

### Методика расчета оптимальных параметров сооружения

По результатам геодезической съемки определялось фактическое положение оси, при этом для определения координат  $X_i, Y_i, Z_i$  использовался электронный тахеометр SET 6F (фирмы «SOKKIA», Япония). Местом стояния тахеометра являлась замаркированная точка (СТ) с координатами

$$X_{СТ} = 100.0000 \text{ м},$$

$$Y_{СТ} = 100.0000 \text{ м}.$$

Обработку результатов измерений выполняют согласно нижеприведенной методике:

1. По координатам точек в каждом поясе вычисляются длины хорд

$$l_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}. \quad (8)$$

2. По найденным значениям  $l$  определяют радиусы описанной окружности треугольника, заданного координатами вершин 1( $X_{i-1}, Y_{i-1}$ ), 2( $X_i, Y_i$ ), 3( $X_{i+1}, Y_{i+1}$ ) (рис.2) :

$$R_i = \frac{l_1 \cdot l_2 \cdot l_3}{\sqrt{4 \cdot l_3^2 \cdot l_2^2 - (l_1^2 - l_2^2 - l_3^2)^2}}. \quad (9)$$

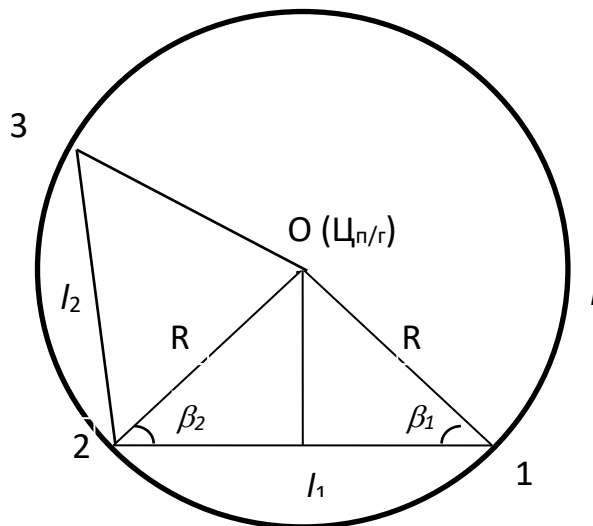


Рис. 2 Схема элементов оптимальной окружности

При этом число радиусов  $R_i$ , полученных путем вычисления по образованным вариантам треугольников, будет соответствовать числу этих треугольников  $k$ , вершинами которых являются исследуемые точки поясов. Значение  $k$  вычисляется по формуле

$$k = (n / 3) - (n^2 / 2) + (n^3 / 6), \quad (10)$$

где  $n$  - число точек, образующих пояс.

Для анализа технического состояния сооружения необходимо использовать все возможные варианты определения радиусов при решении треугольников. На рис. 3 показано число треугольников для 11-ти определяемых точек окружности, по которым вычислялись радиусы.

3. Оптимальный радиус  $R_{opt}$  окружности пояса будет равен арифметической середине из совокупности вычисленных значений

$$R_{opt} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k}. \quad (11)$$

Величина оптимального радиуса  $R_{opt}$  является характерным геометрическим параметром исследуемого сечения.

4. Координаты центра оптимальной окружности определяют, реализуя следующее. В треугольниках (рис.2) находят углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta = \arccos\left(\frac{l_i}{2R}\right). \quad (12)$$

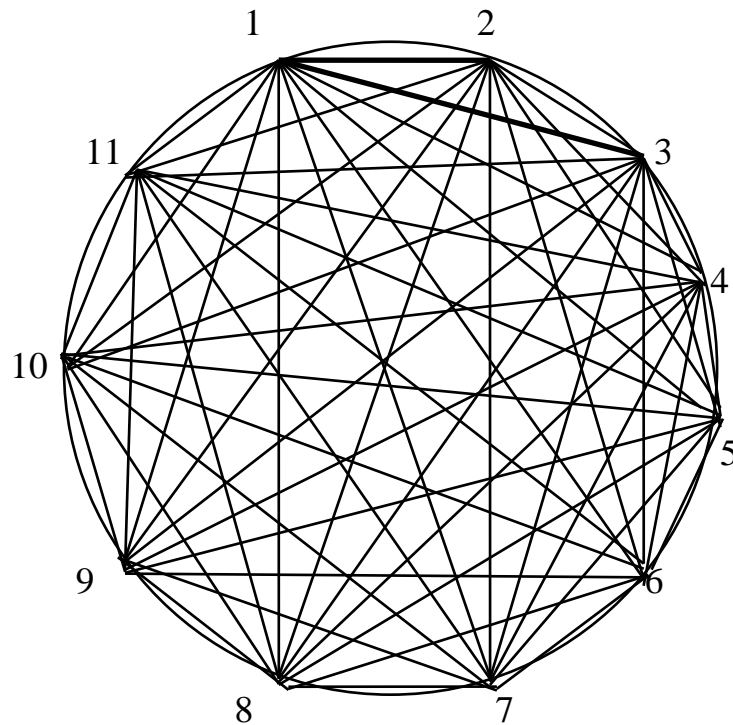


Рис. 3. Возможное число треугольников

Координаты центра  $(X_0, Y_0)$  будут получены по формулам полярной засечки. Для этого вычисляем дирекционные углы направлений радиусов

$$\alpha_{0-i} = \alpha_{i-(i+1)} + 180^\circ - \beta, \quad (13)$$

где

$$\alpha_{i-(i+1)} = \arctg\left(\frac{Y_{i+1} - Y_i}{X_{i+1} - X_i}\right). \quad (14)$$

Искомые координаты  $(X_{0(i)}, Y_{0(i)})$  определяются по известным формулам

$$\begin{aligned} X_{0(i)} &= X_i + R_{opt} \cdot \cos \alpha_{0-i}; \\ Y_{0(i)} &= Y_i + R_{opt} \cdot \sin \alpha_{0-i}. \end{aligned} \quad (15)$$

5. Вероятнейшие значения координат центра  $(X_0, Y_0)$  будут определены согласно нижеследующим выражениям:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n X_{0(i)}}{n},$$

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{0(i)}}{n}.$$
(16)

6. Используя координаты текущих точек ( $X_i$ ,  $Y_i$ ) и центра оптимальной окружности, находим фактические радиусы

$$R_\phi = \sqrt{(X_i - X_{0(i)})^2 + (Y_i - Y_{0(i)})^2}.$$
(17)

7. Вычисляем уклонения фактического радиуса  $R_\phi$  от оптимального  $R_{opt}$  в горизонтальной плоскости

$$v_x = R_\phi - R_{opt}.$$
(18)

где  $v_x$  - отклонения пути от номинального (оптимального) положения по оси  $X$ ;

$$v_y = (R_\phi)^{-1} \cdot \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}.$$
(19)

где  $X_{i,j}Y_{i,j}$  - координаты исследуемых точек в смежных циклах наблюдений;  
 $v_y$  - отклонения пути от номинального положения по оси  $Y$ .

Необходимо определить элементы рихтовки фактической оси пути радиального мостового крана. Для этого сначала, используя формулы (13) - (16), определяют координаты центра оптимальной окружности  $X_0$  и  $Y_0$ .

По координатам наблюдаемых точек и центра оптимального положения оси пути вычисляем уклонения фактического радиуса  $R_i$  от радиуса оптимального  $R_0$ , которые будут являться элементами рихтовки оси пути в определяемых точках. Результаты вычислений представить в таблице и графически.

Таблица

№ точек	Координаты, м		$R_0$	$R_i$	$V_i$ , мм
	$X$	$Y$			
Центр	96,2646	96,0546	21,4597	-	-
1			21,4597	21,4717	+12,0
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

11					
----	--	--	--	--	--

### Варианты исходных данных

№ пп	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4	
	Координаты		Координаты		Координаты		Координаты	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	115,9074	119,9461	118,3129	116,7776	120,0904	113,2260	74,7923	96,0553
2	121,1759	101,4970	120,0857	97,6691	115,9100	90,9536	83,3849	113,2155
3	113,1547	88,4310	109,7965	86,3081	106,1052	84,8425	94,3918	117,4246
4	102,2032	84,0866	98,2308	84,0636	94,3193	84,7675	105,7564	115,2938
5	90,6021	86,1823	87,2089	88,2584	84,2654	90,9211	116,2700	103,8195
6	81,8647	94,0875	80,0829	97,6418	78,9920	101,4583	117,3662	100,0003
7	78,6227	105,4159	79,0003	109,3688	80,0859	113,1939	116,2668	88,2648
8	84,2501	119,9168	87,0155	122,4571	90,3782	124,5796	109,1375	78,8900
9	94,0734	126,0374	97,9764	126,7877	101,9477	126,8157	98,1317	74,6751
10	105,8617	126,1009	109,5754	124,6904	112,9627	122,6128	86,7666	76,8107
11	112,9627	122,6128	112,9627	122,6128	118,3129	116,7776	78,0322	84,7249

№ пп	Вариант 5		Вариант 6		Вариант 7		Вариант 8	
	Координаты		Координаты		Координаты		Координаты	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	75,1621	100,0161	76,2539	103,8344	74,8408	95,7991	75,1710	99,7636
2	86,7709	115,2948	90,4854	116,7149	83,2518	113,0365	86,6219	115,1533
3	98,1319	117,4188	102,0439	116,7132	94,2114	117,3572	97,9560	117,3932
4	109,1413	113,2098	114,4890	107,3748	105,5988	115,3453	109,0031	113,2946
5	117,3662	96,0426	116,2668	86,2648	117,3556	100,1681	117,7616	96,2166
6	114,4932	84,7145	109,1375	78,8900	116,3758	88,4289	114,6329	84,8576
7	105,7502	76,8056	98,1317	74,6751	109,3372	78,9856	105,9734	76,8699
8	94,3832	74,6774	86,7666	76,8107	98,3825	74,6667	94,6553	74,6315
9	83,3780	78,8890	78,0322	84,7249	86,9990	76,6851	83,5916	78,7242
10	76,2545	88,2751	74,7923	96,0553	78,1930	84,5027	75,2455	91,8501
11	75,1592	92,0991	83,3849	113,2155	75,2455	91,8501	76,2227	103,5904

№ пп	Вариант 9		Вариант 10		Вариант 11		Вариант 12	
	Координаты		Координаты		Координаты		Координаты	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	76,2227	103,5904	74,7929	96,0499	75,1631	100,0123	76,2544	103,8328
2	90,3164	116,6126	83,3814	113,2111	86,7702	115,2948	90,4843	116,7175
3	101,0733	116,7244	94,3903	117,4238	98,1342	117,4192	102,0454	116,7127
4	114,4095	107,5149	105,7579	115,2952	109,1428	113,2102	114,4919	107,3745
5	117,4255	92,2575	117,3655	99,9973	117,7334	96,0487	117,3570	92,0894
6	112,2665	81,6701	116,2664	88,2653	114,4909	84,7165	112,0916	81,5488
7	102,2807	75,4107	109,1391	78,8923	105,7520	76,8085	102,0418	75,3838
8	90,7181	75,2997	98,1359	74,6752	94,3868	74,6795	90,4787	75,3853
9	80,6201	81,3655	86,7999	76,8065	83,3770	78,8848	80,4359	81,5551
10	74,8408	95,7991	78,0344	84,7253	75,1618	92,0979	74,7929	96,0499
11	83,2518	113,0365	75,1631	100,0123	76,2544	103,8328	83,3814	113,2111

№ пп	Вариант 13		Вариант 14		Вариант 15		Вариант 16	
	Координаты		Координаты		Координаты		Координаты	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	74,7954	96,0544	75,1652	100,0156	76,2549	103,8324	74,7997	96,0524
2	83,3830	113,2123	86,7700	115,2944	90,4860	116,7175	90,4925	116,7127
3	94,3924	117,4245	98,1368	117,4198	102,0504	116,7106	105,7564	115,2879
4	105,7598	115,2931	109,1429	113,2106	114,4899	107,3736	114,4876	107,3731
5	117,3660	100,0010	117,7327	96,0477	117,3585	92,0858	117,7327	96,0442
6	116,2677	88,2625	114,4932	84,7135	112,0921	81,5456	114,4899	84,7143
7	109,1365	78,8887	105,7473	76,8043	102,0395	75,3841	94,3849	74,6812
8	98,1341	74,6749	94,3835	74,6784	90,4746	75,3841	83,3837	78,8920
9	86,7679	76,8095	83,3764	78,8883	80,4336	81,5585	76,2575	88,2795
10	78,0346	84,7265	75,1602	92,0981	74,7954	96,0544	76,2601	103,8292
11	75,1652	100,0156	76,2549	103,8324	83,3830	113,2123	98,1326	117,4149

№ пп	Вариант 17		Вариант 18		Вариант 19		Вариант 20	
	Координаты		Координаты		Координаты		Координаты	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	76,2601	103,8292	86,7738	115,2955	74,7993	96,0547	76,2599	103,8352
2	98,1326	117,4149	102,0424	116,7069	90,4850	116,7121	98,1370	117,4125
3	109,1389	113,2045	112,0813	110,5290	105,7550	115,2911	109,1415	113,2075
4	116,2680	103,8145	117,3622	99,9964	116,2660	103,8159	117,3617	99,9985
5	117,3582	92,0870	116,2656	88,2648	117,3515	92,0888	116,2611	88,2664
6	112,0914	81,5475	102,0401	75,3869	112,0860	81,5494	102,0374	75,3883
7	90,4759	75,3863	86,7709	76,8132	90,4797	75,3898	86,7689	76,8163
8	80,4396	81,5606	78,0411	84,7279	80,4419	81,5640	78,0398	84,7323
9	75,1646	92,0999	74,7997	96,0524	75,1679	92,0995	74,7993	96,0547
10	86,7738	115,2955	90,4925	116,7127	86,7736	115,2910	90,4850	116,7121
11	102,0424	116,7069	105,7550	115,2911	102,0472	116,7069	86,7736	115,2910

№ пп	Вариант 21		Вариант 22		Вариант 23		Вариант 24	
	Координаты		Координаты		Координаты		Координаты	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	86,7736	115,2910	98,2542	85,6762	94,2746	85,8209	74,7952	96,0517
2	102,0472	116,7069	86,7541	88,2701	83,4577	90,4961	78,0346	107,3883
3	114,4879	107,3720	81,6900	122,0878	84,7160	124,6658	98,1295	117,4216
4	117,7278	96,0431	99,8120	128,3877	103,6881	127,5127	109,1386	113,2182
5	114,4865	84,7159	110,6278	123,7251	114,9046	95,2148	116,2683	103,8286
6	94,3812	74,6849	109,3756	89,5480	98,2542	85,6762	117,3587	92,0930
7	90,4797	75,3898	90,4027	86,6967	90,4027	86,6967	112,0937	81,5474
8	80,4419	81,5640	79,1912	118,9984	79,1912	118,9984	94,3983	74,6794
9	75,1679	92,0995	95,8404	128,3877	95,8404	128,5391	83,3841	78,8921
10	76,2599	103,8352	107,3328	125,9413	107,328	125,9413	76,2597	88,2787
11	98,1370	117,4125	94,2746	85,8209	112,4035	92,1262	75,1675	92,0995

№ пп	Вариант 25		Вариант 26		Вариант 27		Вариант 28	
	Координаты		Координаты		Координаты		Координаты	
	Х	У	Х	У	Х	У	Х	У
1	75.1677	100.0125	76.2529	103.8313	74.7944	96.0523	75,1681	100,0140
2	86.7632	115.2916	90.4841	116.7176	78.0344	107.3883	86,7629	115,2906
3	102.0417	116.7181	105.7536	115.3024	98.1323	117.4208	102,0412	116,7174
4	112.0872	110.5464	114.4911	107.3800	109.1386	113.2188	112,0855	110,5483
5	117.3664	100.0045	117.7333	96.0535	116.2697	103.8251	117,3665	100,0030
6	116.2699	88.2674	114.4942	84.7165	117.3596	92.0942	116,2694	88,2679
7	109.1421	78.8966	102.0498	75.3880	112.0931	81.5464	109,1424	78,8949
8	90.4829	75.3855	86.7717	76.8115	94.3975	74.6794	90,4824	75,3850
9	80.4425	81.5581	78.0404	84.7270	83.3855	78.8914	80,4427	81,5585
10	75.1645	92.0959	74.7952	96.0517	76.2585	88.2789	75,1648	92,0964
11	76.2529	103.8813	78.0346	107.3883	75.1681	100.0140	74,7944	96,0523