

А. В. ГОЖИЙ, канд. техн. наук, *А. А. ЖУРАВЕЛЬ*, *И. А. ТУРЯНИЦА*
Полтавский инженерно-строительный институт

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО СРАВНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ДЕТАЛЬНОЙ РАЗБИВКИ КРУГОВОЙ КРИВОЙ

В настоящее время теоретически разработано более десяти способов детальной разбивки круговой кривой, большинство из которых обеспечены специальными таблицами, облегчающими подготовку данных для разбивки.

Разнообразие существующих способов разбивки круговой кривой дает возможность выбрать практически для любых условий наиболее подходящий и достаточно эффективный способ. Однако фактически на практике широко применяют несколько «популярных» способов (например, способ прямоугольных координат), а большинство других используют лишь в отдельных случаях. При этом предпочтительное применение «популярных» способов не всегда является экономически оправданным и целесообразным.

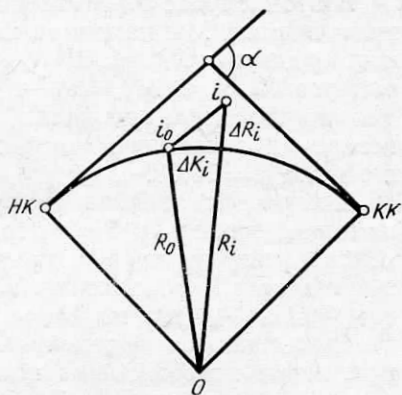
Это можно объяснить слабой практической изученностью большинства «непопулярных» способов и, по-видимому, недостаточным освещением в специальной литературе вопросов о возможности их практического применения.

Описание основных результатов наших исследований способов детальной разбивки круговой кривой составило содержание настоящей статьи.

Зная погрешности построения углов и линий на местности, ожидаемую погрешность выноса в натуру точек круговой кривой каким-то конкретным способом можно подсчитать по соответствующим формулам погрешностей, полученным на основе рабочих формул этого способа. Однако определенная таким образом погрешность будет характеризовать лишь точность выноса точек круговой кривой по отношению к исходной точке, от которой ведется разбивка (начало, середина или конец кривой), и не будет являться достаточно надежной характеристикой качества построения на местности самой круговой кривой.

Более надежную оценку точности построения круговой кривой можно сделать по значению погрешностей ΔR_i построения отдельных радиусов кривой. Как видно из рисунка, именно от погрешностей ΔR_i , искажающих положение точек кривой в направлении ее радиуса, зависит качество построения собственно круговой кривой. Погрешности Δk_i , искажающие положение точек кривой в направлении самой кривой, нарушают равенство интервалов детальной разбивки, однако не влияют заметно на построение самой кривой.

Кроме погрешностей ΔR_i и Δk_i на рисунке показаны: начало кривой НК, конец кривой КК, угол поворота α , центр кривой O , положение построенной точки кривой i , действительное положение которой i_0 , фактически построенный радиус кривой R_i , действительный радиус кривой R_0 .



К оценке точности детального построения круговой кривой.

При сравнении различных способов детальной разбивки круговой кривой мы оценивали точность построения точек кривой каждым способом не по отношению к исходной точке разбивки (начало, середина или конец кривой), а по отношению к центру кривой, т. е. рассматривая погрешность выноса отдельной точки круговой кривой как погрешность ΔR_i построения радиуса кривой в данной точке.

В этом случае погрешности ΔR_i можно определять несколькими путями. Мы находили их как разности значений построенного радиуса R_i в i -й точке кривой и ее действительного радиуса R_0 , т. е. $\Delta R_i = R_i - R_0$, для чего на местности, удобной для производства угловых и линейных измерений, сначала построили эталонную круговую кривую радиуса $R_0 = 100,00$ м при угле поворота $\alpha = 70^\circ 00'$.

Построение эталонной круговой кривой было выполнено с помощью теодолита Т5 и мерной рулетки РК-50. Многократные контрольные измерения радиуса эталонной круговой кривой в ее главных точках показали, что погрешность построения его меньше $\pm 0,005$ м. Далее поочередно каждым из 12 сравниваемых способов определяли положение пяти точек круговой кривой, от которых измеряли расстояние до центра эталонной кривой (величину R_i). Таким образом, для каждого способа детальной разбивки кривой были получены по пять значений радиуса R_i построенной кривой.

При производстве детальных разбивок кривой разными способами линейные измерения выполняли мерной рулеткой РК-50 и мерной лентой ЛЗ-20, угловые — теодолитом Т30, построение прямых углов — двухзеркальным эккером, построение створов — глазомерно.

Чтобы оценить точность выноса точек кривой каждым способом на основе измеренных значений R_i , известным путем определяли:

1) наиболее вероятное значение построенного каждым способом радиуса $R_c = 1/n \sum_{i=1}^n R_i$ (во всех случаях число измеренных радиусов $n = 5$);

2) вероятнейшие уклонения $v_i = R_i - R_c$ отдельных значений измеренных радиусов R_i от его наиболее вероятного значения R_c ;

3) средние квадратические погрешности $m_R = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$ построения одного радиуса кривой (т. е. погрешности выноса одной точки кривой);

4) средние квадратические погрешности $M_R = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$ определения наиболее вероятного значения построенного радиуса R_c ;

5) уклонения $\delta_R = R_c - R_0$ построенных разными способами наиболее вероятных значений радиуса кривой R_c от его действительного значения R_0 .

Основные из перечисленных величин приведены в соответствующих колонках таблицы. В первой колонке указаны названия всех сравниваемых способов и литературные источники, в которых описаны эти способы. В колонках 5—10 знаком «+» отмечено, на каком из шести основных способов выноса точек на местность основан каждый из 12 способов детальной разбивки круговой кривой.

Перечень сравниваемых способов детальной разбивки круговой кривой и некоторые сведения о них

Способ	m_R	M_R	δ_R	Вынос точек кривой способом						
				прямоугольных координат	полярных координат	угловой засечки	линейной засечки	линейно-угловой засечки	створных измерений	
Прямоугольных координат от тангенса [1—5]	$\pm 0,02$ м	$\pm 0,01$ м	$+0,04$ м	+						
Прямоугольных координат от хорд [1—5]	,01	,00	$+0,04$	+	+					
Полярных координат [6]	,01	,00	0,00		+					
Угловой засечки [7]	,01	,00	0,00			+				
Углов и хорд [1,5]	,01	,00	$+0,02$					+		
Углов и тангенсов [1]	,02	,01	$+0,01$						+	+
Продолженных хорд [1—5]	,02	,01	$+0,05$					+		+
Продолженных тангенсов [1]	,05	,02	$+0,04$					+		+
Удвоения числа хорд [1]	,04	,02	$+0,03$	+						+
Удвоения числа тангенсов [1]	,08	,04	$-0,07$							+
Двойного вписанного многоугольника [1]	,12	,05	$-0,12$	+				+		+
Двойного описанного многоугольника [1]	,05	,02	$-0,04$	+				+		+

Применение различных способов детальной разбивки круговой кривой в одних и тех же условиях, достигнутая при этом точность разбивки каждым способом, анализ и сравнение содержаний всех способов дают возможность сделать следующие выводы:

1. Более высокую точность детальной разбивки круговой кривой обеспечивают способы, полностью или частично основанные на угловых измерениях. К ним относятся способы угловой засечки, полярных координат, углов и хорд, углов и тангенсов. Их, естественно, следует рекомендовать для более широкого применения в практике разбивочных работ.

2. Способы, в которых вынос точек на местность осуществляется путем створных измерений или сочетания створных измерений со способами линейной засечки и прямоугольных координат, отличаются более низкой точностью построения круговой кривой.

3. Радиусы круговых кривых, построенных способами, в которых отдельные точки выносятся на местность путем линейной засечки, створных измерений или по прямоугольным координатам точек, систематически уклоняются от действительного значения радиуса кривой. Это следующие способы: продолженных хорд, продолженных тангенсов, двойного вписанного многоугольника, двойного описанного многоугольника, удвоения числа тангенсов, удвоения числа хорд, прямоугольных координат от тангенса, прямоугольных координат от хорд.

Отмеченное уклонение, по-видимому, вызвано погрешностями построений створов и прямых углов на местности. Для повышения точности разбивки круговой кривой данными способами в них следует прежде всего более точно вести построение створов и прямых углов, используя для этого теодолиты малой точности или другие равноценные угломерные инструменты.

4. Во всех рассмотренных способах детальной разбивки круговой кривой, кроме способа угловой засечки, необходимым элементом процесса разбивки являются линейные измерения. Поэтому большинство способов не может обеспечить высокую точность разбивки круговой кривой на участках, где неудобно или невозможно вести линейные измерения с необходимой точностью. В подобной ситуации целесообразно вести разбивку кривой способом угловой засечки, в котором отсутствуют линейные измерения, или способом углов и хорд, в котором приходится откладывать сравнительно небольшие длины линий.

5. В содержание «Таблиц для разбивки кривых» необходимо включать описание и соответствующие табличные данные для детальной разбивки круговой кривой способами угловой засечки и полярных координат.

Список литературы: 1. Ганьшин В. Н., Хренов Л. С. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. Киев, Будівельник, 1974. 2. Дикарев В. В. Разбивка дорожных закруглений. Киев, Изд-во Киев. ун-та, 1960. 3. Левчук Г. П. Курс инженерной геодезии. М., Недра, 1970. 4. Митин Н. А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. М., Недра, 1971. 5. Справочник геодезиста. М., Недра, 1975. 6. Циль В. Инженерная геодезия. М., Недра, 1974. 7. Черных В. И., Меламуд Я. Г. Разбивка круговых кривых способом засечек. — «Транспортное строительство», 1958, № 7.

Работа поступила 27 февраля 1978 года.
Рекомендована кафедрой геодезии Полтавского инженерно-строительного института.