

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



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

Погрешность начального (нулевого) диаметра не равна нулю.

1.2. Полная погрешность диаметра  $x_\varphi$  состоит из систематической ( $x_s$ ) и случайной ( $x_r$ ) 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°C.

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  $\beta$  контрольного угла должно укладываться в окружности или полуокружности целое число раз.

Разность между действительным значением  $A_{\varphi}$  контрольного угла и его номинальным значением  $\beta$  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  $A_{\varphi}$ , 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  $A_{\varphi}$ , должны быть установлены на расстоянии не менее 6 м от теодолита.

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	
T05; T1	3	36; 45 и 60
T2; T5;	5	40 и 45
T15; T30	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  $45^\circ$   
при определении погрешностей диаметров  
круга через  $3^\circ$**

Номера серий	Установки круга				Номера серий	Установки круга			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	$0^\circ$	$45^\circ$	$90^\circ$	$135^\circ$	9	$24^\circ$	$69^\circ$	$114^\circ$	$159^\circ$
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  $36^\circ$  при определении  
погрешностей диаметров круга через  $3^\circ$**

Номера серий	Установки круга				
	1	2	3	4	5
1	$0^\circ$	$36^\circ$	$72^\circ$	$108^\circ$	$144^\circ$
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  $45^\circ$  при определении погрешностей диаметров круга через  $5^\circ$

Номера серий	Установки круга			
	1	2	3	4
1	$0^\circ$	$45^\circ$	$90^\circ$	$135^\circ$
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  $40^\circ$  при определении погрешностей диаметров круга через  $5^\circ$

Номера серий	Установки круга								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$0^\circ$	$40^\circ$	$80^\circ$	$120^\circ$	$160^\circ$	$200^\circ$	$240^\circ$	$280^\circ$	$320^\circ$
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  $45^\circ$  при определении погрешностей диаметров круга через  $9^\circ$

Номера серий	Установки круга			
	1	2	3	4
1	$0^\circ$	$45^\circ$	$90^\circ$	$135^\circ$
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			
		36°	40°	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  $A_{\varphi}$  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,  $0^{\circ}$ ).

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  $a + A_{\varphi} + 180^{\circ}$  (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  $a + 180^{\circ}$ .

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  $A_{\varphi}$  угла между коллиматорами, полученное



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

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

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

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

$\gamma$  — систематическая погрешность, вычисляемая по формуле

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

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

Таблица 9

Типы теодолитов по ГОСТ 10529—70	Допускаемое значение средней квадратической погрешности в секундах
T05	0,30
T1	0,40
T2	0,60
T5	1,00
T15	1,50
T30	3,50

2.21. Пример записи в журнале наблюдений теодолита с двусторонним отсчетом и пример вычисления средней квадратической погрешности измеренного направления  $\mu$  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

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

где  $x_{\varphi}$  и  $x_{\varphi+\beta}$  — полные погрешности диаметров круга  $\varphi$  и  $\varphi+\beta$ ;  $l_{\varphi}$  — свободные члены уравнений погрешностей, вычисляемые по формуле  $l_{\varphi} = C_j - A_{\varphi}$ .

Число уравнений погрешностей (3) равно числу измеренных углов  $A_{\varphi}$ .

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

$$\begin{aligned} z_i x_{\varphi} - x_{\varphi+\beta_1} - x_{\varphi+\beta_2} - x_{\varphi+\beta_3} - \dots - x_{\varphi+(180^\circ-\beta_1)} - \\ - x_{\varphi+(180^\circ-\beta_2)} - x_{\varphi+(180^\circ-\beta_3)} + L_{\varphi} = 0, \end{aligned} \quad (4)$$

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

$L_{\varphi}$  — свободный член того же нормального уравнения, вычисляемый по формуле

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

где  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  — 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  $A_{n,n}^{-1}$  60-го порядка (для  $\beta=36; 45$  и  $60^\circ$ ) приведена в приложении 5.

Обратная матрица  $A_{n,n}^{-1}$  36-го порядка (для  $\beta=40$  и  $45^\circ$ ) 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

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

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

3.2.6. Среднюю квадратическую погрешность единицы массы ( $\mu$ ) находят по формуле

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

где  $\delta$  — случайные погрешности измерения контрольных углов, вычисляемые из уравнений (3) путем подстановки в них найденных значений полных погрешностей диаметров  $x_\varphi$ ;

$N$  — число всех уравнений погрешности (3), равное числу измеренных углов  $A_\varphi$ ;

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

$S$  — число серий, в которых измерены контрольные углы  $A_\varphi$ .

3.2.7. Среднюю квадратическую погрешность определения полной погрешности диаметра ( $m_{x_\varphi}$ ) вычисляют по формуле

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

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

Примечание. При исследовании круга через  $3^\circ$  и использовании трех углов  $\beta$ , равных  $60^\circ$ ;  $45^\circ$  и  $36^\circ$ ,  $Q=0,20$ .

При исследовании круга через  $5^\circ$  и использовании двух углов  $\beta$ , равных  $40^\circ$  и  $45^\circ$ ,  $Q=0,37$ .

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

$$\begin{aligned} \omega_\varphi^6 &= \frac{-2l_\varphi^6 - l_{\varphi+60^\circ}^6}{3}; \\ \omega_\varphi^8 &= \frac{-2l_\varphi^8 - l_{\varphi+45^\circ}^8 + l_{\varphi+135^\circ}^8}{4}; \\ \omega_\varphi^{10} &= \frac{-2l_\varphi^{10} - l_{\varphi+36^\circ}^{10} + l_{\varphi+108^\circ}^{10} + 2l_{\varphi+144^\circ}^{10}}{5}; \\ \omega_\varphi^{6,10} &= \frac{\omega_\varphi^6 + \omega_{\varphi+36^\circ}^6 + \omega_{\varphi+72^\circ}^6 + \omega_{\varphi+108^\circ}^6 + \omega_{\varphi+144^\circ}^6}{5}; \end{aligned} \quad (8)$$

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

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

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

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

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

где  $l_{\varphi}$  — уклонения измеренных значений углов  $A_{\varphi}$  от среднего арифметического  $C_j$  в каждой отдельной серии;

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

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

Контрольные формулы

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

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  $\beta$  по формулам:

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

$$x_{\varphi}^I = -\bar{x}_m; \quad x_{\varphi+60^{\circ}}^I = \bar{x}_{\varphi+60^{\circ}} - \bar{x}_m;$$

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

где

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

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

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

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

$$\begin{aligned}x_\varphi^{\text{II}} &= -\bar{x}_m; \quad x_{\varphi+45^\circ}^{\text{II}} = \bar{x}_{\varphi+45^\circ} - \bar{x}_m; \\x_{\varphi+90^\circ}^{\text{II}} &= \bar{x}_{\varphi+90^\circ} - \bar{x}_m; \quad x_{\varphi+135^\circ}^{\text{II}} = \bar{x}_{\varphi+135^\circ} - \bar{x}_m;\end{aligned}\quad (11)$$

где

$$\begin{aligned}\bar{x}_m &= \frac{\bar{x}_{\varphi+45^\circ} + \bar{x}_{\varphi+90^\circ} + \bar{x}_{\varphi+135^\circ}}{4}, \\ \bar{x}_{\varphi+45^\circ} &= l_\varphi; \quad \bar{x}_{\varphi+90^\circ} = \bar{x}_{\varphi+45^\circ} + l_{\varphi+45^\circ}; \\ \bar{x}_{\varphi+135^\circ} &= \bar{x}_{\varphi+90^\circ} + l_{\varphi+90^\circ}; \\ l_\varphi &= C_j - A_\varphi; \quad l_{\varphi+45^\circ} = C_j - A_{\varphi+45^\circ}; \\ l_{\varphi+90^\circ} &= C_j - A_{\varphi+90^\circ};\end{aligned}$$

$j=\varphi=0; 3; 6; \dots; 42^\circ$  при исследовании круга через  $3^\circ$ ;  
 $j=\varphi=0; 5; 10; \dots; 35^\circ$  при исследовании круга через  $5^\circ$ ;  
 $j=\varphi=0; 9; 18; \dots; 36^\circ$  при исследовании круга через  $9^\circ$ ;  
 в) при контрольном угле  $\beta_4=40^\circ$

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

где

$$\begin{aligned}\bar{x}_m &= \frac{\bar{x}_{\varphi+40^\circ} + \bar{x}_{\varphi+80^\circ} + \bar{x}_{\varphi+120^\circ} + \bar{x}_{\varphi+160^\circ} + \bar{x}_{\varphi+200^\circ} + \bar{x}_{\varphi+240^\circ} + \\ &\quad + \bar{x}_{\varphi+280^\circ} + \bar{x}_{\varphi+320^\circ}}{9}; \\ \bar{x}_{\varphi+40^\circ} &= l_\varphi; \quad \bar{x}_{\varphi+80^\circ} = \bar{x}_{\varphi+40^\circ} + l_{\varphi+40^\circ}; \\ \bar{x}_{\varphi+120^\circ} &= \bar{x}_{\varphi+80^\circ} + l_{\varphi+80^\circ}; \quad \bar{x}_{\varphi+160^\circ} = \bar{x}_{\varphi+120^\circ} + l_{\varphi+120^\circ}; \\ \bar{x}_{\varphi+200^\circ} &= \bar{x}_{\varphi+160^\circ} + l_{\varphi+160^\circ}; \quad \bar{x}_{\varphi+240^\circ} = \bar{x}_{\varphi+200^\circ} + l_{\varphi+200^\circ}; \\ \bar{x}_{\varphi+280^\circ} &= \bar{x}_{\varphi+240^\circ} + l_{\varphi+240^\circ}; \quad \bar{x}_{\varphi+320^\circ} = \bar{x}_{\varphi+280^\circ} + l_{\varphi+280^\circ}; \\ l_\varphi &= C_j - A_\varphi; \quad l_{\varphi+40^\circ} = C_j - A_{\varphi+40^\circ}; \quad l_{\varphi+80^\circ} = C_j - A_{\varphi+80^\circ}; \\ l_{\varphi+120^\circ} &= C_j - A_{\varphi+120^\circ}; \quad l_{\varphi+160^\circ} = C_j - A_{\varphi+160^\circ}; \quad l_{\varphi+200^\circ} = C_j - A_{\varphi+200^\circ}; \\ l_{\varphi+240^\circ} &= C_j - A_{\varphi+240^\circ}; \quad l_{\varphi+280^\circ} = C_j - A_{\varphi+280^\circ}; \\ j &= \varphi=0; 5; 10; \dots; 35^\circ;\end{aligned}$$

г) при контрольном угле  $\beta_3 = 36^\circ$

$$\begin{aligned}x_{\varphi}^{\text{III}} &= -\bar{x}_m; \quad x_{\varphi+36^\circ}^{\text{III}} = \bar{x}_{\varphi+36^\circ} - \bar{x}_m; \\x_{\varphi+72^\circ}^{\text{III}} &= \bar{x}_{\varphi+72^\circ} - \bar{x}_m; \quad x_{\varphi+108^\circ}^{\text{III}} = \bar{x}_{\varphi+108^\circ} - \bar{x}_m; \\x_{\varphi+144^\circ}^{\text{III}} &= \bar{x}_{\varphi+144^\circ} - \bar{x}_m;\end{aligned}\quad (13)$$

где

$$\bar{x}_m = \frac{\bar{x}_{\varphi+36^\circ} + \bar{x}_{\varphi+72^\circ} + \bar{x}_{\varphi+108^\circ} + \bar{x}_{\varphi+144^\circ}}{5};$$

$$\bar{x}_{\varphi+36^\circ} = l_{\varphi}; \quad \bar{x}_{\varphi+72^\circ} = \bar{x}_{\varphi+36^\circ} + l_{\varphi+36^\circ};$$

$$\bar{x}_{\varphi+108^\circ} = \bar{x}_{\varphi+72^\circ} + l_{\varphi+72^\circ}; \quad \bar{x}_{\varphi+144^\circ} = \bar{x}_{\varphi+108^\circ} + l_{\varphi+108^\circ};$$

$$l_{\varphi} = C_j - A_{\varphi}; \quad l_{\varphi+36^\circ} = C_j - A_{\varphi+36^\circ};$$

$$l_{\varphi+72^\circ} = C_j - A_{\varphi+72^\circ}; \quad l_{\varphi+108^\circ} = C_j - A_{\varphi+108^\circ};$$

$$j = \varphi = 0; 3; 6; \dots; 33^\circ.$$

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

а) по формулам (10) вычисляют погрешности диаметров  $x_{\varphi}^{\text{I}}$  из обработки результатов измерений контрольного угла  $60^\circ$ ;

б) по формулам (11) вычисляют погрешности диаметров  $x_{\varphi}^{\text{II}}$  из обработки результатов измерений контрольного угла  $45^\circ$ ;

в) по формулам (13) вычисляют погрешности диаметров  $x_{\varphi}^{\text{III}}$  из обработки результатов измерений контрольного угла  $36^\circ$ ;

г) по формуле

$$x_{\varphi} \frac{1}{3} \Sigma (x_{\varphi}^{\text{I}} + x_{\varphi}^{\text{II}} + x_{\varphi}^{\text{III}}) \quad (14)$$

находят окончательные значения погрешностей диаметров;

д) по формуле

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

вычисляют среднюю квадратическую погрешность полной погрешности диаметров круга,

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

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  $5^\circ$  при помощи двух контрольных углов  $40^\circ$  и  $45^\circ$  вычисления погрешностей диаметров осуществляют в следующем порядке:

а) по формулам (11) вычисляют погрешности диаметров  $x_\varphi^{\text{II}}$  из обработки результатов измерений контрольного угла  $45^\circ$ ;

б) по формулам (12) вычисляют погрешности диаметров  $x_\varphi^{\text{IV}}$  из обработки результатов измерений контрольного угла  $40^\circ$ ;

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

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

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

$$m_{x_\varphi} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{2n}}, \quad (17)$$

где

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

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:

$$\begin{aligned} x_\sigma = & a_2 \sin 2\varphi + a_4 \sin 4\varphi + a_6 \sin 6\varphi + a_8 \sin 8\varphi + \\ & + \dots + a_j \sin j\varphi + b_2 \cos 2\varphi + b_4 \cos 4\varphi + b_6 \cos 6\varphi + \\ & + b_8 \cos 8\varphi + \dots + b_j \cos j\varphi. \end{aligned} \quad (18)$$

4.2. Коэффициенты  $a_j$  и  $b_j$  ряда Фурье вычисляют по формулам

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



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

где  $x_{\varphi}$  — полные погрешности диаметров;

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

$j$  — порядковый номер коэффициента ряда Фурье, ( $j=2, 4, 6, 8 \dots k$ );

$n$  — 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:

$$x_{\eta} = x_{\varphi} - x_{\sigma}. \quad (21)$$

4.6. Случайные погрешности диаметров круга могут быть определены графически по вычисленным значениям полных и систематических погрешностей. Для этого строят график погрешностей  $x_{\varphi}$  и  $x_{\sigma}$  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.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 к ГОСТ 13424—68

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

Контрольный угол  $45^\circ$ 

Коллиматор	Круг право (КП)		Круг лево (КЛ)		КП+КЛ	Угол
	Микрометр		Микрометр			
	Положе- ние	Отсчет	Положе- ние	Отсчет	2	

1. Прием. Установка лимба  $0^\circ$ 

1	ML	0,00	ML	-3,3	-1,3	
		+0,80		-2,7		
		+0,40		-3,0		
2	ML	-2,7	ML	-4,0	-3,2	-1",9 44°59'58",1
		-2,9		-3,0		
		-2,8		-3,5		

4. Прием. Установка лимба  $135^\circ$ 

1	ML	+ 1,2	ML	+ 0,5	+ 0,8	
		+ 1,2		+ 0,4		
		+ 1,2		+ 0,4		
2	ML	+11,2	ML	+13,1	+12,1	+11",3 45°00'11",3
		+10,8		+13,3		
		+11,0		+13,2		

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

Контрольный угол 60°

φ	Отсчеты			п <sub>1</sub> л <sub>1</sub>	п <sub>2</sub> л <sub>2</sub>	р <sub>1</sub> р <sub>2</sub>	Р <sub>1</sub>
	Микрометр	Поправка	Лимб				
3°	0,6 0,5 0,4 0,5		4",7 4",7 4",7				
63	1,5 1,5 1,6 1,5	0",8  2,3	17",8 17",8 17",8	5",5  20,1		14",6	
63	0,9 1,0 1,0 1,0		17",6 17",8 17",7				14",6
3	0,5 0,7 0,7 0,6	1,5  0,9	3",9 3",8 3",8	19,2  4,7		14,5	
63°	0,7	1",1	6",2 6",1 6",2	7",3		15",6	
123	0,5	0,8	22",3 21",9 22",1	22,9			
123	0,2	0,3	23",1 22",8 23",0	23,3		15,6	15",6
63	2,4	3,6	4",3 3",9 4",1	7,7			

Продолжение

γ	Отсчеты			$\begin{matrix} p_1' & p_2' \\ l_1 & l_2 \end{matrix}$	$\begin{matrix} p_1' \\ p_2 \end{matrix}$	$p_i$
	Микрометр	Поправка	Лямб			
123°	$\overline{1,6}$	2",4	$\begin{matrix} 2'',7 \\ 2,9 \\ \hline 2,8 \end{matrix}$	5",2	15",6	14",8
183	$\overline{2,0}$	3,0	$\begin{matrix} 18,1 \\ 17,6 \\ \hline 17,8 \end{matrix}$	20,8		
183	$\overline{1,7}$	2,6	$\begin{matrix} 17,9 \\ 18,1 \\ \hline 18,0 \end{matrix}$	20,6	14,0	
123	$\overline{1,8}$	2,7	$\begin{matrix} 4,0 \\ 3,8 \\ \hline 3,9 \end{matrix}$	6,6		

Продолжение

φ	Отсчеты			П <sub>1</sub> Л <sub>1</sub>	П <sub>2</sub> Л <sub>2</sub>	Р <sub>1</sub> Р <sub>2</sub>	Р <sub>2</sub>	А <sub>φ</sub>	L <sub>φ</sub>
	Микрометр	Поправка	Лимб						
3°	1,4 1,0 <u>1,4</u> 1,3		2",5 <u>2,5</u> 2,5						
63	1,2 1,5 <u>1,6</u> 1,4	2",0	17,4 <u>17,4</u> 17,4	4",5		15",0			
63	1,9 1,7 <u>2,1</u> 1,9	2,1	17,3 <u>17,3</u> 17,3	19,5		15",4	15",0	+0",07	
3	1,5 2,1 <u>1,7</u> 1,8	2,9	1,9 <u>1,6</u> 1,8	20,2		15,7			
				4,5					

Ф	Отсчеты			$\begin{matrix} \text{п} & \text{п} \\ \text{л}_1 & \text{л}_2 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{р}_1 \\ \text{р}_2 \end{matrix}$	Р <sub>з</sub>	А <sub>ф</sub>	l <sub>ф</sub>
	Микрометр	Поправка	Лимб					
63°	$\overline{0,8}$	1",2	$\begin{matrix} 2'',1 \\ 1,7 \\ 1,9 \end{matrix}$	3",1				
123	$\overline{0,9}$	1,4	$\begin{matrix} 16,5 \\ 16,7 \\ 16,6 \end{matrix}$	18,0	14",9			
123	$\overline{0,9}$	1,4	$\begin{matrix} 17,1 \\ 17,0 \\ 17,0 \end{matrix}$	18,4		15",4	15",5	-0",43
63	$\overline{1,1}$	1,7	$\begin{matrix} 1,0 \\ 0,8 \\ 0,9 \end{matrix}$	2,6	15,8			
123°	$\overline{1,6}$	2",4	$\begin{matrix} 4'',3 \\ 3,8 \\ 4,0 \end{matrix}$	6",4				
183	$\overline{1,4}$	2,1	$\begin{matrix} 19,2 \\ 18,9 \\ 19,0 \end{matrix}$	21,1	14",7			
183	$\overline{0,6}$	0,9	$\begin{matrix} 18,9 \\ 19,1 \\ 19,0 \end{matrix}$	19,9		14",6	14",7	+0",37
123	$\overline{0,5}$	0,8	$\begin{matrix} 4,4 \\ 4,9 \\ 4,6 \end{matrix}$	5,4	14,5	$C_2 \ 15",07$		

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;

$\text{р}'_1 = \text{п}'_1 - \text{л}'_1$  — измеренное значение угла в первом полуприеме прямого хода;

$\text{р}'_2 = \text{п}'_2 - \text{л}'_2$  — измеренное значение угла во втором полуприеме прямого хода;

$\text{р}''_1 = \text{п}''_1 - \text{л}''_1$  — измеренное значение угла в первом полуприеме обратного хода;

$p_2'' = p_2'' - l_2''$  — 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  $\mu$**

$\varphi$	$\beta_1 = 60^\circ$		$\beta_2 = 45^\circ$		$\beta_3 = 36^\circ$	
	$r_1$	$r_2$	$r_1$	$r_2$	$r_1$	$r_2$
$0^\circ$	-2,2	+0,4	+0,6	-0,1	-2,5	-0,5
$3^\circ$	-0,4	-1,2	-0,8	-1,2	-1,2	-0,4
$6^\circ$	+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
$\Sigma$	+18,2		-25,9		-0,5	
$r^2$	94,56		69,65		139,12	
$\gamma$	+ 0,15		- 0,21		0,00	
$\mu$	$\pm 0,22$		$\pm 0,19$		$\pm 0,27$	

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  $60^\circ$  и на установке круга  $3^\circ$  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  $r_2 = -1'',2$ .

---

## Пример вычисления свободных членов нормальных уравнений

$\varphi$	$I_{\varphi}$	$-I_{\varphi} + (180^{\circ} - \beta_1)$	$II_{\varphi}$	$-II_{\varphi} + (180^{\circ} - \beta_2)$	$III_{\varphi}$	$-III_{\varphi} + (180^{\circ} - \beta_3)$	$L_{\varphi}$
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



$\varphi$	$I_{\varphi}$	$I_{\varphi} + (180^{\circ} - \beta_1)$	$II_{\varphi}$	$II_{\varphi} + (180^{\circ} - \beta_2)$	$III_{\varphi}$	$III_{\varphi} + (180^{\circ} - \beta_3)$	$L_{\varphi}$
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  $L_{\varphi}$  по формуле

$$L_{\varphi} = l_{\varphi}^I - l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_1)}^I + l_{\varphi}^{II} - l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_2)}^{II} + l_{\varphi}^{III} - l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_3)}^{III}$$

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

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

$$\text{при } \varphi=3^{\circ} \quad l_{\varphi}^I = l_{3^{\circ}}^I = +0'',07 \text{ и } l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_1)}^I = l_{123^{\circ}}^I = +0'',37;$$

$$\text{при } \varphi=63^{\circ} \quad l_{\varphi}^I = l_{63^{\circ}}^I = -0'',43 \text{ и } l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_1)}^I = l_{183^{\circ}}^I = l_{3^{\circ}}^I = +0'',07;$$

$$\text{при } \varphi=123^{\circ} \quad l_{\varphi}^I = l_{123^{\circ}}^I = +0'',37 \text{ и } l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_1)}^I = l_{243^{\circ}}^I = l_{63^{\circ}}^I = -0'',43.$$

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

$$\text{при } \varphi=3^{\circ} \quad l_{\varphi}^{II} = l_{3^{\circ}}^{II} = -0'',42 \text{ и } l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_2)}^{II} = l_{138^{\circ}}^{II} = +0'',68;$$

$$\text{при } \varphi=48^{\circ} \quad l_{\varphi}^{II} = l_{48^{\circ}}^{II} = -0'',62 \text{ и } l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_2)}^{II} = l_{183^{\circ}}^{II} = l_{3^{\circ}}^{II} = -0'',42;$$

$$\text{при } \varphi=93^{\circ} \quad l_{\varphi}^{II} = l_{93^{\circ}}^{II} = +0'',38 \text{ и } l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_2)}^{II} = l_{228^{\circ}}^{II} = l_{48^{\circ}}^{II} = -0'',62;$$

$$\text{при } \varphi=138^{\circ} \quad l_{\varphi}^{II} = l_{138^{\circ}}^{II} = +0'',68 \text{ и } l_{\varphi+(180^{\circ}-\beta_2)}^{II} = l_{273^{\circ}}^{II} = l_{93^{\circ}}^{II} = +0'',38.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 к ГОСТ 13424—68

### Пример 1

### Вычисление полных погрешностей диаметров по способу последовательных приближений

[illegible]



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		

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*

[illegible]

Продолжение

$\varphi$	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				

$\varphi$	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

γ	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								

$\varphi$	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

$\varphi$	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
						$\Sigma =$	+6,35	+7,83	+7,84	+8,00
							-6,27	-7,71	-7,72	-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

$\varphi$	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		-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											



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

$\phi$	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",96	+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",06	+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
			$\Sigma=0,00$	+0",09	+10,04	+10,15	+10,18	+10,19

Обратная матрица  $A_{n, n}^{-1}$  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

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

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



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

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

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	—0,0116	—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

## 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

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



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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 к ГОСТ 13424—68

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	—0,0566
+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
—0,0566	—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	—0,0566	—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	—0,0543	—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	-0,0903	-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	+0,1418	+0,0437	-0,0098	-0,0610	-0,0919	-0,0927

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



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

$\varphi$	$l$	$-2l_{\varphi}$	$-l_{\varphi}+60^{\circ}$	$\omega_{\varphi}^6$	$\varphi$	$l$	$-2l_{\varphi}$
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

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

угол 60°

Т а б л и ц а 1

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

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

Контрольный угол 45°

Таблица 2

$\varphi$	$l$	$-2l_{\varphi}$	$-l_{\varphi+45^\circ}$	$+l_{\varphi+135^\circ}$	$\omega_{\varphi}^8$	$\varphi$	$l$	$-2l_{\varphi+45^\circ}$	$-l_{\varphi+45^\circ}$	$+l_{\varphi+135^\circ}$	$\omega_{\varphi}^8$
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

$\varphi$	$l$	$-2l_{\varphi}$	$-l_{\varphi}+45^{\circ}$	$+l_{\varphi}+135^{\circ}$	$\omega_{\varphi}^g$	$\varphi$	$l$	$-2l_{\varphi}+45^{\circ}$	$-l_{\varphi}+45^{\circ}$	$+l_{\varphi}+135^{\circ}$	$\omega_{\varphi}^g$
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						

## Вычисления

## Контрольный

$\varphi$	$l$	$-2l\varphi$	$-l\varphi+36^\circ$	$+l\varphi+108^\circ$	$+2l\varphi+144^\circ$	$\omega_{\varphi}^{10}$
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

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

угол 36°

Таблица 3

$\varphi$	$l$	$-2l_{\varphi}$	$-l_{\varphi+36^{\circ}}$	$+l_{\varphi+108^{\circ}}$	$+2l_{\varphi+144^{\circ}}$	$\omega_{10}^{\varphi}$
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



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

Таблица 4

$\varphi$	$\omega_{\varphi}^6$	$\omega_{\varphi+36^\circ}^6$	$\omega_{\varphi+72^\circ}^6$	$\omega_{\varphi+108^\circ}^6$	$\omega_{\varphi+144^\circ}^6$	$\omega_{\varphi}^{6,10}$
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

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

Таблица 5

$\varphi$	$\omega_{\varphi}^{10}$	$\omega_{\varphi+60^\circ}^{10}$	$\omega_{\varphi+120^\circ}^{10}$	$\omega_{\varphi}^{10,6}$
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

$\varphi$	$\omega_{\varphi}^{10}$	$\omega_{\varphi+60^\circ}^{10}$	$\omega_{\varphi+120^\circ}^{10}$	$\omega_{\varphi}^{10,6}$
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  $\omega_{\varphi}^{8,30} = \frac{\omega_{\varphi}^8 + \omega_{\varphi+12^\circ}^8 + \omega_{\varphi+24^\circ}^8 + \dots + \omega_{\varphi+156^\circ}^8 + \omega_{\varphi+168^\circ}^8}{15}$

15

Таблица 6

$\varphi$	$\omega_{\varphi}^8$	$\omega_{\varphi+12^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+24^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+36^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+48^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+60^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+72^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+84^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+96^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+108^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+120^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+132^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+144^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+156^\circ}^8$	$\omega_{\varphi+168^\circ}^8$	$\omega_{\varphi}^{8,30}$
0°	-0",05	+0",50	+0",62	-0",21	+0",11	+0",41	-0",44	-0",18	-0",09	-0",68	+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",08

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

4

Таблица 7

$\varphi$	$\omega_{\varphi}^{30}$	$\omega_{\varphi+45^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi+90^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi+135^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi}^{30,8}$	$\varphi$	$\omega_{\varphi}^{30}$	$\omega_{\varphi+45^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi+90^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi+135^\circ}^{30}$	$\omega_{\varphi}^{30,8}$
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",05	+0",06	+0",01
9	+0",81	-0",19	+0",47	+0",12	+0",30	33	-0",40	-0",46	-0",11	-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",09	+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						

Вычисление погрешностей диаметров кругов  $x_p = \frac{1}{3} \omega_p + \frac{1}{3} \omega_p^{30,8} + \frac{2}{3} \omega_p^{30} + \frac{2}{3} \omega_p^{8,30}$

[illegible]

$\varphi$	$\varphi_3$	$\varphi_2$	$\varphi_{10.6}$	$\varphi_{10.6} + \varphi_{6.10}$	$0.4(\varphi_{10.6} + \varphi_{6.10})$	$\varphi_{10.6} + \varphi_{6.10}$	$0.6(\varphi_{10.6} + \varphi_{6.10})$	$\varphi_{10.6}$	$8.30^{\circ}$	$06.30^{\circ}$	$8.30^{\circ} + \varphi_{10.6}$	$\frac{1}{2}(8.30^{\circ} + \varphi_{10.6})$	$06.30^{\circ} + \varphi_{10.6}$	$\frac{1}{2}(06.30^{\circ} + \varphi_{10.6})$	$\varphi_4$
51°	-0°, 13	-0°, 27	-0°, 46	-0°, 20	-0°, 31	-0°, 66	-0°, 26	-0°, 44	-0°, 26	-0°, 52	-0°, 13	-0°, 13	-0°, 19	-0°, 34	-0°, 34
54	-0°, 16	-0°, 45	-0°, 12	-0°, 03	-0°, 06	-0°, 15	-0°, 06	-0°, 22	-0°, 13	-0°, 19	-0°, 07	-0°, 07	-0°, 15	-0°, 08	-0°, 13
57	+0°, 13	+0°, 05	+0°, 04	+0°, 01	-0°, 04	+0°, 05	+0°, 02	+0°, 03	+0°, 05	+0°, 07	+0°, 04	+0°, 04	+0°, 07	-0°, 01	+0°, 01
60	0°, 00	+0°, 41	-0°, 20	+0°, 17	+0°, 08	-0°, 03	-0°, 01	+0°, 08	+0°, 05	+0°, 04	+0°, 04	+0°, 04	+0°, 06	+0°, 10	+0°, 22
63	+0°, 16	+0°, 08	-0°, 04	+0°, 22	+0°, 25	+0°, 18	+0°, 07	+0°, 41	+0°, 25	+0°, 32	+0°, 10	+0°, 06	+0°, 32	+0°, 22	+0°, 28
66	-0°, 67	-0°, 19	-0°, 02	-0°, 11	+0°, 47	-0°, 13	-0°, 05	-0°, 20	-0°, 12	-0°, 17	-0°, 05	-0°, 24	-0°, 15	-0°, 10	-0°, 18
69	-0°, 76	-0°, 52	-0°, 42	-0°, 26	+0°, 15	-0°, 63	-0°, 27	-0°, 61	-0°, 37	-0°, 64	-0°, 03	-0°, 60	-0°, 72	-0°, 48	-0°, 63
72	-0°, 64	-0°, 44	-0°, 32	-0°, 17	-0°, 02	-0°, 49	-0°, 20	-0°, 66	-0°, 40	-0°, 60	-0°, 20	-0°, 64	-0°, 54	-0°, 36	-0°, 57
75	-0°, 34	-0°, 24	-0°, 08	-0°, 02	+0°, 18	-0°, 10	-0°, 04	-0°, 16	-0°, 10	-0°, 14	+0°, 01	-0°, 23	-0°, 14	-0°, 10	-0°, 18
78	-0°, 27	-0°, 22	-0°, 60	+0°, 14	-0°, 19	-0°, 46	-0°, 18	-0°, 46	-0°, 28	-0°, 46	-0°, 26	-0°, 48	-0°, 44	-0°, 30	-0°, 46
81	-0°, 23	-0°, 49	-0°, 32	+0°, 25	+0°, 10	-0°, 07	-0°, 03	-0°, 13	-0°, 08	-0°, 11	+0°, 13	-0°, 36	-0°, 19	-0°, 12	-0°, 24
84	-0°, 40	-0°, 18	-0°, 64	-0°, 01	-0°, 09	-0°, 65	-0°, 26	-0°, 49	-0°, 29	-0°, 55	-0°, 05	-0°, 23	-0°, 49	-0°, 32	-0°, 40
87	-0°, 63	-0°, 31	-0°, 48	-0°, 20	-0°, 36	-0°, 63	-0°, 27	-0°, 99	-0°, 59	-0°, 86	-0°, 20	-0°, 51	-0°, 86	-0°, 53	-0°, 75
90	-0°, 47	-0°, 25	-0°, 58	-0°, 03	-0°, 13	-0°, 61	-0°, 24	-0°, 60	-0°, 36	-0°, 60	0°, 00	-0°, 25	-0°, 63	-0°, 38	-0°, 46
93	-0°, 43	-0°, 52	-0°, 40	+0°, 01	-0°, 18	-0°, 39	-0°, 16	-0°, 61	-0°, 37	-0°, 53	0°, 08	-0°, 60	-0°, 61	-0°, 40	-0°, 60
96	+0°, 40	-0°, 09	+0°, 44	+0°, 17	+0°, 21	+0°, 61	+0°, 24	+0°, 61	+0°, 37	+0°, 61	+0°, 28	+0°, 19	+0°, 67	+0°, 44	+0°, 50
99	+0°, 23	+0°, 25	+0°, 26	+0°, 22	+0°, 23	+0°, 48	+0°, 19	+0°, 46	+0°, 28	+0°, 47	+0°, 30	+0°, 55	+0°, 47	+0°, 32	+0°, 50
102	-0°, 03	-0°, 40	-0°, 12	-0°, 11	-0°, 09	-0°, 23	-0°, 09	-0°, 12	-0°, 07	-0°, 16	+0°, 02	-0°, 38	-0°, 14	-0°, 10	-0°, 23

Продолжение табл. 8

$\phi$	$\omega_6$	$\omega_{6,10}$	$\omega_{10,6}$	$0.4(\omega_{10}+\omega_{6,10})$	$\omega_6+\omega_{10,6}$	$0.6(\omega_6+\omega_{10,6})$	$\omega_{30}$	$\omega_{30,8}$	$\omega_{8,30}$	$\omega_8+\omega_{30,8}$	$\frac{1}{3}(\omega_8+\omega_{30,8})$	$\omega_{30}+\omega_{8,30}$	$\frac{3}{2}(\omega_8+\omega_{8,30})$	$x_6$
105°	-0°, 40	+0°, 26	-0°, 03	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, 17	-0, 19	-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, 02	-0, 31	-0, 14	-0, 41	-0, 26	-0, 39	-0, 05	0, 00	-0, 37	-0, 12	-0, 39	-0, 26	-0, 38
114	+0, 17	+0, 14	-0, 06	0, 00	+0, 11	+0, 07	+0, 07	-0, 08	+0, 02	+0, 24	+0, 08	+0, 09	+0, 06	+0, 14
117	+0, 10	+0, 25	-0, 04	-0, 01	+0, 06	+0, 04	+0, 03	-0, 20	-0, 08	-0, 11	-0, 04	-0, 05	-0, 03	-0, 07
120	+0, 04	-0, 01	+0, 08	+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, 20	+0, 25	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, 66	+0, 47	+0, 63	+0, 90	+0, 54	+0, 79	+0, 13	+0, 02	+0, 67	+0, 22	+0, 81	+0, 54	+0, 76
129	+0, 06	+0, 36	+0, 01	+0, 37	+0, 15	+0, 13	+0, 28	0, 05	-0, 08	+0, 53	+0, 18	+0, 20	+0, 14	+0, 32
132	+0, 33	-0, 12	+0, 02	+0, 05	+0, 02	+0, 19	+0, 21	-0, 20	+0, 06	+0, 12	+0, 04	+0, 27	+0, 18	+0, 22
135	+0, 13	+0, 26	+0, 18	+0, 48	+0, 19	+0, 31	+0, 38	0, 00	0, 00	+0, 35	+0, 12	+0, 38	+0, 26	+0, 38
138	+0, 03	-0, 02	-0, 19	-0, 13	-0, 16	-0, 10	-0, 15	-0, 08	+0, 02	-0, 22	-0, 07	-0, 13	-0, 08	-0, 15
141	+0, 17	+0, 44	+0, 10	+0, 18	+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, 02	+0, 12	+0, 30	+0, 06	+0, 05	+0, 02	+0, 18	+0, 12	+0, 14
147	+0, 30	-0, 26	-0, 02	-0, 28	-0, 06	-0, 04	-0, 15	+0, 02	0, 00	-0, 13	-0, 04	-0, 15	-0, 10	-0, 14
150	+0, 33	+0, 12	-0, 13	+0, 26	+0, 10	+0, 20	+0, 22	+0, 07	+0, 02	+0, 03	+0, 01	+0, 24	+0, 16	+0, 17
153	+0, 50	+0, 38	+0, 26	+0, 51	+0, 20	+0, 32	+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, 07	+0, 17	-0, 05	+0, 06	+0, 21	+0, 07	-0, 23	+0, 16	+0, 23

Продолжение табл. 8

$\phi$	$\phi_0$	$\phi_{10}$	$\phi_{6,10}$	$\phi_{10,6}$	$\phi_{10} + \phi_{6,10}$	$\phi_{0,4} (\phi_{10} + \phi_{6,10})$	$\phi_{0,6} + \phi_{10,6}$	$\phi_{0,6} (\phi_{10} + \phi_{10,6})$	$\phi_{30}$	$\phi_{30,8}$	$\phi_{8,30}$	$\phi_{30} + \phi_{8,30}$	$\frac{1}{3} (\phi_{30} + \phi_{8,30})$	$\phi_{0,8} + \phi_{30,8}$	$\phi_{0,8} + \phi_{30,8}$	$\frac{2}{3} (\phi_{0,8} + \phi_{30,8})$	$\phi_x$
159°	-0°,17	-0°,42	+0°,38	-0°,20	+0°,18	+0°,07	+0°,06	+0°,04	+0°,11	-0°,08	0°,00	-0°,00	-0°,50	+0°,11	+0°,08	+0°,08	-0°,09
162	-0°,20	+0°,22	0,00	-0°,03	-0°,03	-0°,01	-0°,29	-0°,17	-0°,18	-0°,20	+0°,02	+0°,02	+0°,01	-0°,16	-0°,10	-0°,10	-0°,09
165	+0°,24	+0°,02	-0°,18	+0°,01	-0°,17	-0°,07	+0°,21	+0°,13	+0°,06	+0°,01	-0°,08	+0°,03	+0°,01	-0°,02	-0°,01	-0°,01	0,00
168	-0°,13	+0°,28	-0°,08	+0°,17	+0°,09	+0°,04	-0°,32	-0°,19	-0°,15	-0°,26	+0°,06	+0°,02	+0°,01	-0°,09	-0°,06	-0°,06	-0°,05
171	+0°,24	+0°,17	-0°,14	+0°,22	+0°,08	+0°,03	-0°,07	-0°,04	-0°,01	+0°,13	0,00	+0°,30	+0°,10	-0°,01	0,00	0,00	+0°,10
174	0,00	-0°,18	+0°,08	-0°,11	-0°,03	-0°,01	-0°,06	-0°,04	-0°,05	-0°,05	+0°,02	-0°,23	-0°,08	-0°,03	-0°,02	-0°,02	-0°,10
177	-0°,24	-0°,17	+0°,12	-0°,26	-0°,14	-0°,06	-0°,28	-0°,17	-0°,23	-0°,20	-0°,08	-0°,37	-0°,12	-0°,31	-0°,20	-0°,20	-0°,32
$\Sigma$	0,00	-0,02	+0,02	-0,05	-0,05	-0,02	+0,04	-0,02	-0,04	-0,04	0,00	-0,09	-0,05	-0,04	+0,07	+0,07	+0,01

## Примеры вычисления полных погрешностей диаметров

## Контрольный

Номера уравнений	$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x^I$	Номера уравнений	$\varphi$
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
$\Sigma$		-0",01	+0",09	0",00	$\Sigma$	
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
$\Sigma$		-0",01	-2",11	-0",01	$\Sigma$	
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
$\Sigma$		0",00	-0",70	-0",01	$\Sigma$	
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
$\Sigma$		-0",01	+1",01	+0",01	$\Sigma$	
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
$\Sigma$		-0",01	+0",81	0",00	$\Sigma$	
1	45°	-0",57	0",00	+0",17	1	48°
2	105	+0",63	-0",57	-0",40	2	108
3	165	-0",07	+0",07	+0",24	3	168
$\Sigma$		-0",01	-0",50	+0",01	$\Sigma$	
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
$\Sigma$		-0",01	+0",49	0",00	$\Sigma$	

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8 к ГОСТ 13424—68

круга по формулам (10), (11) и (13)

угол 60°

Таблица 1

$l$	$\bar{x}$	$x^I$	Номера уравнений	$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x^I$
+0",07 -0",43 +0",37	0",00 +0",07 -0",36	+0",10 +0",17 -0",26	1 2 3	6° 66 126	-0",90 +1",10 -0",20	0",00 -0",90 +0",20	+0",23 -0",67 +0",43
+0",01	-0",29	+0",01	$\Sigma$		0",00	-0",70	-0",01
-0",93 +0",97 -0",03	0",00 -0",93 +0",04	+0",30 -0",63 +0",34	1 2 3	15° 75 135	-0",53 +0",47 +0",07	0",00 -0",53 -0",06	+0",20 -0",33 +0",14
+0",01	-0",89	+0",01	$\Sigma$		+0",01	-0",59	+0",01
-0",30 +0",40 -0",10	0",00 -0",30 +0",10	+0",07 -0",23 +0",17	1 2 3	24° 84 144	-0",67 +0",53 +0",13	0",00 -0",67 -0",14	+0",27 -0",40 +0",13
0",00	-0",20	+0",01	$\Sigma$		-0",01	-0",81	0",00
-0",60 +0",80 -0",20	0",00 -0",60 +0",20	+0",13 -0",47 +0",33	1 2 3	33° 93 153	-0",37 +0",93 -0",57	0",00 -0",37 +0",56	-0",06 -0",43 +0",60
0",00	-0",40	-0",01	$\Sigma$		-0",01	+0",19	+0",01
+0",30 -0",40 +0",10	0",00 +0",30 -0",10	-0",07 +0",23 -0",17	1 2 3	42° 102 162	-0",27 -0",17 +0",43	0",00 -0",27 -0",44	+0",23 -0",04 -0",21
0",00	+0",20	-0",01	$\Sigma$		-0",01	-0",71	-0",02
-0",20 -0",10 +0",30	0",00 -0",20 -0",30	+0",17 -0",03 -0",13	1 2 3	51° 111 171	+0",03 +0",33 -0",37	0",00 +0",03 +0",36	-0",13 -0",10 +0",23
0",00	-0",50	+0",01	$\Sigma$		-0",01	+0",39	0",00
-0",03 -0",33 +0",37	0",00 -0",03 -0",36	+0",13 +0",10 -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  $\beta_1 = 60^\circ$  для каждой серии возможно написать три (1, 2, 3) уравнения погрешностей относительно неизвестных погрешностей диаметров круга:  $\varphi$ ,  $\varphi + 60^\circ$  и  $\varphi + 120^\circ$ .

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

$$1. x_{63^\circ}^I - x_{3^\circ}^I = l_\varphi; \quad 2. x_{123^\circ}^I - x_{3^\circ}^I = l_{\varphi+60^\circ}; \quad 3. x_{183^\circ}^I - x_{123^\circ}^I = l_{\varphi+120^\circ}, \quad (1.8)$$

где

$x_{3^\circ}^I$ ,  $x_{63^\circ}^I$  и  $x_{123^\circ}^I$  — неизвестные погрешности диаметров:  $\varphi = 3^\circ$ ;  $\varphi + 60^\circ = 63^\circ$  и  $\varphi + 120^\circ = 123^\circ$ , записанные в графе значений  $\varphi$  табл. 1;  $l_\varphi$ ;  $l_{\varphi+60^\circ}$  и  $l_{\varphi+120^\circ}$  — свободные члены уравнений погрешностей, вычисляемые как  $l_\varphi = C_j - A_i$ .

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

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

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

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

$$\bar{x}_{123^\circ} = l_{\varphi+60^\circ} + l_\varphi \quad \text{и} \quad \bar{x}_{183^\circ} = l_{\varphi+120^\circ} + l_{\varphi+60^\circ} + l_\varphi, \quad \text{НО}$$

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

Следовательно,

$$\bar{x}_{3^\circ} = 0; \quad \bar{x}_{63^\circ} = l_\varphi \quad \text{и} \quad \bar{x}_{123^\circ} = l_{\varphi+60^\circ} + l_\varphi. \quad (2.8)$$

Из уравнений (2) определяют промежуточные значения всех трех искомых погрешностей диаметров  $\bar{x}_{3^\circ} = \bar{x}_{183^\circ}$ ;  $\bar{x}_{63^\circ}$  и  $\bar{x}_{123^\circ}$ . Вычисление промежуточных значений погрешностей диаметров выполнено в графе значений  $\bar{x}$  табл. 1, в которой  $\bar{x}_{3^\circ} = 0$ ;  $\bar{x}_{63^\circ} = +0'',07$  и  $\bar{x}_{123^\circ} = -0'',36$ . Однако все  $\bar{x}_\varphi$  будут преувеличены на величину погрешности  $\bar{x}_{3^\circ}$  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:

$$x_{3^\circ}^I = 0 - \bar{x}_{3^\circ} = 0;$$

$$x_{63^\circ}^I = \bar{x}_{63^\circ} - \bar{x}_{3^\circ} = l_\varphi;$$

$$x_{123^\circ}^I = \bar{x}_{123^\circ} - \bar{x}_{3^\circ} = l_{\varphi+60^\circ} + l_\varphi. \quad (3.8)$$

Суммируя уравнения (3) получаем:

$$\sum_1^3 x_{\varphi}^I = \bar{x}_{63^\circ} + \bar{x}_{123^\circ} - 3\bar{x}_{3^\circ} = 2l_{\varphi} + l_{\varphi+60^\circ},$$

но  $\sum_1^3 x_{\varphi}^I = 0$  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  $x_{\varphi}^I$  определяются из уравнений:

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

Контрольные  $\sum_1^3 x_{\varphi}^I = 0$ .

Окончательные вычисления предварительных значений погрешностей  $x_{\varphi}^I$  для диаметров выполнены в графе значений  $x^I$  табл. 1.

## Контрольный угол 45°

$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x_{II}$	$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x_{II}$	$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x_{II}$
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°, 12	-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
$\Sigma$	0°, 00	+0°, 20	0°, 00	$\Sigma$	0°, 00	-2°, 12	0°, 00	$\Sigma$	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°.

Контрольный угол 40°

$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x^{IV}$	$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x^{IV}$	$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x^{IV}$
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°

$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x_{III}$	$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x_{III}$	$\varphi$	$l$	$\bar{x}$	$x_{III}$
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 6

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

$\varphi$	$\Delta x_{\varphi}^I$	$\Delta x_{\varphi}^{II}$	$\Delta x_{\varphi}^{III}$	$\varphi$	$\Delta x_{\varphi}^I$	$\Delta x_{\varphi}^{II}$	$\Delta x_{\varphi}^{III}$
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				

$$\Sigma \Delta x_{\varphi}^2 = 5,6660;$$

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

## ВЫЧИСЛЕНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДИАМЕТРОВ КРУГА

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

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 суммы 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  $3^\circ$ .

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:

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{2}{n} \left[ x_{\varphi_i} \sin 2\varphi \right]_{\varphi=0}^n = \frac{2}{n} \left[ M \sin 2\varphi \right]^{(n)}, \\ a_2 &= \frac{2}{n} \left[ x_{\varphi_i} \sin 4\varphi \right]_{\varphi=0}^n = \frac{2}{n} \left[ L \sin 4\varphi \right]^{(n)}, \\ a_3 &= \frac{2}{n} \left[ x_{\varphi_i} \sin 6\varphi \right]_{\varphi=0}^n = \frac{2}{n} \left[ M \sin 6\varphi \right]^{(n)}, \end{aligned}$$



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

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

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

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

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

Примечание.

При исследовании круга через  $3^\circ$  (пример 1)  $n=60$  а  $(n)=16$

При исследовании круга через  $5^\circ$  (пример 2)  $n=36$  а  $(n)=10$

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

### Пример 1

**Таблица 1**

[illegible]

Продолжение табл. 1

Продолжение табл. 1																
I	16 $x_{448}$	17 $x_{41}$	18 $x_{44}$	19 $x_{57}$	20 $x_{90}$	21 $x_{68}$	22 $x_{96}$	23 $x_{49}$	24 $x_{79}$	25 $x_{75}$	26 $x_{78}$	27 $x_{61}$	28 $x_{64}$	29 $x_{57}$	30 $x_{50}$	Контроль $\Sigma$
II	44 $x_{128}$	43 $x_{129}$	42 $x_{180}$	41 $x_{128}$	40 $x_{122}$	39 $x_{117}$	38 $x_{114}$	37 $x_{111}$	36 $x_{108}$	35 $x_{105}$	34 $x_{109}$	33 $x_{99}$	32 $x_{96}$	31 $x_{93}$		
I	+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	$\Sigma x_i = -0,98$
II																$\Sigma x_i = +1,14$
(I+II)	$S_{18}^{19}$ +0,21	$S_{17}^{18}$ +0,07	$S_{16}^{19}$ +0,60	$S_{15}^{19}$ -0,03	$S_{14}^{20}$ +0,41	$S_{13}^{21}$ +0,21	$S_{12}^{22}$ -0,02	$S_{11}^{23}$ 1,700	$S_{10}^{24}$ -0,37	$S_{9}^{25}$ -0,66	$S_{8}^{26}$ -0,62	$S_{7}^{27}$ +0,13	$S_{6}^{28}$ +0,13	$S_{5}^{29}$ -1,17	$S_{4}^{30}$ -0,48	$\Sigma S_i = +0,16$
(I-II)	$P_{18}^{19}$ -0,13	$P_{17}^{18}$ -0,63	$P_{16}^{19}$ -0,90	$P_{15}^{19}$ +0,15	$P_{14}^{20}$ +0,07	$P_{13}^{21}$ +0,35	$P_{12}^{22}$ -0,36	$P_{11}^{23}$ -0,40	$P_{10}^{24}$ -0,19	$P_{9}^{25}$ +0,22	$P_{8}^{26}$ -0,16	$P_{7}^{27}$ -0,69	$P_{6}^{28}$ -0,86	$P_{5}^{29}$ -0,13	$P_{4}^{30}$ -0,48	$\Sigma P_i = -2,12$

Таблица 2

	I	II	$S_0$ $S_{20}$	$S_1$ $S_{21}$	$S_2$ $S_{22}$	$S_3$ $S_{23}$	$S_4$ $S_{24}$	$S_5$ $S_{25}$	$S_6$ $S_{26}$	$S_7$ $S_{27}$	$S_8$ $S_{28}$	$S_9$ $S_{29}$	$S_{10}$ $S_{30}$	$S_{11}$ $S_{31}$	$S_{12}$ $S_{32}$	$S_{13}$ $S_{33}$	$S_{14}$ $S_{34}$	$S_{15}$ $S_{35}$	Кон- троль $\Sigma$
$S_I + S_{II}$ $S_I - S_{II}$	I	II	$+0^{\circ},08$ $+0^{\circ},21$	$+0^{\circ},75$ $+0^{\circ},89$	$+0^{\circ},41$ $+0^{\circ},57$	$+0^{\circ},03$ $+0^{\circ},19$	$+0^{\circ},21$ $+0^{\circ},37$	$+0^{\circ},66$ $+0^{\circ},82$	$+0^{\circ},06$ $+0^{\circ},22$	$+0^{\circ},06$ $+0^{\circ},22$	$+0^{\circ},57$ $+0^{\circ},73$	$+0^{\circ},44$ $+0^{\circ},60$	$+0^{\circ},20$ $+0^{\circ},36$	$+0^{\circ},50$ $+0^{\circ},66$	$+0^{\circ},06$ $+0^{\circ},22$	$+0^{\circ},12$ $+0^{\circ},28$	$+0^{\circ},08$ $+0^{\circ},24$	$+0^{\circ},28$ $+0^{\circ},44$	$+3^{\circ},25$ $-3^{\circ},03$
	A	B	$+0^{\circ},40$ $+0^{\circ},56$	$+0^{\circ},86$ $+0^{\circ},102$	$+0^{\circ},21$ $+0^{\circ},47$	$+0^{\circ},84$ $+0^{\circ},108$	$+0^{\circ},45$ $+0^{\circ},71$	$+0^{\circ},66$ $+0^{\circ},92$	$+0^{\circ},06$ $+0^{\circ},32$	$+0^{\circ},06$ $+0^{\circ},32$	$+0^{\circ},57$ $+0^{\circ},83$	$+0^{\circ},44$ $+0^{\circ},70$	$+0^{\circ},20$ $+0^{\circ},46$	$+0^{\circ},50$ $+0^{\circ},76$	$+0^{\circ},06$ $+0^{\circ},32$	$+0^{\circ},12$ $+0^{\circ},38$	$+0^{\circ},08$ $+0^{\circ},34$	$+0^{\circ},28$ $+0^{\circ},54$	$+0^{\circ},16$ $+0^{\circ},42$

Таблица 3

	I	II	$P_0$ $P_{30}$	$P_1$ $P_{31}$	$P_2$ $P_{32}$	$P_3$ $P_{33}$	$P_4$ $P_{34}$	$P_5$ $P_{35}$	$P_6$ $P_{36}$	$P_7$ $P_{37}$	$P_8$ $P_{38}$	$P_9$ $P_{39}$	$P_{10}$ $P_{40}$	$P_{11}$ $P_{41}$	$P_{12}$ $P_{42}$	$P_{13}$ $P_{43}$	$P_{14}$ $P_{44}$	$P_{15}$ $P_{45}$	Кон- троль $\Sigma$
$P_I + P_{II}$ $P_I - P_{II}$	I	II	$-0^{\circ},08$ $-0^{\circ},48$	$+0^{\circ},69$ $-0^{\circ},13$	$+0^{\circ},91$ $-0^{\circ},85$	$+0^{\circ},65$ $-0^{\circ},69$	$+0^{\circ},41$ $-0^{\circ},16$	$+0^{\circ},29$ $+0^{\circ},22$	$+0^{\circ},19$ $-0^{\circ},19$	$+0^{\circ},32$ $-0^{\circ},40$	$+0^{\circ},21$ $-0^{\circ},26$	$-0^{\circ},42$ $+0^{\circ},35$	$-0^{\circ},20$ $+0^{\circ},07$	$-0^{\circ},32$ $+0^{\circ},15$	$-0^{\circ},34$ $-0^{\circ},90$	$+0^{\circ},12$ $-0^{\circ},63$	$+0^{\circ},18$ $-0^{\circ},13$	$-0^{\circ},26$ $-4^{\circ},13$	$+2^{\circ},01$
	M	L	$-0^{\circ},56$ $+0^{\circ},40$	$+0^{\circ},56$ $+0^{\circ},82$	$+0^{\circ},66$ $+1^{\circ},76$	$-0^{\circ},04$ $+1^{\circ},34$	$+0^{\circ},25$ $+0^{\circ},57$	$+0^{\circ},51$ $+0^{\circ},07$	$+0^{\circ},00$ $+0^{\circ},38$	$-0^{\circ},08$ $+0^{\circ},72$	$-0^{\circ},15$ $+0^{\circ},57$	$-0^{\circ},07$ $-0^{\circ},77$	$-0^{\circ},13$ $-0^{\circ},27$	$-0^{\circ},17$ $-0^{\circ},47$	$-1^{\circ},24$ $+0^{\circ},56$	$-0^{\circ},75$ $+0^{\circ},51$	$+0^{\circ},05$ $+0^{\circ},31$	$-0^{\circ},26$ $-0^{\circ},56$	$+2^{\circ},12$ $+6^{\circ},14$

Таблица 4

Вычисление коэффициентов  $a_i$  и  $b_i$  ряда Фурье

$\varphi$	$B \cos 2\varphi$	$A \cos 4\varphi$	$B \cos 6\varphi$	$A \cos 8\varphi$	$M \sin 2\varphi$	$L \sin 4\varphi$	$M \sin 6\varphi$	$L \sin 8\varphi$
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
$\Sigma$	+6, 3344	-1, 4516	+3, 0040	+0, 8121	-2, 2989	+3, 0956	+2, 4534	+3, 9105

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 5

$\varphi$	$-0,08\sin 2\varphi$	$+0,10\sin 4\varphi$	$+0,08\sin 6\varphi$	$+0,13\sin 8\varphi$	$+0,21\cos 2\varphi$	$-0,05\cos 4\varphi$	$+0,10\cos 6\varphi$	$+0,03\cos 8\varphi$	$x_\sigma$
$0^\circ$	$0''$ ,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	$-0$ ,024	$+0$ ,096
27	$-0$ ,065	$+0$ ,095	$+0$ ,025	$-0$ ,077	$+0$ ,124	$+0$ ,016	$-0$ ,095	$-0$ ,015	$-0$ ,001
30	$-0$ ,070	$+0$ ,087	$0$ ,000	$-0$ ,113	$+0$ ,105	$+0$ ,025	$-0$ ,100	$-0$ ,003	$-0$ ,081
33	$-0$ ,073	$+0$ ,074	$-0$ ,025	$-0$ ,129	$+0$ ,086	$+0$ ,034	$-0$ ,095	$-0$ ,009	$-0$ ,131
36	$-0$ ,076	$+0$ ,059	$-0$ ,047	$-0$ ,124	$+0$ ,065	$+0$ ,040	$-0$ ,081	$+0$ ,020	$-0$ ,155
39	$-0$ ,078	$+0$ ,041	$-0$ ,065	$-0$ ,096	$+0$ ,044	$+0$ ,046	$-0$ ,059	$+0$ ,027	$-0$ ,147
42	$-0$ ,079	$+0$ ,021	$-0$ ,076	$-0$ ,053	$+0$ ,021	$+0$ ,049	$-0$ ,031	$+0$ ,030	$-0$ ,121
45	$-0$ ,080	$0$ ,000	$-0$ ,080	$0$ ,000	$0$ ,000	$+0$ ,050	$0$ ,000	$+0$ ,027	$-0$ ,080
48	$-0$ ,079	$-0$ ,021	$-0$ ,076	$+0$ ,053	$-0$ ,021	$+0$ ,049	$+0$ ,031	$+0$ ,020	$-0$ ,037
51	$-0$ ,078	$-0$ ,041	$-0$ ,065	$+0$ ,096	$-0$ ,044	$+0$ ,046	$+0$ ,059	$+0$ ,009	$-0$ ,007
54	$-0$ ,076	$-0$ ,059	$-0$ ,047	$+0$ ,124	$-0$ ,065	$+0$ ,040	$+0$ ,081	$-0$ ,003	$-0$ ,003
57	$-0$ ,073	$-0$ ,074	$-0$ ,025	$+0$ ,113	$-0$ ,086	$+0$ ,034	$+0$ ,095	$-0$ ,015	$-0$ ,039
60	$-0$ ,070	$-0$ ,087	$-0$ ,000	$+0$ ,077	$-0$ ,105	$+0$ ,025	$+0$ ,100	$-0$ ,024	$-0$ ,095
63	$-0$ ,065	$-0$ ,095	$+0$ ,025	$+0$ ,025	$-0$ ,124	$+0$ ,016	$+0$ ,095	$-0$ ,029	$-0$ ,168
66	$-0$ ,059	$-0$ ,099	$+0$ ,047	$+0$ ,027	$-0$ ,141	$+0$ ,005	$+0$ ,081	$-0$ ,024	$-0$ ,245
69	$-0$ ,054	$-0$ ,099	$+0$ ,065	$-0$ ,027	$-0$ ,155	$-0$ ,005	$+0$ ,059	$-0$ ,024	$-0$ ,322
72	$-0$ ,047	$-0$ ,095	$+0$ ,076	$-0$ ,077	$-0$ ,170	$-0$ ,016	$+0$ ,031	$-0$ ,015	$-0$ ,383
75	$-0$ ,040	$-0$ ,087	$+0$ ,080	$-0$ ,113	$-0$ ,183	$-0$ ,025	$0$ ,000	$-0$ ,003	$-0$ ,419
78	$-0$ ,033	$-0$ ,074	$+0$ ,076	$-0$ ,129	$-0$ ,191	$-0$ ,034	$-0$ ,031	$+0$ ,009	$-0$ ,433
81	$-0$ ,025	$-0$ ,059	$+0$ ,065	$-0$ ,124	$-0$ ,200	$-0$ ,040	$-0$ ,059	$+0$ ,009	

Продолжение табл. 5

$\varphi$	$-0,03\sin 2\varphi$	$+0,10\sin 4\varphi$	$+0,03\sin 6\varphi$	$+0,13\sin 8\varphi$	$+0,21\cos 2\varphi$	$-0,05\cos 4\varphi$	$+0,10\cos 6\varphi$	$+0,03\cos 8\varphi$	$\chi_{\sigma}$
84 <sup>c</sup>	-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",046	+0",081	+0",009	+0",123
129	+0",078	+0",041	+0",065	-0",096	-0",044	+0",049	+0",059	+0",020	+0",169
132	+0",079	+0",021	+0",076	-0",053	-0",021	+0",050	+0",031	+0",027	+0",209
135	+0",080	0",000	+0",080	0",000	0",000	+0",049	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",095	-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

$\varphi$	$-0,06\sin 2\varphi$	$+0,10\sin 4\varphi$	$+0,08\sin 6\varphi$	$+0,13\sin 8\varphi$	$+0,21\cos 2\varphi$	$-0,05\cos 4\varphi$	$+0,10\cos 6\varphi$	$+0,03\cos 8\varphi$	$x_{\varphi}$
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

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$A_9$	$A_{10}$	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$
$\cos 4\varphi$	+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
$\cos 8\varphi$	+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

	$B_0$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$B_7$	$B_8$	$B_9$	$B_{10}$	$B_{11}$	$B_{12}$	$B_{13}$	$B_{14}$	$B_{15}$
$\cos 2\varphi$	+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
$\cos 6\varphi$	+1,00	+0,95	+0,81	+0,59	+0,31	0,00	-0,81	-0,59	-0,81	-0,55	-1,00	-0,55	-0,81	-0,59	-0,31	0,00

Таблица 8

	$L_0$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$L_7$	$L_8$	$L_9$	$L_{10}$	$L_{11}$	$L_{12}$	$L_{13}$	$L_{14}$	$L_{15}$
$\sin 4\varphi$	0,00	+0,21	+0,41	+0,59	+0,74	+0,87	+0,95	+0,99	+0,99	+0,95	+0,87	+0,74	+0,53	+0,41	+0,21	0,00
$\sin 8\varphi$	0,00	+0,41	+0,74	+0,95	+0,99	+0,87	+0,59	+0,21	-0,21	-0,53	-0,87	-0,99	-0,95	-0,74	-0,41	0,00

Таблица 9

	$M_0$	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$	$M_6$	$M_7$	$M_8$	$M_9$	$M_{10}$	$M_{11}$	$M_{12}$	$M_{13}$	$M_{14}$	$M_{15}$
$\sin 2\varphi$	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
$\sin 6\varphi$	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	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$x_8$	$x_{10}$	$x_{15}$	$x_{30}$	$x_{35}$	$x_{50}$	$x_{35}$	$x_{40}$	$x_{45}$	$x_{50}$
II	36 $x_{180}$	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	$+0''$ ,60 $+1$ ,00	$+0''$ ,75 $-0$ ,50	$+0''$ ,90 $-0$ ,02	$+0''$ ,08 $+0$ ,28	$+1''$ ,48 $-0$ ,02	$+0''$ ,02 $-1$ ,50	$+2''$ ,00 $+1$ ,05	$+0''$ ,20 0,00	$+2''$ ,78 $+0$ ,38	$+1''$ ,60 $-0$ ,80
S (I+II)	$S_0$ $-1''$ ,02	$S_2$ $+1''$ ,60	$S_3$ $+0''$ ,88	$S_4$ $+0''$ ,36	$S_5$ $+1''$ ,46	$S_6$ $-1''$ ,32	$S_7$ $+3''$ ,05	$S_8$ $+0''$ ,20	$S_9$ $+3''$ ,16	$S_{10}$ $+0''$ ,80
P (I-II)	$P_0$ $+1''$ ,02	$P_2$ $+1''$ ,25	$P_3$ $+0''$ ,92	$P_4$ $-0''$ ,20	$P_5$ $+1''$ ,50	$P_6$ $+1''$ ,48	$P_7$ $+0''$ ,95	$P_8$ $+0''$ ,20	$P_9$ $+2''$ ,40	$P_{10}$ $+2''$ ,40

Продолжение табл. 1

I	11	12	13	14	15	16	17	18	Контроль
	$x_{18}$	$x_{90}$	$x_{65}$	$x_{70}$	$x_{75}$	$x_{80}$	$x_{85}$	$x_{90}$	
II	25 $x_{135}$	24 $x_{130}$	23 $x_{115}$	22 $x_{110}$	21 $x_{105}$	20 $x_{100}$	19 $x_{95}$		
I II	$+1''$ ,25 $+0$ ,40	$+0''$ ,50 $-1$ ,12	$+0''$ ,53 $-1$ ,22	$-0''$ ,52 $-0$ ,62	$+1''$ ,18 $+0$ ,10	$-1''$ ,90 $-3$ ,05	$-0''$ ,40 $-2$ ,20	$-2''$ ,12	
S (I+II)	$S_{11}$ $+1''$ ,65	$S_{12}$ $+0''$ ,62	$S_{13}$ $+0''$ ,64	$S_{14}$ $+1''$ ,14	$S_{15}$ $+1''$ ,28	$S_{16}$ $+4''$ ,95	$S_{17}$ $+2''$ ,60	$S_{18}$ $+2''$ ,12	
P (I-II)	$P_{11}$ $+0''$ ,85	$P_{12}$ $+1''$ ,62	$P_{13}$ $+1''$ ,80	$P_{14}$ $+0''$ ,10	$P_{15}$ $+1''$ ,08	$P_{16}$ $+1''$ ,15	$P_{17}$ $+1''$ ,80	$P_{18}$ $+2''$ ,12	

18  
 $\Sigma x_i = 8''$ ,941  
136  
 $\Sigma x_i = 8''$ ,86

18

18  
 $\Sigma S_i = 0''$ ,081  
118  
 $\Sigma x_i - \Sigma x_i = 17''$ ,861  
1



Вычисления коэффициентов  $a_j$  и  $b_j$  ряда Фурье

Таблица 4

$\varphi$	$B\cos 2\varphi$	$A\cos 4\varphi$	$B\cos 6\varphi$	$A\cos 8\varphi$	$M\sin 2\varphi$	$L\sin 4\varphi$	$M\sin 6\varphi$	$L\sin 8\varphi$
0°	+1", 100	-3", 140	+1", 103	-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
$\Sigma$	+12, 179	-13, 540	+4, 759	+0, 028	+13, 868	-2, 217	+0, 789	-0, 017

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

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

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

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

Вычисления систематических погрешностей диаметров круга, исследованного через  $\delta^\circ$ 

Таблица 5

$\varphi$	$+0,77\sin 2\varphi$	$-0,12\sin 4\varphi$	$+0,07\sin 6\varphi$	$-0,1\sin 8\varphi$	$+0,68\cos 2\varphi$	$-0,73\cos 4\varphi$	$+0,26\cos 6\varphi$	$+0,02\cos 8\varphi$	$x_\varphi$
$0^\circ$	$0'',00$	$0'',00$	$0'',00$	$0'',00$	$+0'',68$	$-0'',75$	$+0'',26$	$+0'',02$	$+0'',21$
5	$+0,13$	$-0,04$	$+0,04$	$+0,01$	$+0,67$	$-0,71$	$+0,23$	$+0,00$	$+0,35$
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	$+0,75$	$-0,04$	$-0,06$	$-0,01$	$+0,12$	$+0,71$	$-0,13$	$0,00$	$+1,36$
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

$\varphi$	$+0,77\sin 2\varphi$	$-0,12\sin 4\varphi$	$+0,07\sin 6\varphi$	$-0,1\sin 8\varphi$	$+0,68\cos 2\varphi$	$-0,78\cos 4\varphi$	$+0,23\cos 6\varphi$	$+0,02\cos 8\varphi$	$x_g$
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

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$A_9$
$\cos 4\varphi$	+1,00	+0,94	+0,77	+0,50	+0,17	-0,17	-0,50	-0,77	-0,94	-1,00
$\cos 8\varphi$	+1,00	+0,77	+0,17	-0,50	-0,94	-0,94	-0,50	+0,17	+0,77	+1,00
$\cos 12\varphi$	+1,00	+0,50	-0,50	-1,00	-0,50	+0,50	+1,00	+0,50	-0,50	-1,00
$\cos 16\varphi$	+1,00	+0,17	-0,94	-0,50	+0,77	+0,77	-0,50	-0,94	+0,17	+1,00

Таблица 7

	$B_0$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$B_7$	$B_8$	$B_9$
$\cos 2\varphi$	+1,00	+0,98	+0,94	+0,87	+0,77	+0,64	+0,50	+0,34	+0,17	0
$\cos 6\varphi$	+1,00	+0,87	-0,50	0,00	-0,50	-0,87	-1,00	-0,87	-0,50	0
$\cos 10\varphi$	+1,00	+0,64	-0,17	-0,87	-0,94	-0,34	+0,50	+0,98	+0,77	0
$\cos 14\varphi$	+1,00	+0,34	-0,77	-0,87	+0,17	+0,98	+0,50	-0,64	-0,94	0

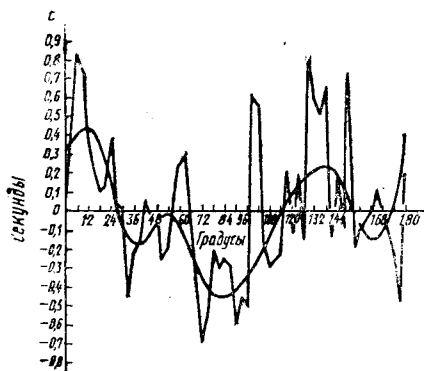
Таблица 8

	$L_0$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$L_7$	$L_8$	$L_9$
$\sin 4\varphi$	0	+0,34	+0,64	+0,87	+0,98	+0,98	+0,87	+0,64	+0,34	0
$\sin 8\varphi$	0	+0,64	+0,98	+0,87	+0,34	-0,34	-0,87	-0,98	-0,64	0
$\sin 12\varphi$	0	+0,87	+0,87	0,00	-0,87	-0,87	0,00	+0,87	+0,87	0
$\sin 16\varphi$	0	+0,98	+0,34	-0,87	-0,64	+0,64	+0,87	-0,34	-0,98	0

Таблица 9

	$M_0$	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$	$M_6$	$M_7$	$M_8$	$M_9$
$\sin 2\varphi$	0	+0,17	+0,34	+0,50	+0,64	+0,77	+0,87	+0,94	+0,98	+1,00
$\sin 6\varphi$	0	+0,50	+0,87	+1,00	+0,87	+0,50	0,00	-0,50	-0,87	-1,00
$\sin 10\varphi$	0	+0,77	+0,98	+0,50	-0,34	-0,94	-0,87	-0,17	+0,64	+1,00
$\sin 14\varphi$	0	+0,94	+0,64	-0,50	-0,98	-0,17	+0,87	+0,77	-0,34	-1,00

График погрешностей диаметров круга



$\wedge$  — полные погрешности диаметров круга;

$\sim$  — систематические погрешности диаметров круга.



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

---

Сдано в наб. 28.10.76 Подп. в печ. 14.03.76 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, Ляля пер., 6. Зак. 1659