−0 ,19	96	−0 ,15	+0 ,33	−0 ,19
6	+0 ,36	−0 ,17	−0 ,19	99	+0 ,02	0 ,00	−0 ,01
9	−0 ,15	+0 ,10	−0 ,05	102	−0 ,15	+0 ,21	−0 ,07
12	+0 ,09	−0 ,11	+0 ,01	105	−0 ,15	−0 ,36	+0 ,51
15	+0 ,06	+0 ,03	−0 ,10	108	−0 ,27	+0 ,28	0 ,00
18	−0 ,10	+0 ,01	+0 ,09	111	−0 ,14	0 ,07	+0 ,08
21	+0 ,09	−0 ,07	−0 ,02	114	−0 ,05	+0 ,20	−0 ,26
24	+0 ,01	−0 ,34	−0 ,32	117	+0 ,13	+0 ,11	−0 ,25
27	−0 ,29	−0 ,09	+0 ,39	120	+0 ,07	−0 ,08	0 ,00
30	−0 ,05	+0 ,04	0 ,00	123	+0 ,28	−0 ,10	−0 ,18
33	−0 ,15	−0 ,03	+0 ,10	126	+0 ,11	0 ,00	−0 ,12
36	+0 ,07	0 ,00	−0 ,06	129	+0 ,27	−0 ,25	−0 ,03
39	−0 ,01	+0 ,14	−0 ,14	132	−0 ,16	−0 ,13	+0 ,30
42	−0 ,15	−0 ,09	+0 ,24	135	+0 ,11	−0 ,10	−0 ,01
45	−0 ,18	+0 ,04	+0 ,15	138	−0 ,07	+0 ,09	−0 ,02
48	−0 ,14	−0 ,08	+0 ,15	141	−0 ,10	+0 ,47	−0 ,37
51	−0 ,15	−0 ,02	+0 ,18	144	−0 ,03	+0 ,35	−0 ,32
54	−0 ,08	+0 ,21	−0 ,12	147	−0 ,34	+0 ,11	+0 ,22
57	−0 ,06	+0 ,02	+0 ,03	150	−0 ,19	+0 ,17	+0 ,02
60	+0 ,07	−0 ,34	+0 ,27	153	−0 ,12	+0 ,01	+0 ,12
63	−0 ,10	0 ,00	+0 ,11	156	+0 ,29	−0 ,11	−0 ,18
66	+0 ,38	−0 ,10	−0 ,27	159	+0 ,08	+0 ,38	−0 ,47
69	+0 ,20	−0 ,04	−0 ,15	162	+0 ,21	−0 ,20	0 ,00
72	+0 ,17	−0 ,02	−0 ,14	165	−0 ,22	+0 ,02	+0 ,20
75	+0 ,11	+0 ,02	−0 ,14	168	+0 ,15	−0 ,25	+0 ,10
78	−0 ,10	−0 ,14	+0 ,23	171	−0 ,15	−0 ,08	+0 ,22
81	−0 ,11	+0 ,14	−0 ,02	174	−0 ,02	+0 ,14	−0 ,11
84	0 ,00	−0 ,23	+0 ,24	177	+0 ,14	0 ,08	−0 ,21
87	+0 ,16	−0 ,16	−0 ,01				
90	+0 ,03	−0 ,19	+0 ,14				

$\Sigma_{\Delta x^2} = 5{,}6660;$

$$m_{x_\varphi} = \sqrt{\frac{5{,}6660}{6 \times 60}} = \pm 0'',13.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 9 к ГОСТ 13424—68

ВЫЧИСЛЕНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДИАМЕТРОВ КРУГА

В приложении приведены два примера вычисления систематических погрешностей диаметров двух кругов: теодолита, исследуемого через 3°, и теодолита, исследуемого через 5°.

В обоих примерах при вычислениях использованы формулы (18), (19) и (20) разд. 4 настоящего стандарта.

Поскольку в обоих случаях используют одни и те же формулы и соблюдают тот же порядок и последовательность выполнения вычислительных действий, то необходимые пояснения даны только для первого примера, относящегося к исследованию горизонтального круга.

Пояснения к примеру 1

В строках I и II табл. 1 выписаны в определенной последовательности значения полных погрешностей диаметров, взятые из примера 1 приложения 4.

В строке табл. 1, обозначенной через S, записаны сумма полных погрешностей диаметров, полученных путем суммирования их значений, расположенных в одноименных графах.

В строке, обозначенной через P, выписаны разности этих же ошибок.

В строках I и II табл. 2, в определенной последовательности выписаны значения сумм полных погрешностей диаметров, полученных в графах табл. 1.

В строке табл. 2, обозначенной через A, записаны суммы, а в строке, обозначенной через B, — разности чисел (сумм), выписанных в строках I и II табл. 2 по каждой графе в отдельности.

В строках I и II табл. 3 помещены разности полных погрешностей диаметров, выписанные из табл. 1.

В строке табл. 3, обозначенной через M, записаны суммы этих разностей, а в строке, обозначенной через L, разности разностей.

В табл. 6—9 даны натуральные значения

$$\sin 2\varphi;\ \sin 4\varphi;\ \sin 6\varphi;\ \sin 8\varphi;\ \cos 2\varphi;\ \cos 4\varphi;\ \cos 6\varphi \text{ и } \cos 8\varphi$$

для случая исследования круга через 3°.

В данных таблицах значения тригонометрических функций расположены в том же порядке, что и величины A, B, M и L в табл. 2 и 3.

В табл. 4 выписаны произведения $\cos 2\varphi$ и $\cos 6\varphi$, выбираемых из табл. 7, на значения B, вычисленные в табл. 2; $\cos 4\varphi$ и $\cos 8\varphi$, выбираемых из табл. 6, на значения A, вычисленные в той же табл. 2; $\sin 2\varphi$ и $\sin 6\varphi$, выбираемых из табл. 9, на значения M, вычисленные в табл. 3; $\sin 4\varphi$ и $\sin 8\varphi$, выбираемые из табл. 8, на значения L, вычисленные в табл. 3.

Коэффициенты a_j, b_j ряда Фурье, входящие в формулу (18), вычислены по формулам (19) и (20), в которых:

$$a_1 = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi_i} \sin 2\varphi \right]_{\varphi=0}^{n} = \frac{2}{n}\left[M \sin 2\varphi \right]^{(n)},$$

$$a_2 = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi_i} \sin 4\varphi \right]_{\varphi=0}^{n} = \frac{2}{n}\left[L \sin 4\varphi \right]^{(n)},$$

$$a_3 = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi_i} \sin 6\varphi \right]_{\varphi=0}^{n} = \frac{2}{n}\left[M \sin 6\varphi \right]^{(n)},$$

$$a_4 = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi_i} \sin 8\varphi \right]_{\varphi=0}^{n} = \frac{2}{n}\left[L \sin 8\varphi \right]^{(n)},$$

$$b_1 = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi_i} \cos 2\varphi \right]_{\varphi=0}^{n} = \frac{2}{n}\left[B \cos 2\varphi \right]^{(n)},$$

$$b_2 = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi_i} \cos 4\varphi \right]_{\varphi=0}^{n} = \frac{2}{n}\left[A \cos 4\varphi \right]^{(n)},$$

$$b_3 = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi_i} \cos 6\varphi \right]_{\varphi=0}^{n} = \frac{2}{n}\left[B \cos 6\varphi \right]^{(n)},$$

$$b_4 = \frac{2}{n}\left[x_{\varphi_i} \cos 8\varphi \right]_{\varphi=0}^{n} = \frac{2}{n}\left[A \cos 8\varphi \right]^{(n)}.$$

Примечание.

При исследовании круга через 3° (пример 1) $n=60$ $a\ (n)=16$
При исследовании круга через 3° (пример 2) $n=36$ $a\ (n)=10$

Вычисления численных величин систематических ошибок выполнены в табл. 5 путем подстановки найденных значений коэффициентов a_i и b_i в формулу (18).

Пример 1

Таблица 1

	I		x_0^1	2 $x_{\cdot}$	3 $x_{\cdot}$	4 $x_{\cdot}$	5 $x_{\cdot}$	6 $x_{\cdot}$	7 $x_{\cdot}$	8 $x_{\cdot}$	9 $x_{\cdot}$	10 $x_{\cdot}$	11 $x_{\cdot}$	12 $x_{\cdot}$	13 $x_{\cdot}$	14 $x_{\cdot}$	15 $x_{\cdot}$
	II	60 $x_{\cdot}$	59 $x_{\cdot}$	58 $x_{\cdot}$	57 $x_{\cdot}$	56 $x_{\cdot}$	55 $x_{\cdot}$	54 $x_{\cdot}$	53 $x_{\cdot}$	52 $x_{\cdot}$	51 $x_{\cdot}$	50 $x_{\cdot}$	49 $x_{\cdot}$	48 $x_{\cdot}$	47 $x_{\cdot}$	46 $x_{\cdot}$	45 $x_{\cdot}$
	I II	+0°,08	+0°,45 −0 ,24	+0°,83 −0 ,08	+0°,77 +0 ,12	+0°,41 0 ,00	+0°,25 −0 ,04	+0°,11 −0 ,08	+0°,13 −0 ,19	+0°,39 +0 ,18	+0°,01 +0 ,43	0°,00 +0 ,20	−0°,41 −0 ,09	−0°,20 +0 ,14	−0°,12 0 ,00	+0°,05 −0 ,13	−0°,04 +0 ,32
S	(I+II)	S_0 +0°,08	S_1 +0°,21	S_2 +0°,75	S_3 +0°,89	S_4 +0°,41	S_5 +0°,21	S_6 +0°,03	S_7 −0°,06	S_8 +0°,57	S_9 +0°,44	S_{10} +0°,20	S_{11} −0°,50	S_{12} −0°,06	S_{13} −0°,12	S_{14} −0°,08	S_{15} +0°,28
P	(I−II)	P_0 −0°,08	P_1 +0°,69	P_2 +0°,91	P_3 +0°,65	P_4 +0°,41	P_5 +0°,29	P_6 +0°,19	P_7 +0°,32	P_8 +0°,21	P_9 −0°,62	P_{10} −0°,20	P_{11} −0°,32	P_{12} −0°,34	P_{13} −0°,12	P_{14} +0°,18	P_{15} −0°,36

Продолжение табл. 1

	I	16 $x_{\cdot}$	17 $x_{\cdot}$	18 $x_{\cdot}$	19 $x_{\cdot}$	20 $x_{\cdot}$	21 $x_{\cdot}$	22 $x_{\cdot}$	23 $x_{\cdot}$	24 $x_{\cdot}$	25 $x_{\cdot}$	26 $x_{\cdot}$	27 $x_{\cdot}$	28 $x_{\cdot}$	29 $x_{\cdot}$	30 $x_{\cdot}$	Контроль Σ
	II	44 $x_{\cdot}$	43 $x_{\cdot}$	42 $x_{\cdot}$	41 $x_{\cdot}$	40 $x_{\cdot}$	39 $x_{\cdot}$	38 $x_{\cdot}$	37 $x_{\cdot}$	36 $x_{\cdot}$	35 $x_{\cdot}$	34 $x_{\cdot}$	33 $x_{\cdot}$	32 $x_{\cdot}$	31 $x_{\cdot}$		
	I II	+0°,04 +0 ,17	−0°,28 +0 ,35	−0°,15 +0 ,75	+0°,06 −0 ,09	+0°,24 −0 ,17	+0°,28 −0 ,07	−0°,19 +0 ,17	−0°,70 −0 ,30	−0°,53 −0 ,34	−0°,22 −0 ,44	−0°,39 −0 ,23	−0°,28 +0 ,41	−0°,36 +0 ,49	−0°,65 −0 ,52	−0°,48	$\sum_{1}^{30} x_i = -0°,98$ $\sum_{1}^{60} x_i = +1°,14$
S	(I+II)	S_{16} +0°,21	S_{17} +0°,07	S_{18} +0°,69	S_{19} −0°,03	S_{20} +0°,41	S_{21} +0°,21	S_{22} −0°,02	S_{23} 1°,00	S_{24} −0°,87	S_{25} −0°,66	S_{26} −0°,62	S_{27} +0°,13	S_{28} +0°,13	S_{29} −1°,17	S_{30} −0°,48	$\sum_{1}^{30} S_i = +0°,16$
P	(I−II)	P_{15} −0°,13	P_{17} −0°,63	P_{18} −0°,90	P_{19} +0°,15	P_{20} +0°,07	P_{21} +0°,35	P_{22} −0°,36	P_{23} −0°,40	P_{24} −0°,19	P_{25} +0°,22	P_{26} −0°,16	P_{27} −0°,69	P_{28} −0°,85	P_{29} −0°,13	P_{30} −0°,48	$\sum_{1}^{30} P_i = -2°,12$

Таблица 2

		I II	S_0 S_{20}	S_1 S_{21}	S_2 S_{22}	S_3 S_{23}	S_4 S_{24}	S_5 S_{25}	S_6 S_{26}	S_7 S_{27}	S_8 S_{28}	S_9 S_{29}	S_{10} S_{30}	S_{11} S_{31}	S_{12} S_{32}	S_{13} S_{33}	S_{14} S_{34}	S_{15}	Контроль Σ
		I	+0°,08	+0°,21	+0°,75	+0°,89	+0°,41	+0°,21	+0°,03	−0°,06	+0°,57	+0°,44	+0°,20	−0°,50	−0°,06	−0°,12	−0°,08	+0°28	+3°,25
		II	−0 ,48	−1 ,17	+0 ,13	+0 ,13	−0 ,62	−0 ,66	−0 ,57	−1 ,00	−0 ,02	+0 ,21	+0 ,41	−0 ,28	+0 ,69	+0 ,07	+0 ,21		−3 ,03
$S_I + S_{II}$		A	+0°,40	−0°,16	+0°,88	+1°,02	+0°,21	−0°,45	−0°,84	−1°,06	+0°,55	+0°,65	+0°,61	−0°,53	+0°,54	−0°,06	+0°,13	+0°,28	+0°,16
$S_I - S_{II}$		B	+0 ,56	+1 ,38	+0 ,62	+0 ,76	+1 ,03	+0 ,87	+0 ,90	+0 ,94	+0 ,59	+0 ,23	0 ,21	−0 ,47	−0 ,66	−0 ,19	−0 ,29	+0 ,26	+6 ,34

Таблица 3

		I II	P_0 P_{20}	P_1 P_{21}	P_2 P_{22}	P_3 P_{23}	P_4 P_{24}	P_5 P_{25}	P_6 P_{26}	P_7 P_{27}	P_8 P_{28}	P_9 P_{29}	P_{10} P_{30}	P_{11} P_{31}	P_{12} P_{32}	P_{13} P_{33}	P_{14} P_{34}	P_{15}	Контроль Σ
		I	−0°,08	+0°,69	+0°,91	+0°,65	+0°,41	+0°,29	+0°,19	+0°,32	+0°,21	−0°,42	−0°,20	−0°,32	−0°,34	−0°,12	+0°,18	−0°,26	+2°,01
		II	−0 ,48	−0 ,13	−0 ,85	−0 ,69	−0 ,16	+0 ,22	−0 ,19	−0 ,40	−0 ,26	+0 ,35	+0 ,07	+0 ,15	−0 ,90	−0,53	−0 ,13		−4 ,13
$P_I + P_{II}$		M	−0°,56	+0°,56	+0°,06	−0°,04	+0°,25	+0°,51	0°,00	−0°,08	−0°,15	−0°,07	−0°,13	−0°,17	−1°,24	−0°,75	+0°,05	−0°,26	−2°,12
$P_I - P_{II}$		L	+0 ,40	+0 ,82	+1 ,76	+1 ,34	+0 ,57	+0 ,07	+0 ,38	+0 ,72	+0 ,47	−0 ,77	−0 ,27	−0 ,47	+0 ,56	+0 ,51	+0 ,31	−0 ,26	+6 ,14

Таблица 4

Вычисление коэффициентов a_i и b_i ряда Фурье

φ_0	$B\cos 2\varphi$	$A\cos 4\varphi$	$B\cos 6\varphi$	$A\cos 8\varphi$	$M\sin 2\varphi$	$L\sin 4\varphi$	$M\sin 6\varphi$	$L\sin 8\varphi$
0°	+0″,5600	−0″,4000	+0″,5600	−0″,4000	0″,0000	0″,0000	0″,0000	0″,0000
3	+1 ,3662	−0 ,9408	+1 ,3110	−0 ,8736	+0 ,0560	+0 ,1722	+0 ,1736	+0 ,3862
6	−0 ,6076	−0 ,8008	+0 ,5022	+0 ,5896	+0 ,0126	+0 ,7216	+0 ,0354	+1 ,3024
9	−0 ,7220	+0 ,8262	+0 ,4484	+0 ,3162	−0 ,0124	+0 ,7906	−0 ,0324	+1 ,2730
12	+0 ,9373	−0 ,1407	+0 ,3193	+0 ,0210	+0 ,1025	+0 ,4218	+0 ,2375	+0 ,5643
15	+0 ,7569	−0 ,2250	0 ,0000	+0 ,2250	+0 ,2550	+0 ,0609	+0 ,5100	+0 ,0609
18	+0 ,7290	−0 ,2604	−0 ,2790	+0 ,6804	0 ,0000	+0 ,3610	0 ,0000	+0 ,2242
21	+0 ,6956	−0 ,1060	−0 ,5546	−1 ,0388	−0 ,0536	+0 ,7128	−0 ,0648	+0 ,1512
24	+0 ,3958	−0 ,0550	−0 ,4779	−0 ,5390	−0 ,1110	+0 ,5643	−0 ,0885	+0 ,1197
27	+0 ,1357	−0 ,2015	−0 ,2185	−0 ,5265	−0 ,0567	−0 ,7315	−0 ,0217	+0 ,4543
30	−0 ,1050	−0 ,3050	+0 ,2100	−0 ,3050	−0 ,1131	−0 ,2349	0 ,0000	+0 ,2349
33	−0 ,1927	+0 ,3551	+0 ,4465	+0 ,0530	−0 ,1547	−0 ,3478	+0 ,0527	+0 ,4653
36	−0 ,2046	−0 ,4374	+0 ,5346	+0 ,1674	−1 ,1780	+0 ,3304	+0 ,7316	−0 ,5320
39	−0 ,0399	+0 ,0455	+0 ,1121	−0 ,0335	−0 ,7350	+0 ,2091	+0 ,6075	−0 ,3774
42	−0 ,0290	−0 ,1274	+0 ,0899	+0 ,1183	+0 ,0495	+0 ,0651	−0 ,0475	−0 ,1271
45	−0 ,0000	−0 ,2800	0 ,0000	+0 ,2800	−0 ,3600	0 ,0000	+0 ,3600	0 ,0000
Σ	+6 ,3344	−1 ,4516	+3 ,0040	+0 ,8121	−2 ,2989	+3 ,0956	+2 ,4534	+3 ,9105

$$a_1 = \frac{-2'',2989}{30} = -0'',08;$$

$$a_2 = \frac{+3'',0956}{30} = +0'',10;$$

$$a_3 = \frac{+2'',4534}{30} = +0'',08;$$

$$a_4 = \frac{+3'',9105}{30} = +0'',13;$$

$$b_1 = \frac{+6'',3344}{30} = +0'',21;$$

$$b_2 = \frac{-1'',4516}{30} = -0'',05;$$

$$b_3 = \frac{+3'',0040}{30} = +0'',10;$$

$$b_4 = \frac{+0'',8121}{30} = +0'',03.$$

Вычисление систематических погрешностей диаметров круга, исследованного через 3°

Таблица 5

φ	$-0{,}08\sin 2\varphi$	$+0{,}10\sin 4\varphi$	$+0{,}08\sin 6\varphi$	$+0{,}13\sin 8\varphi$	$+0{,}21\cos 2\varphi$	$-0{,}05\cos 4\varphi$	$+0{,}10\cos 6\varphi$	$+0{,}03\cos 8\varphi$	x_φ
0°	0″,000	0″,000	0″,000	0″,000	+0″,210	−0″,050	+0″,100	+0″,030	+0″,290
3	−0 ,008	+0 ,021	+0 ,025	+0 ,053	+0 ,208	−0 ,049	+0 ,095	+0 ,027	+0 ,372
6	−0 ,017	+0 ,044	+0 ,047	+0 ,096	+0 ,206	−0 ,046	+0 ,081	+0 ,020	+0 ,428
9	−0 ,025	+0 ,059	+0 ,065	+0 ,124	+0 ,200	−0 ,040	+0 ,059	+0 ,009	+0 ,451
12	−0 ,033	+0 ,074	+0 ,076	+0 ,129	+0 ,191	−0 ,034	+0 ,031	−0 ,003	+0 ,431
15	−0 ,040	+0 ,087	+0 ,080	+0 ,113	+0 ,183	−0 ,025	0 ,000	−0 ,015	+0 ,383
18	−0 ,047	+0 ,095	+0 ,076	+0 ,077	+0 ,170	−0 ,016	−0 ,031	−0 ,024	+0 ,300
21	−0 ,054	+0 ,099	+0 ,065	+0 ,027	+0 ,155	−0 ,005	−0 ,059	−0 ,029	+0 ,199
24	−0 ,059	+0 ,099	+0 ,047	−0 ,027	+0 ,141	+0 ,005	−0 ,081	−0 ,029	+0 ,096
27	−0 ,065	+0 ,095	+0 ,025	−0 ,077	+0 ,124	+0 ,016	−0 ,095	−0 ,024	−0 ,001
30	−0 ,070	+0 ,087	0 ,000	−0 ,113	+0 ,105	+0 ,025	−0 ,100	−0 ,015	−0 ,081
33	−0 ,073	+0 ,074	−0 ,025	−0 ,129	+0 ,086	+0 ,034	−0 ,095	−0 ,003	−0 ,131
36	−0 ,076	+0 ,059	−0 ,047	−0 ,124	+0 ,065	+0 ,040	−0 ,081	+0 ,009	−0 ,155
39	−0 ,078	+0 ,041	−0 ,065	−0 ,096	+0 ,044	+0 ,046	−0 ,059	+0 ,020	−0 ,147
42	−0 ,079	+0 ,021	−0 ,076	−0 ,053	+0 ,021	+0 ,049	−0 ,031	+0 ,027	−0 ,121
45	−0 ,080	0 ,000	−0 ,080	0 ,000	0 ,000	+0 ,050	0 ,000	+0 ,030	−0 ,080
48	−0 ,079	−0 ,021	−0 ,076	+0 ,053	−0 ,021	+0 ,049	+0 ,031	+0 ,027	−0 ,037
51	−0 ,078	−0 ,041	−0 ,065	+0 ,096	−0 ,044	+0 ,046	+0 ,059	+0 ,020	−0 ,007
54	−0 ,076	−0 ,059	−0 ,047	+0 ,124	−0 ,065	+0 ,040	+0 ,081	+0 ,009	+0 ,007
57	−0 ,073	−0 ,074	−0 ,025	+0 ,129	−0 ,086	+0 ,034	+0 ,095	−0 ,003	−0 ,003
60	−0 ,070	−0 ,087	−0 ,000	+0 ,113	−0 ,105	+0 ,025	+0 ,100	−0 ,015	−0 ,039
63	−0 ,065	−0 ,095	+0 ,025	+0 ,077	−0 ,124	+0 ,016	+0 ,095	−0 ,024	−0 ,095
66	−0 ,059	−0 ,099	+0 ,047	+0 ,027	−0 ,141	+0 ,005	+0 ,081	−0 ,029	−0 ,168
69	−0 ,054	−0 ,099	+0 ,065	−0 ,027	−0 ,155	−0 ,005	+0 ,059	−0 ,029	−0 ,245
72	−0 ,047	−0 ,095	+0 ,076	−0 ,077	−0 ,170	−0 ,016	+0 ,031	−0 ,024	−0 ,322
75	−0 ,040	−0 ,087	+0 ,080	−0 ,113	−0 ,183	−0 ,025	0 ,000	−0 ,015	−0 ,383
78	−0 ,033	−0 ,074	+0 ,076	−0 ,129	−0 ,191	−0 ,034	−0 ,031	−0 ,003	−0 ,419
81	−0 ,025	−0 ,059	+0 ,065	−0 ,124	−0 ,200	−0 ,040	−0 ,059	+0 ,009	−0 ,433

φ	$-0{,}08\sin 2\varphi$	$+0{,}10\sin 4\varphi$	$+0{,}08\sin 6\varphi$	$+0{,}13\sin 8\varphi$	$+0{,}21\cos 2\varphi$	$-0{,}05\cos 4\varphi$	$+0{,}10\cos 6\varphi$	$+0{,}03\cos 8\varphi$	x_a
84	−0″,017	−0″,041	+0″,047	−0″,096	−0″,206	−0″,046	−0″,081	+0″,020	−0″,420
87	−0 ,008	−0 ,021	+0 ,025	−0 ,053	−0 ,208	−0 ,049	−0 ,095	+0 ,027	−0 ,382
90	0 ,000	0 ,000	0 ,000	0 ,000	−0 ,210	−0 ,050	−0 ,100	+0 ,030	−0 ,330
93	+0 ,008	+0 ,021	−0 ,025	+0 ,053	−0 ,208	−0 ,049	−0 ,095	+0 ,027	−0 ,268
96	+0 ,017	+0 ,041	−0 ,047	+0 ,096	−0 ,206	−0 ,046	−0 ,081	+0 ,020	−0 ,206
99	+0 ,025	+0 ,059	−0 ,065	+0 ,124	−0 ,200	−0 ,040	−0 ,059	+0 ,009	−0 ,147
102	+0 ,033	+0 ,074	−0 ,076	+0 ,129	−0 ,191	−0 ,034	−0 ,031	−0 ,003	−0 ,099
105	+0 ,040	+0 ,087	−0 ,080	+0 ,113	−0 ,183	−0 ,025	0 ,000	−0 ,015	−0 ,063
108	+0 ,047	+0 ,095	−0 ,076	+0 ,077	−0 ,170	−0 ,016	+0 ,031	−0 ,024	−0 ,036
111	+0 ,054	+0 ,099	−0 ,065	+0 ,027	−0 ,155	−0 ,005	+0 ,059	−0 ,029	−0 ,015
114	+0 ,059	+0 ,099	−0 ,047	−0 ,027	−0 ,141	+0 ,005	+0 ,081	−0 ,029	0 ,000
117	+0 ,065	+0 ,095	−0 ,025	−0 ,077	−0 ,124	+0 ,016	+0 ,095	−0 ,024	+0 ,021
120	+0 ,070	+0 ,087	0 ,000	−0 ,113	−0 ,105	+0 ,025	+0 ,100	−0 ,015	+0 ,049
123	+0 ,073	+0 ,074	+0 ,025	−0 ,129	−0 ,086	+0 ,034	+0 ,095	−0 ,003	+0 ,083
126	+0 ,076	+0 ,059	+0 ,047	−0 ,124	−0 ,065	+0 ,040	+0 ,081	+0 ,009	+0 ,123
129	+0 ,078	+0 ,041	+0 ,065	−0 ,096	−0 ,044	+0 ,046	+0 ,059	+0 ,020	+0 ,169
132	+0 ,079	+0 ,021	+0 ,076	−0 ,053	−0 ,021	+0 ,049	+0 ,031	+0 ,027	+0 ,209
135	+0 ,080	0 ,000	+0 ,080	0 ,000	0 ,000	+0 ,050	0 ,000	+0 ,030	+0 ,240
138	+0 ,079	−0 ,021	+0 ,076	+0 ,053	+0 ,021	+0 ,049	−0 ,031	+0 ,027	+0 ,253
141	+0 ,078	−0 ,041	+0 ,065	+0 ,096	+0 ,044	+0 ,046	−0 ,059	+0 ,020	+0 ,249
144	+0 ,076	−0 ,059	+0 ,047	+0 ,124	+0 ,065	+0 ,040	−0 ,081	+0 ,009	+0 ,221
147	+0 ,073	−0 ,074	+0 ,025	+0 ,129	+0 ,086	+0 ,034	−0 ,095	−0 ,003	+0 ,175
150	+0 ,070	−0 ,087	0 ,000	+0 ,113	+0 ,105	+0 ,025	−0 ,100	−0 ,015	+0 ,111
153	+0 ,065	−0 ,095	−0 ,025	+0 ,077	+0 ,124	+0 ,016	−0 ,095	−0 ,024	+0 ,043
156	+0 ,059	−0 ,099	−0 ,047	+0 ,027	+0 ,141	+0 ,005	−0 ,081	−0 ,029	−0 ,024
159	+0 ,054	−0 ,099	−0 ,065	−0 ,027	+0 ,155	−0 ,005	−0 ,059	−0 ,029	−0 ,075
162	+0 ,047	−0 ,095	−0 ,076	−0 ,077	+0 ,170	−0 ,016	−0 ,031	−0 ,024	−0 ,102
165	+0 ,040	−0 ,087	−0 ,080	−0 ,113	+0 ,183	−0 ,025	0 ,000	−0 ,015	−0 ,097
168	+0 ,033	−0 ,074	−0 ,076	−0 ,129	+0 ,191	−0 ,034	+0 ,031	−0 ,003	−0 ,061

Продолжение табл. 5

φ	−0,08sin2φ	+0,10sin4φ	+0,08sin6φ	+0,13sin8φ	+0,21cos2φ	−0,05cos4φ	+0,10cos6φ	+0,03cos8φ	x_φ
171°	+0″,025	−0″,059	−0″,065	−0″,124	+0″,200	−0″,040	+0″,059	+0″,009	+0″,005
174	+0 ,017	−0 ,041	−0 ,047	−0 ,096	+0 ,206	−0 ,046	+0 ,081	+0 ,020	+0 ,094
177	+0 ,008	−0 ,021	−0 ,025	−0 ,053	+0 ,208	−0 ,049	+0 ,095	+0 ,027	+0 ,190
	0 ,000	0 ,000	0 ,000	0 ,000	0 ,000	0 ,000	0 ,000	0 ,000	0 ,000

Значения sin и cos для случая исследования круга через 3°

Таблица 6

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}
cos4φ	+1,00	+0,98	+0,91	+0,81	+0,67	+0,50	+0,31	+0,10	−0,10	−0,31	−0,50	−0,67	−0,81	−0,91	−0,98	−1,00
cos8φ	+1,00	+0,91	+0,67	+0,31	−0,10	−0,50	−0,81	−0,98	−0,98	−0,81	−0,50	−0,10	+0,31	+0,67	+0,91	+1,00

Таблица 7

	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}	B_{15}
cos2φ	+1,00	+0,99	+0,98	+0,95	+0,91	+0,87	+0,81	+0,74	+0,67	+0,59	+0,50	+0,41	+0,31	+0,21	+0,10	0,00
cos6φ	+1,00	+0,95	+0,81	+0,59	+0,31	0,00	+0,31	−0,59	−0,81	−0,95	−1,00	−0,95	−0,81	−0,59	−0,31	0,00

Таблица 8

	L_0	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	L_{11}	L_{12}	L_{13}	L_{14}	L_{15}
sin4φ	0,00	+0,21	+0,41	+0,59	+0,74	+0,87	+0,95	+0,99	+0,99	+0,95	+0,87	+0,74	+0,59	+0,41	+0,21	0,00
sin8φ	0,00	+0,41	+0,74	+0,95	+0,99	+0,87	+0,59	+0,21	−0,21	−0,59	−0,87	−0,99	−0,95	−0,74	−0,41	0,00

Таблица 9

	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}	M_{12}	M_{13}	M_{14}	M_{15}
sin2φ	0,00	+0,10	+0,21	+0,31	+0,41	+0,50	+0,59	+0,67	+0,74	+0,81	+0,87	+0,91	+0,95	+0,98	+0,99	+1,00
sin6φ	0,00	+0,31	+0,59	+0,81	+0,95	+1,00	+0,95	+0,81	+0,59	−0,31	0,00	−0,31	−0,59	−0,81	−0,95	−1,00

Пример 2

Таблица 1

	I		1 x_1	2 x_{20}	3 x_{15}	4 x_{21}	5 x_{25}	6 x_{30}	7 x_{35}	8 x_{40}	9 x_{45}	10 x_{50}
	II	36 x_{180}	35 x_{175}	34 x_{170}	33 x_{165}	32 x_{160}	31 x_{155}	30 x_{150}	29 x_{145}	28 x_{140}	27 x_{135}	26 x_{130}
	I II	$-1^{\circ},02$	$+0^{\circ},60$ $+1\ ,00$	$+0^{\circ},75$ $-0\ ,50$	$+0^{\circ},90$ $-0\ ,02$	$+0^{\circ},08$ $+0\ ,28$	$+1^{\circ},48$ $-0\ ,02$	$+0^{\circ},02$ $-1\ ,50$	$+2^{\circ},00$ $+1\ ,05$	$+0^{\circ},20$ $0\ ,00$	$+2^{\circ},78$ $+0\ ,38$	$+1^{\circ},60$ $-0\ ,80$
S	(I+II)	S_0 $-1^{\circ},02$	S_1 $+1^{\circ},60$	S_2 $+0^{\circ},25$	S_3 $+0^{\circ},88$	S_4 $+0^{\circ},36$	S_5 $+1^{\circ},46$	S_6 $-1^{\circ},52$	S_7 $+3^{\circ},05$	S_8 $+0^{\circ},20$	S_9 $+3^{\circ},16$	S_{10} $+0^{\circ},80$
P	(I−II)	P_0 $+1^{\circ},02$	P_1 $-0^{\circ},40$	P_2 $+1^{\circ},25$	P_3 $+0^{\circ},92$	P_4 $-0^{\circ},20$	P_5 $+1^{\circ},50$	P_6 $+1^{\circ},48$	P_7 $+0^{\circ},95$	P_8 $+0^{\circ},20$	P_9 $+2^{\circ},90$	P_{10} $+2^{\circ},40$

Продолжение табл. 1

	I	11 x_{55}	12 x_{60}	13 x_{65}	14 x_{70}	15 x_{75}	16 x_{80}	17 x_{85}	18 x_{90}	Контроль
	II	25 x_{125}	24 x_{120}	23 x_{115}	22 x_{110}	21 x_{105}	20 x_{100}	19 x_{95}		
	I II	$+1^{\circ},25$ $+0\ ,40$	$+0^{\circ},50$ $-1\ ,12$	$+0^{\circ},58$ $-1\ ,22$	$-0^{\circ},52$ $-0\ ,62$	$+1^{\circ},18$ $+0\ ,10$	$-1^{\circ},90$ $-3\ ,05$	$-0^{\circ},40$ $-2\ ,20$	$-2^{\circ},12$	$\sum_{1}^{18} x_i = 8^{\circ},94$ $\sum_{19}^{36} x_i = 8^{\circ},86$
S	(I+II)	S_{11} $+1^{\circ},65$	S_{12} $+0^{\circ},62$	S_{13} $+0^{\circ},64$	S_{14} $+1^{\circ},14$	S_{15} $+1^{\circ},28$	S_{16} $+6^{\circ},95$	S_{17} $+2^{\circ},60$	S_{18} $+2^{\circ},12$	$\sum_{1}^{18} S_i = 0^{\circ},08$
P	(I−II)	P_{11} $+0^{\circ},85$	P_{12} $+1^{\circ},62$	P_{13} $+1^{\circ},80$	P_{14} $+0^{\circ},10$	P_{15} $+1^{\circ},08$	P_{16} $+1^{\circ},15$	P_{17} $+1^{\circ},80$	P_{18} $+2^{\circ},12$	$\sum_{1}^{18} x_i - \sum_{1}^{36} x_i = 17^{\circ},86$

Таблица 2

		I	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9		Контроль
		II	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S_{17}	S_{18}	S_{19}		
		I	−1″,02	+1″,60	+0″,25	+0″,88	+0″,36	+1″,46	−1″,52	+3″,05	+0″,20	+3″,16	+8″,42	$\sum_{1}^{10} S_i$
		II	−2 ,12	−2 ,60	−4 ,95	+1 ,28	−1 ,14	−0 ,64	−0 ,62	+1 ,85	+0 ,80		−8 ,34	$\sum_{11}^{20} S_i$
$S_I + S_{II}$		A	−3″,14	−1″,00	−4″,70	+2″,16	−0″,78	+0″,82	−2″,14	+4″,70	+1″,00	+3″,16	+ 0″,08	$\sum_{1}^{10} A_i = \sum_{1}^{10} S_i + \sum_{11}^{20} S_i$
$S_I - S_{II}$		B	+1 ,10	+4 ,20	+5 ,20	−0 ,40	+1 ,50	+2 ,10	−0 ,90	+1 ,40	−0 ,60	+3 ,16	+16 ,00	$\sum_{1}^{10} B_i = \sum_{1}^{10} S_i - \sum_{11}^{20} S_i = 16″,76$

Таблица 3

I	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	Контроль
II	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{15}	P_{16}	P_{17}	P_{18}		
I	+1″,02	−0″,40	+1″,25	+0″,92	−0″,20	+1″,50	+1″,48	+0″,95	+0″,20	+2″,40	$+ 9″,12 \sum_{0}^{09} P_i$
II	−2 ,12	+1 ,80	+1 ,15	+1 ,08	+0 ,10	+1 ,80	+1 ,62	+0 ,85	+2 ,40		$+ 8 ,68 \sum_{11}^{20} P_i$
M	−1 ,10	+1 ,40	+2 ,40	+2 ,00	−0 ,10	+3 ,30	+3 ,10	+1 ,80	+2 ,60	+2 ,40	$+ 17 ,80 \sum_{0}^{09} M_i$
L	+3 ,14	−2 ,20	+0 ,10	−0 ,16	−0 ,30	−0 ,30	−0 ,14	+0 ,10	−2 ,20	+2 ,40	$+ 0 ,44 \sum_{0}^{09} L_i$

Вычисления коэффициентов a_j и b_j ряда Фурье

Таблица 4

φ	$B\cos 2\varphi$	$A\cos 4\varphi$	$B\cos 6\varphi$	$A\cos 8\varphi$	$M\sin 2\varphi$	$L\sin 4\varphi$	$M\sin 6\varphi$	$L\sin 8\varphi$
0°	+1″,100	−3″,140	+1″,100	−3″,140	0″,000	0″,000	0″,000	0″,000
5	+4 ,116	−0 ,940	+3 ,654	−0 ,770	+0 ,238	−0 ,748	+0 ,700	−1 ,408
10	+4 ,888	−3 ,619	+2 ,600	−0 ,799	+0 ,816	+0 ,064	+2 ,088	+0 ,098
15	−0 ,348	+1 ,080	0 ,000	−1 ,080	+1 ,000	−0 ,139	+2 ,000	−0 ,139
20	+1 ,155	−0 ,133	−0 ,750	+0 ,733	−0 ,064	−0 ,294	−0 ,082	−0 ,102
25	+1 ,344	−0 ,139	−1 ,827	−0 ,771	+2 ,541	−0 ,294	+1 ,650	+0 ,102
30	−0 ,450	+1 ,070	+0 ,900	+1 ,020	+2 ,697	−0 ,122	0 ,000	+0 ,122
35	+0 ,426	−3 ,619	−1 ,218	+0 ,799	+1 ,692	+0 ,064	−0 ,900	−0 ,098
40	−0 ,102	−0 ,940	+0 ,300	+0 ,770	+2 ,548	−0 ,748	−2 ,262	+1 ,408
45	0 ,000	−3 ,160	0 ,000	+3 ,160	+2 ,400	0 ,000	−2 ,400	0 ,000
Σ	+12 ,179	−13 ,540	+4 ,759	+0 ,028	+13 ,868	−2 ,217	+0 ,789	−0 ,017

$$a_1 = +\frac{13'',868}{18} = +0,''77; \qquad b_1 = +\frac{12'',179}{18} = +0,''68;$$

$$a_2 = -\frac{2'',217}{18} = -0,''12; \qquad b_2 = -\frac{13'',540}{18} = -0,''73;$$

$$a_3 = +\frac{0'',789}{18} = +0,''07; \qquad b_3 = +\frac{4'',759}{18} = +0'',26;$$

$$a_4 = -\frac{0'',017}{18} = -0,''01; \qquad b_4 = +\frac{0'',028}{18} = +0'',02.$$

Вычисления систематических погрешностей диаметров круга, исследованного через 5°

Таблица 5

φ	+0,77sin2φ	−0,12sin4φ	+0,07sin6φ	−0,1sin8φ	+0,68cos2φ	−0,73cos4φ	+0,26cos6φ	+0,02cos8φ	x_0
0°	0″,00	0″,00	0″,00	0″,00	+0″,68	−0″,75	+0″,26	+0″,02	+0″,21
5	+0 ,13	−0 ,04	+0 ,04	+0 ,01	+0 ,67	−0 ,71	+0 ,23	+0 ,02	+0 ,35
10	+0 ,26	−0 ,08	+0 ,06	+0 ,01	+0 ,64	−0 ,58	+0 ,13	0 ,00	+0 ,44
15	+0 ,38	−0 ,10	+0 ,07	+0 ,01	+0 ,59	−0 ,38	0 ,00	−0 ,01	+0 ,56
20	+0 ,49	−0 ,12	+0 ,06	0 ,00	+0 ,52	−0 ,13	−0 ,13	−0 ,02	+0 ,67
25	+0 ,59	−0 ,12	+0 ,04	0 ,00	+0 ,44	+0 ,13	−0 ,23	−0 ,02	+0 ,83
30	+0 ,67	−0 ,10	0 ,00	−0 ,01	+0 ,34	+0 ,38	−0 ,26	−0 ,01	+0 ,01
35	+0 ,72	−0 ,08	−0 ,04	−0 ,01	+0 ,23	+0 ,58	−0 ,23	0 ,00	+1 ,17
40	+0 ,75	−0 ,04	−0 ,06	−0 ,01	+0 ,12	+0 ,71	−0 ,13	+0 ,02	+1 ,36
45	+0 ,77	0 ,00	−0 ,07	0 ,00	0 ,00	+0 ,75	0 ,00	+0 ,02	+1 ,47
50	+0 ,75	+0 ,04	−0 ,06	+0 ,01	−0 ,12	+0 ,71	+0 ,13	+0 ,02	+1 ,48
55	+0 ,72	+0 ,08	−0 ,04	+0 ,01	−0 ,23	+0 ,58	+0 ,23	0 ,00	+1 ,35
60	+0 ,67	+0 ,10	0 ,00	+0 ,01	−0 ,34	+0 ,38	+0 ,26	−0 ,01	+1 ,07
65	+0 ,59	+0 ,12	+0 ,04	0 ,00	−0 ,44	+0 ,13	+0 ,23	−0 ,02	+0 ,65
70	+0 ,49	+0 ,12	+0 ,06	0 ,00	−0 ,52	−0 ,13	+0 ,13	−0 ,02	+0 ,13
75	+0 ,38	+0 ,10	+0 ,07	−0 ,01	−0 ,59	−0 ,38	0 ,00	−0 ,01	−0 ,44
80	+0 ,26	+0 ,08	+0 ,06	−0 ,01	−0 ,64	−0 ,58	−0 ,13	0 ,00	−0 ,96
85	+0 ,13	+0 ,04	+0 ,04	−0 ,01	−0 ,67	−0 ,71	−0 ,23	+0 ,02	−1 ,39
90	0 ,00	0 ,00	0 ,00	0 ,00	−0 ,68	−0 ,75	−0 ,26	+0 ,02	−1 ,67
95	−0 ,13	−0 ,04	−0 ,04	+0 ,01	−0 ,67	−0 ,71	−0 ,23	+0 ,02	−1 ,75
100	−0 ,26	−0 ,08	−0 ,06	+0 ,01	−0 ,64	−0 ,58	−0 ,13	0 ,00	−1 ,74
105	−0 ,38	−0 ,10	−0 ,07	+0 ,01	−0 ,59	−0 ,38	0 ,00	−0 ,01	−1 ,52
110	−0 ,49	−0 ,12	−0 ,06	0 ,00	−0 ,52	−0 ,13	+0 ,13	−0 ,02	−1 ,21
115	−0 ,59	−0 ,12	−0 ,04	0 ,00	−0 ,44	+0 ,13	+0 ,23	−0 ,02	−0 ,85
120	−0 ,67	−0 ,10	0 ,00	−0 ,01	−0 ,34	+0 ,38	+0 ,26	−0 ,01	−0 ,49
125	−0 ,72	−0 ,08	+0 ,04	−0 ,01	−0 ,23	+0 ,58	+0 ,23	0 ,00	−0 ,19
130	−0 ,75	−0 ,04	+0 ,06	−0 ,01	−0 ,12	+0 ,71	+0 ,13	+0 ,02	0 ,00
135	−0 ,77	0 ,00	+0 ,07	0 ,00	0 ,00	+0 ,75	0 ,00	+0 ,02	+0 ,07

Продолжение табл. 5

φ	+0,77sin2φ	−0,12sin4φ	+0,07sin6φ	−0,1sin8φ	+0,68cos2φ	−0,73cos4φ	+0,28cos6φ	+0,02cos8φ	x_0
140°	−0″,75	+0″,04	+0″,06	+0″,01	+0″,12	+0″,71	−0″,13	+0″,02	+0″,08
145	−0 ,72	+0 ,08	+0 ,04	+0 ,01	+0 ,23	+0 ,58	−0 ,23	0 ,00	−0 ,01
150	−0 ,67	+0 ,10	0 ,00	+0 ,01	+0 ,34	+0 ,38	−0 ,26	−0 ,01	−0 ,11
155	−0 ,59	+0 ,12	−0 ,04	0 ,00	+0 ,44	+0 ,13	−0 ,23	−0 ,02	−0 ,19
160	−0 ,49	+0 ,12	−0 ,06	0 ,00	+0 ,52	−0 ,13	−0 ,13	−0 ,02	−0 ,19
165	−0 ,38	+0 ,10	−0 ,07	−0 ,01	+0 ,59	−0 ,38	0 ,00	−0 ,01	−0 ,16
170	−0 ,26	+0 ,08	−0 ,06	−0 ,01	+0 ,64	−0 ,58	+0 ,13	0 ,00	−0 ,06
175	−0 ,13	+0 ,04	−0 ,04	−0 ,01	+0 ,67	−0 ,71	+0 ,23	+0 ,02	+0 ,07
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 6

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
cos 4φ	+1,00	+0,94	+0,77	+0,50	+0,17	−0,17	−0,50	−0,77	−0,94	−1,00
cos 8φ	+1,00	+0,77	+0,17	−0,50	−0,94	−0,94	−0,50	+0,17	+0,77	+1,00
cos12φ	+1,00	+0,50	−0,50	−1,00	−0,50	+0,50	+1,00	+0,50	−0,50	−1,00
cos16φ	+1,00	+0,17	−0,94	−0,50	+0,77	+0,77	−0,50	−0,94	+0,17	+1,00

Таблица 7

	B_0	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9
cos 2φ	+1,00	+0,98	+0,94	+0,87	+0,77	+0,64	+0,50	+0,34	+0,17	0
cos 6φ	+1,00	+0,87	−0,50	0,00	−0,50	−0,87	−1,00	−0,87	−0,50	0
cos10φ	+1,00	+0,64	−0,17	−0,87	−0,94	−0,34	+0,50	+0,98	+0,77	0
cos14φ	+1,00	+0,34	−0,77	−0,87	+0,17	+0,98	+0,50	−0,64	−0,94	0

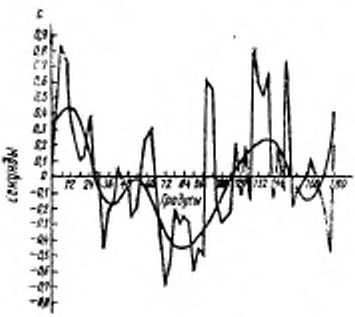
Таблица 8

	L_0	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9
sin 4φ	0	+0,34	+0,64	+0,87	+0,98	+0,98	+0,87	+0,64	+0,34	0
sin 8φ	0	+0,64	+0,98	+0,87	+0,34	−0,34	−0,87	−0,98	−0,64	0
sin12φ	0	+0,87	+0,87	0,00	−0,87	−0,87	0,00	+0,87	+0,87	0
sin16φ	0	+0,98	+0,34	−0,87	−0,64	+0,64	+0,87	−0,34	−0,98	0

Таблица 9

	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9
sin 2φ	0	+0,17	+0,34	+0,50	+0,64	+0,77	+0,87	+0,94	+0,98	+1,00
sin 6φ	0	+0,50	+0,87	+1,00	+0,87	+0,50	0,00	−0,50	−0,87	−1,00
sin10φ	0	+0,77	+0,98	+0,50	−0,34	−0,94	−0,87	−0,17	+0,64	+1,00
sin14φ	0	+0,94	+0,64	−0,50	−0,98	−0,17	+0,87	+0,77	−0,34	−1,00

График погрешностей диаметров круга



$\overset{\wedge}{\vee}$ — полные погрешности диаметров круга;

$\sim$ — систематические погрешности диаметров круга.

Редактор *А. В. Цыганкова*
Технический редактор *В. Г. Евтеева*
Корректор *Е. И. Евтеева*

gost.e-ecolog.ru

(в печ. 14.03.78 6,5 п. л. 5,86 уч.-изд. л. Тир. 4000 Цена 31 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов. Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 1659