



К ВОПРОСУ БЫСТРОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ПУНКТОВ НА «ОПАСНОМ КРУГЕ» ПРИ ОБРАТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАСЕЧКЕ

Гурский И. Н. ORCID ID 0009-0008-6956-1881,
Солодунов А. А. ORCID ID 0000-0001-6609-9398,
Пшидаток С. К. ORCID ID 0000-0001-8514-8677, Шичиях З. З.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Краснодар,
Российская Федерация, e-mail: 2602555@mail.ru*

В статье рассмотрен способ быстрого определения координат контрольных точек на «опасном круге» с использованием обратной геодезической засечки. Цель исследования заключается в проблеме быстрого определения положения точек на «опасном круге» при обратной геодезической засечке, которая требует комплексного подхода, включающего разработку новых алгоритмов, использование передовых технологий и методов обработки данных. В настоящей работе приведены результаты исследований на предмет подтверждения неопределенности решения задачи для точек на «опасном круге» и предлагается способ быстрого определения попадания на «опасный круг» геодезических пунктов координаты, которых определяют обратной засечкой еще на стадии полевых измерений. Концепция обратной засечки в контексте наличия «опасного круга» может быть упорядочена через систему трех вписанных треугольников, где все пять вершин расположены на окружности. Данный геометрический подход позволяет эффективно решать задачи, связанные с определением местоположения объекта в пространстве. Для оперативного установления координат искомого пункта на «опасном круге» в полевых условиях рекомендуется проведение угловых измерений, определение направления между тремя исходными пунктами на искомом пункте и решение обратной геодезической задачи с целью определения длины хорды, соединяющей указанные исходные пункты. Внедрение данной функции в программное обеспечение современных электронных тахеометров значительно повысит их функциональные возможности и презентабельность.

Ключевые слова: обратная засечка, «опасный круг», неопределенность решения задачи, свойства хорды, радиусы описанной окружности, результаты вычислений

ON THE ISSUE OF QUICKLY DETERMINING THE POSITION OF DESIGNATED POINTS ON THE "DANGER CIRCLE" DURING REVERSE GEODETIC NOTATION

Gurskiy I. N. ORCID ID 0009-0008-6956-1881,
Solodunov A. A. ORCID ID 0000-0001-6609-9398,
Pshidatok S. K. ORCID ID 0000-0001-8514-8677, Shichiyakh Z. Z.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin",
Krasnodar, Russian Federation, e-mail: 2602555@mail.ru*

Implementation of this feature in the software of modern electronic total stations will significantly enhance their functionality and presentation. The purpose of the study is to address the issue of quickly determining the position of points on the "dangerous circle" using reverse geodetic triangulation, which requires a comprehensive approach that includes the development of new algorithms and the use of advanced technologies and data processing methods. In this work, the authors present the results of their research to confirm the uncertainty of solving the problem for points on the "dangerous circle" and propose a method for quickly determining the location of geodetic points on the "dangerous circle" using reverse triangulation during the field measurement stage. The concept of reverse triangulation in the context of the presence of a "dangerous circle" can be organized through a system of three inscribed triangles, where all five vertices are located on a circle. This geometric approach allows for the effective solution of problems related to the determination of an object's location in space. To quickly establish the coordinates of the desired points on the "dangerous circle" in the field, it is recommended to perform angular measurements, determine the direction between three reference points at the desired point, and solve the inverse geodetic problem to determine the length of the chord connecting these reference points. The implementation of this feature in the software of modern electronic total stations will significantly enhance their functionality and presentation.

Keywords: reverse serif, «dangerous circle», problem solution uncertainty, chord properties, circumradii, calculation results

Введение

В полевых условиях при выполнении измерений сложно определить ситуацию возникновения «опасного круга». В большинстве случаев наличие «опасного круга» выявляют в период камеральной обработки результатов измерений, что вызывает повторные полевые геодезические действия, а в конечном итоге влияет на себестоимость геодезических работ.

Цель исследования – быстрое определение положения определяемых пунктов на «опасном круге» при обратной геодезической засечке.

Материалы и методы исследования

Кафедрой геодезии Кубанского аграрного университета имени А. И. Трубилина проведены некоторые теоретические и практические исследования на предмет быстрого выявления «опасного круга» непосредственно в полевых условиях при выполнении измерений для определения координат геодезических пунктов обратной угловой засечкой. Кроме того, в результате исследования рассмотрен практический пример, которых нет в обозреваемых литературных источниках, подтверждающий утверждение, что если определяемая точка лежит на окружности, проходящей через три исходных пункта («опасный круг»), то задача становится неопределенной [1].

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе проведения исследований на местности создана ситуация, при которой в первом случае исходные геодезические пункты и определяемый пункт P_0 находятся на одной окружности, а во втором определяемый P находится внутри окружности [2].

Для этой цели на местности закреплены шесть точек геодезического обоснования $m1, m2, m3, m4, m5, m6$ и пункт P_0 по окружности по направлению радиусов от центра, что гарантировало размещение исходных и определяемого пункта на «опасном круге». Второй определяемый пункт P расположен произвольно внутри данного круга. При этом местоположение исходных пунктов не менялось [3]. Схема размещения исходных и определяемых пунктов приведена на рис. 1.

Предварительно для сопоставления расчетов и анализа результатов экспериментальных измерений и произведено определение координат исходных и определяемых пунктов методом GPS-измерений с относительной погрешностью 1/10 000 каталог координат, которых представлен в табл. 1.

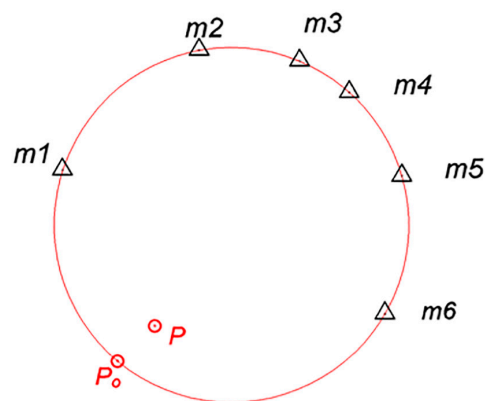


Рис. 1. Схема расположения исходных и определяемых пунктов на местности
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Таблица 1

Каталог координат исходных и определяемых пунктов

Номер точки	Координаты	
	x	x
Исходные пункты		
t1	15366,97	16861,06
t2	15457,78	16964,98
t3	15449,54	17041,48
t4	15425,81	17079,16
t5	15362,38	17119,10
t6	15257,56	17106,32
Определяемые пункты		
P_0	15221,43	16902,78
P	15248,33	16931,07

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Известно, что для решения обратной засечки с контролем необходимо выполнить измерения направлений не менее чем на четыре исходных пункта [4]. В процессе исследований измерения направлений выполнены способом круговых приемов с использованием электронного тахеометра Trimble S3 5" LP [5].

Для получения независимых результатов измерения направлений выполнены по двум вариантам. По первому варианту исходными пунктами являются $m1, m2, m4, m6$, по второму варианту – $m1, m2, m3, m5$. При этом местоположение определяемого пункта P_0 неизменно. По каждому из вариантов центрирование на пункте P_0 и начальное ориентирование выполнялось индивидуаль-

но, что позволяет исключить систематическую погрешность центрирования [6]. Схема измерения направлений (по двум вариантам) на пункте P_0 представлена на рис. 2.

Координаты исходных пунктов и результаты измерения направлений для определения координат пункта P_0 , расположенного

на «опасном круге», и по указанным выше вариантам приведены в табл. 2.

Вычисление координат дополнительного пункта P_0 , а в дальнейшем и для пункта P , выполнено решением обратной угловой засечки по формулам Кнейсселя, классическая схема которой представлена на рис. 3.

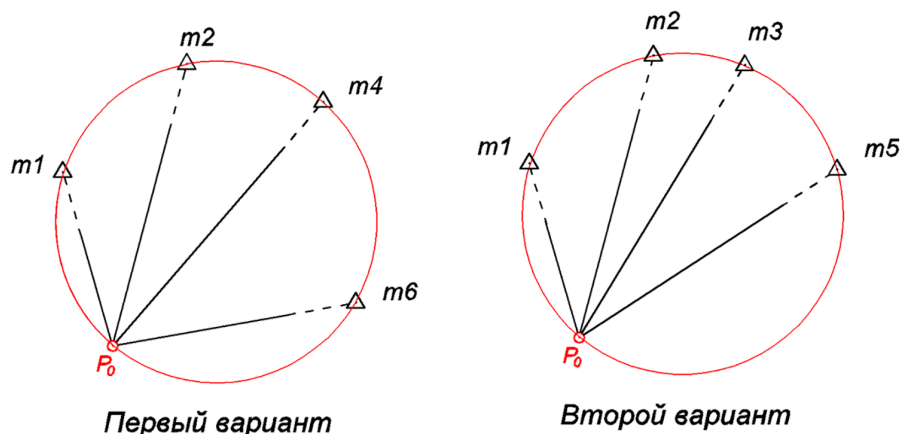


Рис. 2. Схема измерения направлений на пункте P_0 на «опасном круге»
Примечание: составлен авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Таблица 2

Исходные координаты и измеренные направления по вариантам

Номер точки	Координаты		Направления		
	x	y	град	мин	сек
Первый вариант					
$m1$	15366,97	16861,06	0	0	0
$m2$	15457,78	16964,98	30	44	22
$m4$	15425,81	17079,16	56	47	13
$m6$	15257,56	17106,32	95	55	43
Второй вариант					
$m1$	15366,97	16861,06	0	0	0
$m2$	15457,78	16964,98	30	44	22
$m3$	15449,54	17041,48	47	17	42
$m5$	15362,38	17119,1	72	54	26

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

$$\left. \begin{aligned}
 &a = ctg(\beta_1); b = ctg(\beta_2). \\
 &k_1 = a(y_B - y_A) - (x_B - x_A); k_2 = a(x_B - x_A) + (y_B - y_A); \\
 &k_3 = b(y_C - y_A) - (x_C - x_A); k_4 = b(x_C - x_A) + (y_C - y_A); \\
 &c = \frac{k_2 - k_4}{k_1 - k_3}; \Delta y_{AP} = \frac{k_2 - ck_1}{1 + c^2}; \Delta x_{AP} = c \cdot \Delta y_{AP} \\
 &x_p = x_A + \Delta x_{AP}; y_p = y_A + \Delta y_{AP}.
 \end{aligned} \right\} (1)$$

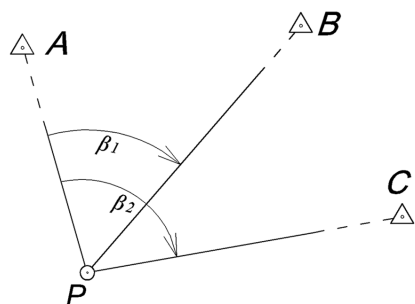


Рис. 3. Схема обратной угловой засечки по Кнейсселю

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Ниже приведен пример первого решения по вычислению координат пункта P_0 , в котором вместо обозначенных A, B, C в качестве исходных приняты координаты пунктов $m1, m4, m6$, а значения углов β_1 и β_2 равны измеренным направлениям на точки $m4$ и $m6$.

По аналогии выполнены еще три решения для первого и второго вариантов измерений, результаты которых приведены в табл. 3.

Следует заметить, что ранее определены истинные координаты точки P_0 (табл. 1), которые равны $x_{P_0} = 15221,43$, а $y_{P_0} = 16902,78$.

$$a = \text{ctg}56^\circ47'13 = 0,654707; b = \text{ctg}95^\circ55'43 = -0,103845.$$

$$k_1 = 0,654707 \cdot (17079,16 - 16861,06) - (15425,81 - 15366,97) = 83,95;$$

$$k_2 = 0,654707 \cdot (15425,81 - 15366,97) + (17079,16 - 16861,06) = 256,62;$$

$$k_3 = -0,103845 \cdot (17106,32 - 16861,06) - (15257,56 - 15366,97) = 83,94;$$

$$k_4 = -0,103845 \cdot (15257,56 - 15366,97) + (17106,32 - 16861,06) = 256,62;$$

$$C = \frac{256,62 - 256,62}{83,95 - 83,94} = 0,13; \Delta y_{m1-P_0} = \frac{256,62 - 0,13 \cdot 83,95}{1 + 0,13^2} = 242,31;$$

$$\Delta x_{m1-P_0} = 0,13 \cdot 242,31 = 30,35.$$

$$x_{P_0} = 15366,97 + 30,35 = 15397,32; y_{P_0} = 16861,06 + 242,31 = 17103,37.$$

Таблица 3

Результаты вычислений координат пункта P_0

Номер решения	Номер точки	Координаты		Направления			Вычисленные координаты	
		x	y	x	x	сек		
Первый вариант								
1	m1	15366,97	16861,06	0	0	0	15397,32	17103,37
	m4	15425,81	17079,16	56	47	13		
	m6	15257,56	17106,32	95	55	43		
2	m1	15366,97	16861,06	0	0	0	15385,22	17110,20
	m2	15457,78	16964,98	30	44	22		
	m4	15425,81	17079,16	56	47	13		
Второй вариант								
3	m1	15366,97	16861,06	0	0	0	15307,86	17123,28
	m3	15449,54	17041,48	47	17	42		
	m5	15362,38	17119,1	72	54	26		
4	m1	15366,97	16861,06	0	00	00	15455,65	17023,38
	m2	15457,78	16964,98	30	44	22		
	m3	15449,54	17041,48	47	17	42		

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Как видно из результатов вычислений, получены различные значения координат и при этом ни одно из вычисленных значений не соответствует истинным координатам пункта P_0 , что подтверждает классическое положение о том, что, если определяемые и исходные пункты располагаются на «опасном круге» при обратной засечке, результат вычислений дает неопределенное решение.

Для сравнения рассмотрен случай, при котором определяемая точка P размещена вне окружности на которой расположены исходные пункты (рис. 4).

На пункте P измерены направления по двум вариантам по неизменным исходным пунктам, как и для пункта P_0 . Изменения только в местоположении определяемого пункта, который в данном случае смещен внутрь окружности на произвольное расстояние [7–9]. В табл. 4 приведены исходные координаты и измеренные направления для пункта P , который гарантированно расположен вне «опасного круга».

По формулам (1) и схеме решения обратной засечки по Кнейсселю произведено четырехкратное вычисление координат пункта P , результаты которого приведены в табл. 5.

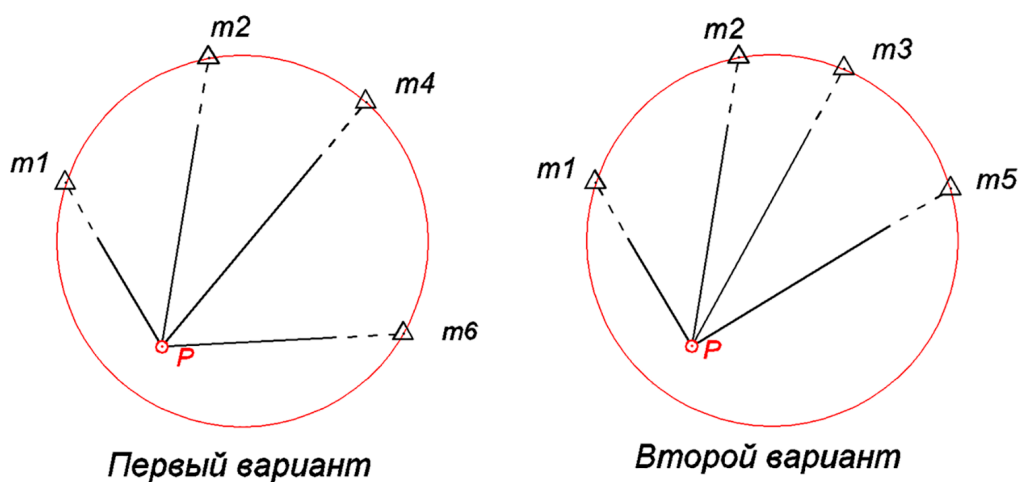


Рис. 4. Схема измерения направлений на точке P вне «опасного круга»
Примечание: составлен авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Таблица 4

Каталог исходных координат и направлений на пункте P

Номер точки	Координаты		Направления		
	x	y		x	y
Первый вариант					
$m1$	15366,97	16861,06	0	0	0
$m2$	15457,78	16964,98	39	44	31
$m4$	15425,81	17079,16	70	23	04
$m6$	15257,56	17106,32	117	31	46
Второй вариант					
$m1$	15366,97	16861,06	0	0	0
$m2$	15457,78	16964,98	39	44	31
$m3$	15449,54	17041,48	59	17	55
$m5$	15362,38	17119,1	89	18	22

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 5

Результаты вычислений координат пункта P

Номер решения	Номер точки	Координаты		Направления			Вычисленные координаты	
		x	y	град	мин	сек	x	y
Первый вариант								
1	m1	15366,97	16861,06	0	0	0	15248,31	16931,10
	m4	15425,81	17079,16	70	23	04		
	m6	15257,56	17106,32	117	31	46		
2	m1	15366,97	16861,06	0	00	00	15248,34	16931,06
	m2	15457,78	16964,98	39	44	31		
	m6	15257,56	17106,32	117	31	46		
Второй вариант								
3	m1	15366,97	16861,06	0	00	00	15248,34	16931,04
	m3	15449,54	17041,47	59	17	55		
	m5	15362,38	17119,1	89	18	22		
4	m1	15366,97	16861,06	0	00	00	15248,33	16931,08
	m2	15457,78	16964,98	39	44	31		
	m3	15449,54	17041,48	59	17	55		

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

По результатам вычислений можно видеть, что вычисленные координаты определяемого пункта P практически одинаковы и отличаются лишь на сотые доли метра [10]. При сопоставлении с ранее определенными координатами $x_p = 15248,33$, $y_p = 16931,07$ (табл. 1) максимальное расхождение в координатах составляет

$$r_{xP} = x_{P_{выч}} - x_{P_{ист}};$$

$$r_{xP} = 15248,31 - 15248,33 = -0.02;$$

$$r_{yP} = y_{P_{выч}} - y_{P_{ист}};$$

$$r_{yP} = 16931,10 - 16931,07 = 0.03.$$

Откуда абсолютное (линейное) расхождение:

$$r_P = \sqrt{r_{xP}^2 + r_{yP}^2};$$

$$r_P = \sqrt{-0.02^2 + r_{yP} \cdot 0.03^2} = \pm 0.04.$$

Приведенные выше измерения и расчеты являются необходимой составляющей для обоснования предлагаемой методики решения вопроса быстрого определения наличия «опасного круга» при обратной засечке. Идея заключается в том, что обратную засечку, для случая наличия «опасного круга», можно представить как три вписанных

треугольника, у которого все пять точек лежат на окружности (рис. 5).

Три хорды образованы четырьмя исходными пунктами, а вписанные углы, опирающиеся на хорды, образованы направлениями с определяемого пункта на исходные.

Из школьного курса геометрии, используя свойства хорды и опирающегося на нее вписанного угла, можно вычислить радиус окружности для каждого треугольника по формуле

$$R = \frac{L}{2 \cdot \sin \beta}. \tag{2}$$

где L – длина хорды; β – вписанный угол, опирающийся на хорду.

Длины хорд можно вычислить решением обратных геодезических задач (ОГЗ) по координатам исходных пунктов, а значения опирающихся на них вписанных углов получают в результате полевых измерений [11].

Учитывая то, что все исходные и определяемая точка лежат на одной окружности (рис. 5) следует ожидать, что радиусы, вычисленные из каждого треугольника, должны быть одинаковы [12].

Для определения радиусов решением (ОГЗ) проведены вычисления значений длин хорд по координатам исходных пунктов для первого и второго вариантов измерений и вычислений (табл. 6).

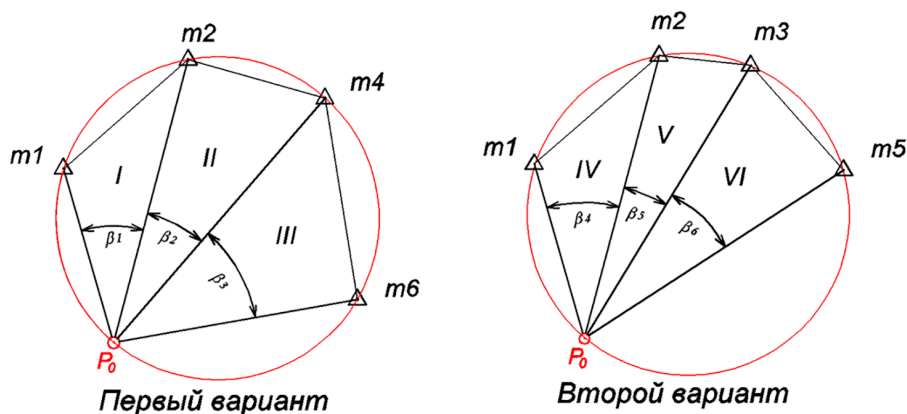


Рис. 5. Схемы обратных засечек как три вписанных треугольника по вариантам
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Таблица 6

Вычисление длин хорд по вариантам

Номера пунктов	Координаты		Приращения координат		Длина хорды
	x	y	Δx	Δy	
Первый вариант					
<i>m1</i>	15366,97	16861,06			
			90,81	103,92	138,01
<i>m2</i>	15457,78	16964,98			
			-31,97	114,18	118,57
<i>m4</i>	15425,81	17079,16			
			-168,25	27,16	170,43
<i>m6</i>	15257,56	17106,32			
Второй вариант					
<i>m1</i>	15366,97	16861,06			
			90,81	103,92	138,01
<i>m2</i>	15457,78	16964,98			
			-8,24	76,5	76,94
<i>m3</i>	15449,54	17041,48			
			-87,16	77,62	116,71
<i>m5</i>	15362,38	17119,1			

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

По результатам измерения направлений (табл. 2) вычислены вписанные углы для каждой хорды [13, 14]. Для наглядности и удобства вычислений значения хорд и вписанных углов по всем шести треугольникам сведены в табл. 7.

Ниже, в качестве примера, по формуле (2) приведен расчет радиуса для первого вписанного треугольника:

$$R_1 = \frac{138,01}{2 \cdot \sin 30^\circ 44' 22''} = 135,0035 = 035,00.$$

Аналогично выполнены расчеты для всех треугольников, результаты расчетов приведены в табл. 7.

Таблица 7

Вычисление радиусов для вписанных треугольников

Номер треугольника	Хорда между пунктами	Длина хорды L	Вписанный угол β	Вычисленный радиус
Первый вариант				
I	$m1-m2$	138,01	30°44'22"	135,00
II	$m2-m4$	118,57	26°02'51"	135,01
III	$m4-m6$	170,43	39°08'30"	135,00
Второй вариант				
IV	$m1-m2$	138,01	30°44'22"	135,00
V	$m2-m3$	76,94	16°33'20"	135,01
VI	$m3-m5$	116,71	25°36'44"	134,99

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

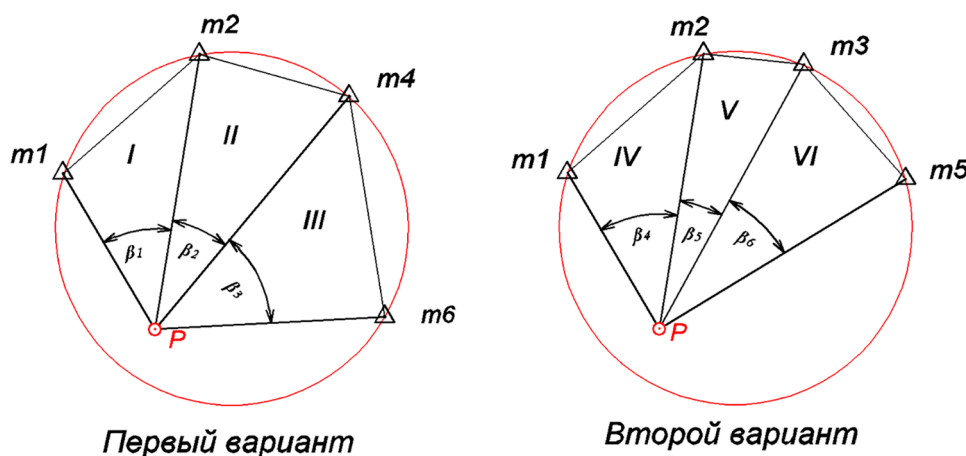


Рис. 6. Схема треугольников с точкой P вне «опасного круга»
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Таблица 8

Вычисление радиусов треугольников вне «опасного круга»

Номер треугольника	Хорда между пунктами	Длина хорды L	Вписанный угол β	Вычисленный радиус
Первый вариант				
I	$m1-m2$	138,01	39°44'31"	107,93
II	$m2-m4$	118,57	30°38'33"	115,75
III	$m4-m6$	170,43	47°08'42"	116,24
Второй вариант				
IV	$m1-m2$	138,01	39°44'31"	107,93
V	$m2-m3$	76,94	19°33'24"	114,93
VI	$m3-m5$	116,71	30°00'27"	116,68

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Как видно из расчетов для любого вписанного треугольника, значения радиусов практически равны, значит, исходные пункты и определяемый P_0 лежат на одной окружно-

сти, поэтому определение координат обратной засечкой в таком случае невозможно.

Так как в период эксперимента выполнены измерения и вычисления координат пун-

кта P , в порядке сопоставления по аналогии произведен расчет радиусов для аналогичных треугольников для обратных засечек свободных от влияния «опасного круга». Схема треугольников для точки расположенной вне «опасного круга» представлена на рис. 6.

Следует заметить, что исходные пункты, как было сказано ранее, расположены на окружности и длины хорд между ними неизменно [15]. Изменяются только значения углов $\beta_1 - \beta_6$ значения, которых определены по измеренным направлениям, приведенным в табл. 4. Данные для расчетов и их результаты приведены в табл. 8.

Заключение

Как видно из результатов, значения вычисленных радиусов для всех треугольников не одинаковы, следовательно точка P не лежит на одной окружности с исходными пунктами (на «опасном круге»).

Из всего изложенного выше можно сделать вывод, что для быстрого определения положения определяемых пунктов на «опасном круге» уже в полевых условиях следует:

- На определяемом пункте измерить углы или направления между тремя исходными пунктами;
- Решением обратной геодезической задачи определить расстояние (хорды) между исходными пунктами;
- По формуле (2) вычислить и сравнить полученные радиусы.

При равенстве радиусов имеет место быть наличие опасного круга.

Такую функцию можно ввести в программное обеспечение современных электронных тахеометров, что повысит их презентабельность.

Список литературы

1. Соколов Ю. Г., Гурский И. Н., Струсь С. С., Пшида-ток С. К. К определению координат точек обратной угловой засечкой // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 118. С. 1387–1395. EDN: VWPUPV.
2. Соколов Ю. Г., Струсь С. С., Пшида-ток С. К., Губанова Н. Я. К вопросу оценки точности геодезических сетей из четырехугольника с измеренными сторонами // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 98. С. 1588–1605. EDN: SEGWJF.
3. Солодунов А. А., Гурский И. Н., Пшида-ток С. К. Оценка точности выполнения геодезических работ при закладке коллекции виноградников на территории Учебно-опытного хозяйства «Кубань» // Успехи современного есте-

ствознания. 2025. № 10. С. 57–64. DOI: 10.17513/use.38443. EDN: GTXGEX.

4. Гура Д. А. Применение технологий искусственного интеллекта в кадастре и геодезии: современное состояние и перспективы // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2025. Т. 30. № 1. С. 126–136. DOI: 10.33764/2411-1759-2025-30-1-126-136. EDN: OWXXIV.

5. Подтелков В. В., Прокопенко А. В., Зеленков Д. С., Бегеретова М. А. Особенности устройства дренажа обратной засыпки пазух подпорных стен в зависимости от типа подтопления и конструкции сооружения // Инженерный вестник Дона. 2026. № 3 (135). EDN: GVRWBN.

6. Богомолов А. Н., Богомолова О. А., Подтелков В. В., Ушаков А. Н., Пристанков А. А. Влияние жесткости элементов ленточного фундамента на несущую способность основания // Строительство и архитектура. 2018. Т. 6. № 1. С. 12–15. DOI: 10.29039/article_5abc8c7e828ea2.11100132. EDN: YODDIL.

7. Подтелков В. В., Прокопенко А. В., Зеленков Д. С., Пшида-ток М. А. Вопросы достаточности инженерно-геологических изысканий на подрабатываемой территории для устройства оснований силовых полов и фундаментов логистического центра // Инженерный вестник Дона. 2024. № 1 (109). С. 277–289. EDN: NGPKUU.

8. Богомолов А. Н., Богомолова О. А., Подтелков В. В., Богдан А. В., Либурацков Е. М. Зависимость величины предельно допустимой нагрузки от физико-механических свойств однородного основания штампа в условиях смешанной задачи // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 1. С. 115–127. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.10. EDN: YLXSQJ.

9. Богомолов А. Н., Абрамов Г. А., Богомолова О. А., Подтелков В. В., Якименко И. В. Оценка устойчивости круглых выработок различного диаметра, отработанных в однородном грунтовом откосе на уровне его подошвы // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. № 44–1(63). С. 12–20. EDN: VYTQEZ.

10. Сергиенко Е. А., Цораева Э. Н., Катаева М. В. К вопросу нормирования площади земельных участков для размещения образовательных учреждений // Международный научный журнал. 2021. № 3. С. 41–49. DOI: 10.34286/1995-4638-2021-78-3-41-49. EDN: MJFRAO.

11. Шипилова Н. А., Ванжа В. В., Белокур К. А., Михеев Г. В., Дегтярева Е. В., Шишкин А. С., Орехова В. И. Развитие строительства с учетом внедрения инновационных технологий при возведении гидротехнических сооружений // Экономика и предпринимательство. 2024. № 6 (167). С. 990–993. DOI: 10.34925/EIP.2024.167.6.206. EDN: FXGDNB.

12. Цораева Э. Н. Актуальные вопросы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения // International Agricultural Journal. 2025. Т. 68. № 2. DOI: 10.55186/25880209_2025_9_2_16. EDN: GXFJJJ.

13. Серга Г. В., Белокур К. А., Лебедев В. А. Технологические особенности изготовления винтовых роторов для отделочно-упрочняющей обработки деталей // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2016. № 4. С. 8–11. EDN: VWPZBP.

14. Серга Г. В., Белокур К. А., Хвостик Э. А. Совершенствование рабочих органов станков на базе винтовых роторов // Вестник Брянского государственного технического университета. 2018. № 9 (70). С. 4. DOI: 10.30987/article_5bd17b452ab289.28134044. EDN: YSSJGX.

15. Белокур К. А., Серга Г. В. Новые конструкции колонн, жилых, промышленных и административных зданий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 115. С. 859–872. EDN: VJLRV.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.