

КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова

ГЕОДЕЗИЯ

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ТРАССИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА

Методические указания к выполнению полевых работ



Красноярск 2017

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
«Красноярский государственный аграрный университет»

К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова

ГЕОДЕЗИЯ

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ТРАССИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА

*Методические указания
к выполнению полевых работ*

Электронное издание

Красноярск 2017

Рецензент

С.А. Мамонтова, канд. экон. наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров Красноярского государственного аграрного университета

Шумаев, К.Н.

Геодезия. Геодезическое трассирование линейного объекта: метод. указания к выполнению полевых работ [Электронный ресурс] / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов, Ю.В. Горбунова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 28 с.

Разработано в соответствии с утверждённой программой курса «Геодезия». Подробно изложена методика выполнения полевых работ при геодезическом трассировании линейного объекта для различных целей.

Предназначено для студентов Института землеустройства, кадастров и природообустройства направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» очной и заочной формы обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного аграрного университета

© Шумаев К.Н., Сафонов А.Я.,
Горбунова Ю.В., 2017

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Полевое трассирование. Разбивка пикетажа	6
Расчёт элементов круговой кривой	8
Расчёт пикетажного положения главных точек кривой.....	9
Порядок разбивки главных точек кривой на местности.....	10
Привязка и нивелирование трассы	11
Охрана труда и правила техники безопасности при ведении топографо-геодезических работ	18
Контрольные вопросы	21
Библиографический список	23
Приложения.....	24
Приложение А. Пример использования таблиц В.Н. Ганьшина, Л.С. Хренова для определения основных элементов круговых кривых	24
Приложение Б. Каталог координат и высот пунктов полиго- нометрии 2 разряда геодезического полигона КрасГАУ.....	26

ВВЕДЕНИЕ

Сооружения, имеющие небольшую ширину и значительную протяжённость, считают линейными.

Проложение продольной оси линейного сооружения, будь то магистральный оросительный канал, главная дрена, или автомобильная дорога и линия электропередач и тому подобное, называют геодезическим трассированием линейного объекта.

Положение трассы в пространстве достаточно полно может быть охарактеризовано планом – проекцией на горизонтальную плоскость, и продольным профилем – вертикальным разрезом по оси трассы. При необходимости продольный профиль на отдельные участки дополняется поперечными профилями.

Различают трассирование камеральное, выполняемое по топографическим картам, материалам аэрофотосъёмки и цифровым моделям местности, и полевое трассирование, выполняемое на местности. Камеральное выполняется на стадии проекта (предварительные изыскания). Полевое выполняется на стадии рабочего проекта или перенесения проектной линии на местность (окончательные изыскания).

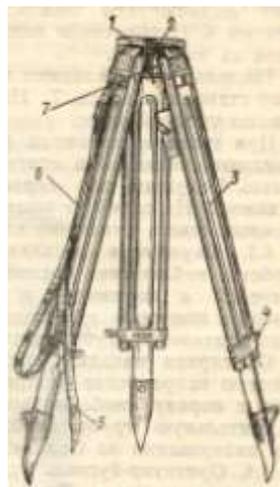
Согласно программе практики, длина трассы выбирается не менее 200 м на каждого члена учебной бригады. Длина трассы может быть уменьшена за счёт её сложности. Трасса должна содержать не менее двух поворотов. Высотная привязка трассы осуществляется к пунктам полигонометрии геодезического полигона КрасГАУ. Плановое положение трассы и радиусы круговых кривых задаёт руководитель учебной практики.

В методических указаниях подробно изложена последовательность работ при геодезическом трассировании линейного объекта. Даны рекомендации по охране труда и безопасному ведению работ в полевых условиях при выполнении топографо-геодезических работ.

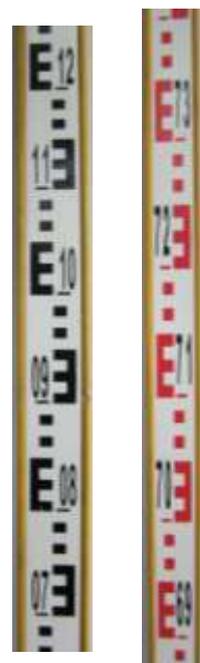
Для выполнения работ по геодезическому трассированию на бригаду выдаётся нивелирный комплект. В зависимости от того, нивелир отечественный или импортный, оптический или цифровой, в комплект подбираются штатив и рейки. На рисунках 1 и 2 представлены возможные варианты комплектации.



а



б



в

Рисунок 1 – Комплект к нивелиру Уральского ОМЗ: а – нивелир ЗНЗКЛ; б – штатив ШР-140; в – рейка РН-3-3000СП



а



б



в

Рисунок 2 – Комплект к нивелиру SOKKIA: а – нивелир SDL 50; б – штатив T2N-L; в – рейка ND345124-103

Методические указания составлены в соответствии с действующим стандартом и рабочей программой для студентов направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

ПОЛЕВОЕ ТРАССИРОВАНИЕ. РАЗБИВКА ПИКЕТАЖА

Полевое трассирование выполняется на основе материалов полученных при камеральном трассировании. Плановое положение трассы определяется в процессе разбивки пикетажа, а высотное положение в результате, как правило, геометрического нивелирования.

При рекогносцировке уточняется положение трассы, устанавливают положение начальной и конечной точки трассы, находят начальный и конечный реперы, к которым будет осуществлена привязка трассы, закрепляют на местности точки вершин поворота трассы.

По трассе прокладывается теодолитный ход требуемой точности с измерением углов поворота трассы полным приёмом. Углом поворота трассы считают угол отклонения от предыдущего направления.

Контроль дирекционных углов можно произвести по следующим формулам:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + \varphi_{\text{прав.}}; \quad (1)$$

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n - \varphi_{\text{лев.}}$$

где α_{n+1} – дирекционный угол определяемого направления; α_n – дирекционный угол предыдущего направления; $\varphi_{\text{прав.}}$ – значение угла правого поворота; $\varphi_{\text{лев.}}$ – значение угла левого поворота.

На профиль трассы выписывают дирекционные углы или определённые по их значениям румбы.

В процессе измерения длин линий необходимо вводить поправки при углах наклона более 2° . Поправка за наклон вводится только со знаком плюс. Относительная ошибка линейных измерений не должна превышать $1/1\ 500 - 1/2\ 000$.

После рекогносцировки разбивают пикетаж. Пикетом называют отрезок местности длиной 100 метров. Пикеты закрепляются деревянными колышками, забиваемыми почти вровень с землёй. Рядом вбивается другой колышек – «сторожок», со стороны пикета подписывается его номер. Пикет со сторожкой окапывается канавкой. Начало трассы обозначают нулевым пикетом (ПК0), а далее по порядку.

Для более детального отражения рельефа местности, между пикетами фиксируют точки перегиба рельефа, забивая на них колышки.

Точки перегиба называют плюсовыми. Они обозначаются присоединением к номеру ближайшего предыдущего пикета величины расстояния от него, например: ПК3+27,00. Кроме того, данная запись указывает, что от начала трассы до плюсовой точки (вершина угла поворота, точка перегиба местности, положение элемента кривой, пересечение с дорогой или водной преградой) расстояние составляет 327,00 м. Плюсовые точки также окапываются.

Одновременно с разбивкой пикетажа ведётся пикетажный журнал (рис. 3).

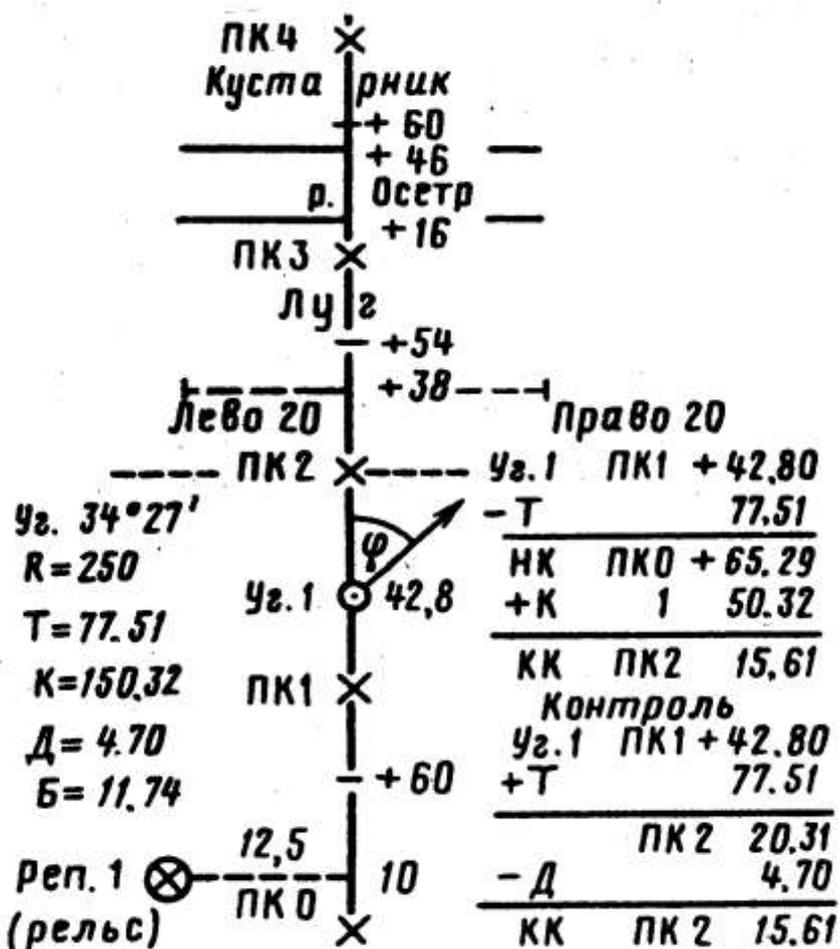


Рисунок 3 – Чертёж и расчеты элементов круговой кривой и пикетажного положения главных точек кривой в пикетажном журнале

Посередине страницы, сплошной линией, снизу вверх проводится условная ось трассы. Внизу намечают точку начала трассы и обозначают ПК0. Далее на ней обозначают пикеты, плюсовые точки, вершины углов поворота (ВУП), ситуацию. Углы поворота отмечают

точкой, а их направление поворота стрелкой. Как правило, на странице размещается два–три пикета, приводят значения дирекционных углов или румбов линии, основных элементов круговой кривой трассы (φ , R , T , K , D , B), а также расчёт пикетажных положений начала кривой (НК) и конца кривой (КК) с контролем.

В пикетажном журнале отображается ситуация вдоль трассы вправо и влево от неё на расстоянии до 20 м.

РАСЧЁТ ЭЛЕМЕНТОВ КРУГОВОЙ КРИВОЙ

Прямые участки дороги в углах поворота сопрягаются плавными круговыми кривыми, а при необходимости более плавных сопряжений между ними используют переходные кривые. В программу данной практики не входит построение переходных кривых.

Круговая кривая это окружность радиуса R . В круговой кривой различают следующие элементы:

а) угол поворота φ – величина отклонения трассы от предыдущего направления;

б) радиус кривой R – выбирают из нормативов согласно техническим условиям;

в) тангенс T – расстояние от вершины угла поворота до начала кривой или до конца кривой. Его величина определяется по формуле

$$T=R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}; \quad (2)$$

г) кривая K – длина дуги от начала до конца кривой. Её величина определяется по формуле

$$K=\frac{\pi R \varphi}{180^{\circ}}, \quad (3)$$

где $\pi=3,14$;

д) биссектриса B – расстояние от ВУП до середины кривой (СК). Величина биссектрисы может быть определена по формуле

$$B=\frac{R}{\cos \frac{\varphi}{2}}-R=R\left(\operatorname{sek} \frac{\varphi}{2}-1\right); \quad (4)$$

е) домер D – это разность в длине суммы двух тангенсов и кривой

$$D = 2T - K . \quad (5)$$

Элементы кривой определяются непосредственно в поле, после измерения угла поворота. Их значения можно определить как при помощи калькулятора, так и по специальным таблицам для разбивки круговых и переходных кривых согласно φ и R (приложение А). Полученные значения записывают в пикетажный журнал, слева, у соответствующего угла поворота.

РАСЧЁТ ПИКЕТАЖНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ГЛАВНЫХ ТОЧЕК КРИВОЙ

При разбивке пикетажа в углах поворота закрепляются главные точки кривой. К ним относят: начало кривой обозначено НК, середину кривой СК и конец кривой КК. Расчёт пикетажного положения главных точек выполняют от пикетажного положения вершины угла поворота ВУП. Данные вычисления выполняются на каждом углу поворота. Обязательными являются контрольные вычисления.

Например: вершина угла поворота находится на пикете ПК1+42.80, угол поворота трассы составляет $\varphi = 34^\circ 27'$ и радиус закругления $R = 250$ м. Определены следующие значения элементов круговой кривой: $T = 77.51$ м, $K = 150.32$ м, $D = 4.70$ м, $B = 11.74$ м. Исходя из этого пикетажные положения начала, середины и конца кривой составят:

$$\begin{array}{r}
 \text{ВУП ПК1+42.80} \\
 \underline{-T \quad 77.51} \\
 \text{НК ПК0+65.29} \\
 \underline{+K \quad 1+50.32} \\
 \text{КК ПК2+15.61} \\
 \underline{-0.5K \quad 75.16} \\
 \text{СК ПК1+40.45}
 \end{array}$$

Необходимо выполнить контрольные вычисления для КК:

$$\begin{array}{r}
\text{ВУП ПК1+42.80} \\
+T \quad 77.51 \\
\hline
\text{ПК2+20.31} \\
-Д \quad 4.70 \\
\hline
\text{КК ПК2+15.61}
\end{array}$$

Расхождения между КК не должны превышать 3 см.
Необходимо выполнить контрольные вычисления для СК

$$\begin{array}{r}
\text{НК ПК0+65.29} \\
+0.5 К \quad 75.16 \\
\hline
\text{СК ПК1+40.45.}
\end{array}$$

ПОРЯДОК РАЗБИВКИ ГЛАВНЫХ ТОЧЕК КРИВОЙ НА МЕСТНОСТИ

На круговой кривой пикетаж разбивается по линиям тангенсов от вершины угла поворота. Откладывают от ВУП, в обратном направлении, величину $T=77.51$ м или можно отложить пикетажное расстояние НК ПК0+65.29, от ПК0 отмеряется 65.29 м, в прямом направлении. Положение НК закрепляется колышком (рис. 4).

Чтобы найти положение точки СК, над ВУП устанавливается теодолит. Ноль горизонтального круга ориентируется в направлении точки НК. Открепив алидаду устанавливают отсчёт:

а) при повороте вправо

$$\beta_n = 270^\circ + \frac{\varphi}{2} ; \quad (6)$$

б) при повороте влево

$$\beta_n = 90^\circ - \frac{\varphi}{2} . \quad (7)$$

При этом визирная ось трубы будет направлена по биссектрисе. В этом направлении отмеряют величину биссектрисы $B=11.74$ м и закрепляют положение СК.

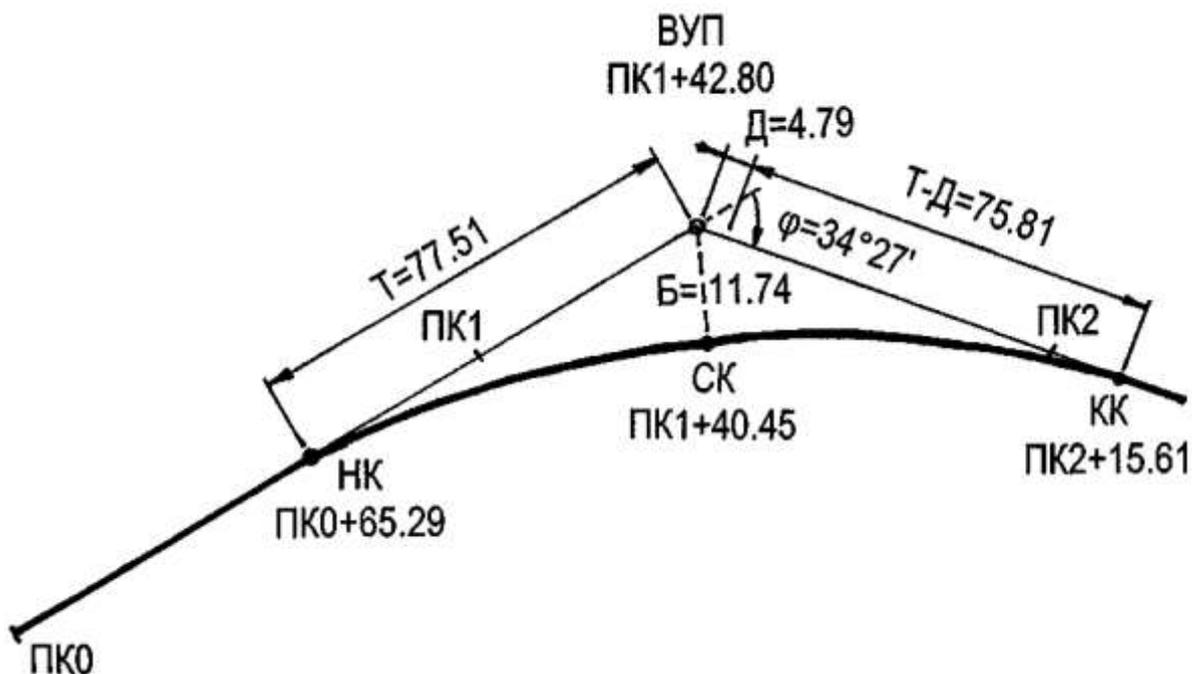


Рисунок 4 – Разбивка пикетажа на кривой

Чтобы определить пикетажное положение точки КК, в прямом направлении от точки ВУП откладывают величину домера $D=4.70$ м. При этом считается, что его конец имеет тот же пикетаж, что и вершина угла поворота ВУП ПК1+42.80. От полученной точки продолжают разбивку пикетажа обычным путём. Отложив от конца домера расстояние $T-D=72.81$ м, закрепляют положение КК, и окапывают. Правильность положения КК можно проконтролировать, отложив от ВУП в прямом направлении величину $T=77.51$ м. Конец кривой отмечают как плюсовую точку.

Полученные плановые данные по трассе заносятся в ведомость прямых вставок и кривых.

ПРИВЯЗКА И НИВЕЛИРОВАНИЕ ТРАССЫ

В процессе нивелирования необходимо получить высоты всех пикетных точек, начала, середины и конца кривой, плюсовых точек и точек поперечных профилей. В программу практики построение поперечных профилей не входит. Нивелирный ход привязывается к двум реперам или пунктам сетей сгущения. Если трасса опирается только на один репер, то её нивелируют двойным ходом – в прямом и

обратном направлении, или двумя нивелирами, один вслед другому. Привязка к реперам выполняется без разбивки пикетажа.

По программе учебной практики, привязка нивелирного хода должна быть выполнена к одному или двум пунктам учебного геодезического полигона, высоты которых имеются в каталоге координат и высот (приложение Б).

Нивелирование технической точности выполняется способом из середины, с расстоянием от нивелира до рейки от 50 до 150 метров.

При нивелировании трассы, как связующим точкам, предпочтение отдаётся пикетам, а плюсовые точки, как правило, промежуточные. При большом уклоне, как связующие, можно использовать и плюсовые точки. На крутых склонах допустимо использовать для связующих точек икс-овые точки (с неизвестным расстоянием до них). Таких точек на трассе может быть несколько. Они нумеруются буквой «X» с порядковым номером, например: «X2», или «X7».

На станции вначале нивелируются связующие точки, и только после выполнения контроля (превышение, полученное по чёрной стороне рейки, не должно отличаться от превышения, полученного по красной стороне рейки, более чем на 5 мм), приступают к нивелированию промежуточных точек. Отсчёты на промежуточные точки, допустимо считать только по чёрной стороне рейки. Пример нивелирования на станции с промежуточной точкой представлен на рис. 5.

Полученные результаты заносятся в журнал нивелирования трассы. По мере заполнения полевого журнала выполняется постраничный контроль. Постраничный контроль необходимо выполнять только для связующих точек. Отсчёты на промежуточные точки в нём не используются.



Рисунок 5 – Схема нивелирования на станции с промежуточной точкой

Контроль состоит в следующем. Подсчитывается сумма отсчётов по чёрной и красной сторонам задней рейки ($\Sigma a_{зад.}$), затем, подсчитывается сумма отсчётов по чёрной и красной сторонам передней рейки ($\Sigma b_{пер.}$) и определяется первое превышение:

$$h_1 = \frac{\Sigma a_{зад.} - \Sigma b_{пер.}}{2} . \quad (8)$$

Подсчитывается сумма положительных превышений вычисленных по чёрной и красной сторонам рейки $\Sigma(+h_{выч.}$, затем сумма отрицательных превышений вычисленных по чёрной и красной сторонам рейки $\Sigma(-h_{выч.}$ и определяется второе превышение:

Журнал нивелирования трассы

Но- мер стан- ции	Номер точки	Отсчёт по рейке, мм			Превышение, мм		Среднее превышен., мм		Исправ. превыш., мм	Высота ГП, м	Высота точки, м
		задний	передний	промеж.	+	—	+	—			
1	Реп.3 ПК0	1100 5788	1420 6106			318 320		+1 319	-318		50.000 49.682
2	ПК0 +32 +80 ПК1	2932 7620	0810 5496	2849 0846	2124 2122		+1 2123		+2124	52.614 52.615 52.616	49.682 49.766 51.769 51.806
3	ПК1 ПК2 +25 ПК3	1212 5900	2062 6752	1058 1121		852 850		+2 851	-849	53.018 53.018 53.019	51.806 51.960 51.897 50.957
4	ПК3 ПК4 +38	2738 7426	1020 5710	1126	1716 1718		+2 1717		+1719	53.695 53.696 53.696	50.957 52.570 52.676
Постраничный контроль Σ		34 716	29 376	—	7 680	2 340	3 840	1 170			

14

$$h_1 = \frac{34716 - 29376}{2} = 2670 \quad h_2 = \frac{7680 - 2340}{2} = 2670 \quad h_3 = 3840 - 1170 = 2670$$

Продолжение табл.

Но- мер станц.	Номер точки	Отсчёт по рейке, мм			Превышение, мм		Среднее превышен., мм		Исправ. превыш. мм	Высота ГП, м	Высота точки, м	
		задний	передний	промеж.	+	-	+	-				
5	+38	2986					+1		+2605	55.662	52.676	
	ПК5	7634		0561	2603		2604			55.662	55.101	
	+25		0381		2605					55.662	55.281	
6	+25	2955					+1		+2447		55.281	
	ПК6	7654			2447		2446					
7			0510						-2619		57.728	
	ПК6	0300					+1				55.728	
	X	4986	2919			2621	2620				55.109	
8			7607			2619			-2529			
	X	0402					+1				55.511	55.109
	ПК7	5091		2650		2529	2530				55.512	52.862
9	+35		2933			2531			-218			
		1240					+1				52.580	
	Реп.12	5930	1460			218	219				52.580	
			6148			220					52.362	
Постраничный контроль Σ		39 178	39816	-	10 100	10737	5 050	5 369				

15

$$h_1 = \frac{39178 - 39816}{2} = -319 \quad h_2 = \frac{10100 - 10738}{2} = -319 \quad h_3 = 5050 - 5369 = -319$$

Окончание табл.

Но- мер станц.	Номер точки	Отсчёт по рейке, мм			Превышение, мм		Среднее превышен., мм		Исправ. превыш. мм	Высота ГП, м	Высота точки, м
		задний	передний	промеж.	+	–	+	–			
Контроль по ходу	Σ	73 894	69 192	–	17 780	13 078	8 890	6 539			

16

$$h_1 = \frac{73894 - 69192}{2} = +2351 \quad h_2 = \frac{17780 - 13078}{2} = +2351 \quad h_3 = 8890 - 6539 = +2351$$

$$\text{Невязка хода } fh = \Sigma h_{cp.} - (H_{pen.12} - H_{pen.3}) = 2.351 - (52.362 - 50.000) = -11 \text{ мм}$$

$$\text{Допустимая невязка } fh_{дон.} = \pm 50 \sqrt{L} = \pm 50 \sqrt{0.8} = \pm 45 \text{ мм}$$

$$h_2 = \frac{\Sigma(+h_{\text{выч.}} + \Sigma(-)h_{\text{выч.}}}{2} . \quad (9)$$

Подсчитывается сумма положительных средних превышений $\Sigma(+)h_{\text{сп.}}$, затем сумма отрицательных средних превышений $\Sigma(-)h_{\text{сп.}}$ и определяется третье превышение:

$$h_3 = \Sigma(+h_{\text{сп.}} + \Sigma(-)h_{\text{сп.}}) . \quad (10)$$

Полученные на странице превышения постраничного контроля h_1, h_2, h_3 не должны отличаться более чем на 1 мм.

Затем выполняется контроль по всему ходу. Аналогично постраничному контролю.

После окончания нивелирования трассы вычисляют невязку: для замкнутого хода:

$$fh = \Sigma h_{\text{сп.}} ; \quad (11)$$

для разомкнутого хода:

$$fh = \Sigma h_{\text{сп.}} - (H_{\text{кон.}} - H_{\text{нач.}}) , \quad (12)$$

где $\Sigma h_{\text{сп.}}$ – сумма средних превышений в нивелирном ходе, м; $H_{\text{кон.}}$ – высота конечного репера, м; $H_{\text{нач.}}$ – высота начального репера, м.

Допустимая невязка считается по формуле

$$fh_{\text{доп.}} = \pm 50\sqrt{L} , \quad (13)$$

где $fh_{\text{доп.}}$ – допустимая невязка, мм; L – длина нивелирного хода, км.

При проложении хода в условиях сложного рельефа, когда число станций на один километр хода более 25, допустимая невязка считается по формуле

$$fh_{\text{доп.}} = \pm 10\sqrt{n} , \quad (14)$$

где n – число станций в ходе.

В камеральных условиях выполняется обработка полученных полевых материалов и построение требуемых чертежей.

Обязательным условием выполнения полевых работ является соблюдение требований охраны труда и безопасного ведения работ.

ОХРАНА ТРУДА И ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

До начала учебной практики изучаются правила охраны труда и безопасного ведения топографо-геодезических работ на территории полигона, других объектах работ и в камеральных условиях. Руководитель практики проверяет знания и составляет акт проведения инструктажа по охране труда. Студенты, не прошедшие инструктаж, к учебной практике не допускаются.

При выполнении геодезических работ студенты должны принимать меры предосторожности, исключая несчастные случаи, травмы, поломку приборов и оборудования. Необходимыми условиями при выполнении работ являются: строгое соблюдение трудовой дисциплины и правил охраны труда.

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

- к практике не допускаются студенты без прививки против клещевого энцефалита или страховки от укуса клещом;
- купаться можно только в отведённых местах и в установленном распорядком время;
- запрещается в жаркую погоду ходить без головного убора во избежание перегрева;
- запрещается хождение босиком;
- одежда должна обеспечивать защиту от солнечных ожогов, от ожогов растениями и от клещей;
- необходимо регулярно осматривать одежду, свою и других членов бригады, во избежание укусов клещами;
- при укусе змей или клещом нужно немедленно обратиться в ближайший медпункт;
- при попадании на кожу сока борщевика Сосновского, или другого сельдерейного растения промыть место попадания большим количеством воды;
- не следует в разгорячённом состоянии пить холодную воду или купаться;

- запрещается ложиться или садиться на сырую или холодную землю;
- во время грозы не следует становиться под деревья, находиться ближе 10 м у высоковольтных линий, высоких столбов, ходить по возвышенным местам, открытой равнине;
- с приближением грозы необходимо полевые работы прекратить, упаковать инструменты, сложить в стороне металлические предметы, самим укрыться в закрытом помещении;
- при выполнении любых работ на сигнале находиться под сигналом запрещено;
- топоры, кувалды и лопаты должны быть прочно насажены на топорщица и черенки;
- при работе на автомобильной дороге нужно выставлять сигнальщики для своевременного оповещения о приближающемся транспорте;
- запрещается проезд на подножках автомашин;
- запрещается соскакивать с автомашин до их полной остановки;
- запрещается прикасаться к проводам, свисающим со столбов;
- нельзя останавливаться на отдых под линиями электропередач высокого напряжения;
- категорически запрещается разводить костры вблизи строений, на травостое, в лесу. Если костёр был необходим, то перед уходом он должен быть погашен, залит водой, засыпан землёй;
- при измерении длин лентой, нельзя перебрасывать друг другу шпильки, их надо передавать из рук в руки;
- при измерении длин линий лазерной рулеткой запрещается наводить её на людей;
- категорически запрещается студентам и посторонним лицам из любопытства рассматривать без светофильтра Солнце в зрительную трубу геодезического прибора;
- строго запрещается любая погрыва зерновых посевов, посевов технических и овощных культур, плодово-ягодных питомников, а также производство каких-либо лесорубочных работ в лесах, лесонасаждениях и лесополосах.

Необходимыми условиями при изучении приборов и выполнении работ с ними являются: строгое соблюдение трудовой дисциплины и правил охраны труда.

Необходимо всегда помнить и соблюдать следующие основные правила:

- при распаковке прибор берется за специальную ручку или колонку, а нивелир за подставку;

- при закреплении прибора на штативе, прибор удерживается левой рукой, а правой вворачивается, а после окончания работ выворачивается, становой винт. Отпускать прибор можно, только убедившись в надежном закреплении;

- при установке прибора должен обеспечиваться доступ к нему со всех сторон;

- высота установки прибора должна обеспечивать удобство работы замерщика;

- запрещается поворачивать приборы вокруг вертикальной оси, а зрительную трубу относительно горизонтальной оси при зафиксированных крепежных винтах, что приводит к поломке приборов;

- при разворачивании или складывании деревянной нивелирной рейки необходимо быть аккуратным и внимательным, чтобы не повредить пальцы рук;

- при работе с нивелирной рейкой реечник должен надежно её удерживать;

- необходимо проявлять осторожность при установке штативов имеющих острые башмаки;

- запрещается при работе с лазерной рулеткой наводить её луч на лицо человека;

- запрещается при работе с лазерной рулеткой наводить её луч на светоотражающие и зеркальные предметы;

- при подготовке к работе источников питания следует соблюдать требования инструкции по эксплуатации блока аккумуляторных источников питания;

- категорически запрещается наводить зрительную трубу приборов на солнце, без специального фильтра, чтобы не выжечь сетчатку глаза;

- в случае травмирования необходимо поставить в известность преподавателя, ведущего практику, а при необходимости вызвать скорую медицинскую помощь по телефону 03. Оказать первую помощь.

При выполнении полевых работ, для взаимного общения членов бригады, рекомендуется установить определённую сигнализацию жестами и т.п.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие сооружения относят к линейным?
2. Какие графические материалы характеризуют положение линейного объекта?
3. Какие виды трассирования различают?
4. Что служит графической основой для полевого трассирования?
5. Что необходимо уточнить при рекогносцировке?
6. Что такое угол поворота трассы?
7. Как контролируют величину измеренного угла поворота трассы?
8. При каких углах наклона на местности необходимо вводить поправку в длины линий?
9. Что называют пикетом линейного объекта?
10. Для чего необходимы плюсовые точки?
11. Как оформляются пикетные и плюсовые точки на местности?
12. Что собой представляет пикетажный журнал?
13. Что отражается в пикетажном журнале?
14. Что такое круговая кривая?
15. Для чего нужны круговые кривые?
16. Назовите основные элементы круговой кривой.
17. Какие точки называются главными точками круговой кривой?
18. Как вычисляется пикетажное положение главных точек круговой кривой?
19. Как контролируется на местности пикетажное положение конца кривой?
20. В каком полевом документе производится вычисление пикетажного положения главных точек круговой кривой?
21. Назовите порядок выноса на местность начала кривой.
22. Назовите порядок выноса на местность конца кривой.
23. К чему осуществляется геодезическая привязка линейного объекта?
24. Какой точности выполняется нивелирование автомобильной дороги 5 категории?
25. Высоты каких точек должны быть получены в процессе нивелирования линейного объекта?
26. Какие точки называются связующими?

27. Какие точки называются промежуточными?
28. Какие точки называются иксовыми?
29. В чём отличие нивелирования связующих и промежуточных точек?
30. Каково допустимое расстояние между нивелиром и рейкой в процессе нивелирования на станции?
31. Назовите последовательность нивелирования на станции, где имеется промежуточная точка.
32. Что такое постраничный контроль при нивелировании?
33. По каким данным можно выполнить постраничный контроль?
34. Как определяется невязка для замкнутого нивелирного хода?
35. Как определяется невязка для разомкнутого нивелирного хода?
36. Как определяется величина допустимой невязки в превышениях для различных условий сложности рельефа?
37. Какие требования охраны труда и безопасного ведения работ необходимо выполнять при проведении топографо-геодезических работ в полевых условиях?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ганьшин, В.Н. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых / В.Н. Ганьшин, Л.С. Хренов. – М.: Недра, 1985. – 430 с.
2. Геодезия: учеб. для вузов / А.Г. Юнусов, А.Б. Беликов, В.Н. Баранов, Ю.Ю. Каширкин. – М.: Академический проект; Трикста, 2015. – 411 с.
3. Гиршберг, М.А. Геодезия: учебник / М.А. Гиршберг. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 384 с.
4. Золотова, Е.В. Геодезия с основами кадастра: учеб. / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. – М.: Академический Проект; Трикста, 2015. – 414 с.
5. Инженерная геодезия: учеб. / А.Г. Парамонов и др. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 368 с.
6. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК.– М.: Недра, 1985.– 152 с.
7. Киселев, М.И. Геодезия: учеб. / М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. – 384 с.
8. Маслов, А.В. Геодезия. / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: КолосС, 2006. – 598 с.
9. Неумывакин, Ю.К. Практикум по геодезии: учеб. пособие / Ю.К. Неумывакин. – М.: КолосС, 2008. – 318 с.
10. Поклад, Г.Г. Геодезия: учеб. пособие / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. – М.: Академический проект, 2007. – 592 с.
11. Практикум по геодезии: учеб. пособ. / под ред. Г.Г. Поклада. – М.: Академический Проект; Фонд «Мир», 2015. – 487 с.
12. Шумаев, К.Н. Геодезия. Курс лекций: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов. – Красноярск: Гротеск, 2004. – 80 с.
13. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в землеустройстве: учеб. пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 180 с.
14. Шумаев, К.Н. Геодезия. Топографо-геодезические работы в мелиорации: Учебное пособие / К.Н. Шумаев, А.Я. Сафонов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 192 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Пример использования таблиц В.Н. Ганьшина, Л.С. Хренова [1] для определения основных элементов круговых кривых

Таблица 1.1 «Основные элементы круговых кривых», расположенная на страницах 14–183, содержит значения: тангенса T , длины кривой K , домера D и биссектрисы B для радиуса $R=1000$ м и углов поворота α от 0 до 170° через одну минуту дуги. Авторы [1], для обозначения угла поворота использовали букву α , что надо признать неудачным, так как в геодезии данной буквой обозначают дирекционный угол. Поэтому, в представленных методических указаниях, для обозначения угла поворота использована буква φ . Далее приведены примеры решения задач при помощи таблицы.

Задача 1

Определить основные элементы круговой кривой для $R=1000$ м и $\varphi=64^\circ 12'$.

В таблице А1 в первых четырёх колонках, над которыми стоит « $\alpha=64^\circ$ », в строке против $12'$ считываем $T=627.30$ м, $K=1120.50$ м, $D=134.10$ м и $B=180.47$ м.

Задача 2

Определить основные элементы круговой кривой для $R=1275$ м и $\varphi=65^\circ 14'$.

В таблице А1 в четырёх крайних правых колонках, над которыми стоит « $\alpha=65^\circ$ », в строке против $14'$ для $R=1000$ м считываем $T=639.94$ м, $K=1138.54$ м, $D=141.34$ м и $B=187.23$ м.

Для $R=1275$ м получаем значения:

$$T = 639.94 \cdot 1.275 = 815.92 \text{ м};$$

$$K = 1138.54 \cdot 1.275 = 1451.64 \text{ м};$$

$$D = 141.34 \cdot 1.275 = 180.21 \text{ м};$$

$$B = 187.23 \cdot 1.275 = 231.07 \text{ м}.$$

Таблица А.1 – Основные элементы круговых кривых

$\alpha = 64^\circ$				$R = 1000$	$\alpha = 65^\circ$			
Основные элементы круговых кривых, м				Минуты угла α	Основные элементы круговых кривых, м			
T	K	D	B		T	K	D	B
624.87	1117.01	132.73	179.18	0	637.07	1134.46	139.68	185.69
625.07	30	84	29	1	27	75	79	80
27	59	95	39	2	48	1135.05	91	91
625.48	1117.88	133.08	179.50	3	637.68	1135.34	140.02	186.02
68	1118.17	19	61	4	89	63	15	23
88	47	29	71	5	638.09	92	26	24
626.08	1108.76	133.40	179.82	6	638.30	1136.21	140.39	186.35
29	1119.05	53	93	7	50	50	50	46
49	34	64	180.04	8	71	79	63	57
626.29	1119.63	133.75	180.14	9	638.91	1137.08	140.74	186.68
89	92	86	25	10	639.12	37	87	79
627.10	1120.21	99	36	11	32	66	98	90
627.30	1120.50	134.10	180.47	12	639.53	1137.95	141.11	187.01
50	79	21	58	13	73	1138.25	21	12
70	1121.08	32	68	14	94	54	34	23
627.91	1121.37	134.45	180.79	15	640.14	1138.83	141.45	187.34
628.11	66	56	90	16	35	1139.12	58	45
31	96	66	181.01	17	55	41	69	56
628.52	1122.25	134.79	181.11	18	640.76	1139.70	141.82	187.67
72	54	90	22	19	96	99	93	78
92	83	135.10	33	20	641.17	1140.28	142.06	90
629.12	1123.12	135.12	181.44	21	641.37	1140.57	142.17	188.01
33	41	25	55	22	58	86	30	12
53	70	36	66	23	78	1141.15	41	23
629.73	1123.99	135.47	181.76	24	641.99	1141.45	142.53	188.34
94	1124.28	60	87	25	642.19	74	64	45
630.14	57	71	98	26	40	1142.03	77	56
630.34	1124.86	135.82	182.09	27	642.60	1142.32	142.88	188.67
55	1125.16	94	20	28	81	61	143.01	78
75	45	136.05	31	29	643.02	90	14	89
630.95	1125.74	136.16	182.41	30	643.22	1143.19	143.25	189.01

**Каталог
координат и высот пунктов полигонометрии 2 разряда геодезического
полигона КрасГАУ, м**

Номер пункта	X	Y	H
Хребтовый	75395.766	8038.653	162.065
5	75377.478	8171.983	
6	75217.276	8181.861	154.840
7	75045.082	8263.288	158.641
8	75041.139	8134.697	160.535
9	75004.145	8010.181	164.244
10	75101.675	7906.849	
11	75193.710	7888.967	161.789
12	75279.322	7875.069	161.496
13	75317.833	7897.669	160.046
14	75416.101	8005.533	161.287
16	74955.520	8187.042	163.007
17	74987.646	8308.417	
18	74915.661	8371.488	
20	74800.740	8479.901	146.678
21	74643.003	8593.869	133.702
23	74497.403	8573.779	
24	74465.190	8469.147	130.053
25	74444.816	8377.099	132.870
26	74394.033	8218.503	137.827
27	74391.951	8100.170	144.987
28	74345.238	7982.748	150.397
29	74323.735	7821.080	
33	74264.955	7630.892	165.306
34	74366.359	7577.850	
35	74429.613	7533.576	181.392
36	74459.591	7444.916	186.764
37	74513.434	7412.202	184.087
38	74576.503	7411.013	178.758
39	74707.629	7502.504	165.487
40	74803.122	7514.956	158.106
41	74943.713	7539.034	149.083
42	75003.858	7594.516	143.410
44	75001.990	7616.661	145.400

Номер пункта	X	Y	H
45	74975.351	7786.151	141.997
46	74970.324	7848.290	
47	75004.064	7934.528	154.709
50	74908.902	8012.036	168.382
51	74815.687	7988.964	169.528
52	74712.350	7921.972	171.080
53	74671.374	7821.559	
54	74620.224	7645.373	
54'	74606.152	7500.460	173.363
55	74579.786	7954.294	160.907
56	74528.284	7996.240	
57	74578.386	8158.458	
57'	74605.149	8268.609	145.296
57"	74700.572	8430.474	140.133
60	74341.516	7774.655	160.568
61	74457.004	7743.142	167.764
62	74468.864	7696.876	171.914
63	74538.917	7661.357	176.932
68	75270.193	8037.944	160.269
69	75117.074	8029.334	160.461
t572	74701.51	8430.78	139.984
t75	74499.27	8578.17	127.697
t87	74497.89	8775.57	127.682
t81	74442.35	8384.01	132.583
t25	74445.38	8378.44	132.807
t83	74540.34	7957.79	158.139
t70	74701.09	8435.04	140.006
t71	74698.36	8432.97	139.876
t571	74605.25	8269.51	145.148
t76	74641.44	8405.17	138.573
t73	74637.92	8595.01	133.095
t74	74634.68	8595.47	132.883
t89	74633.79	8603.17	132.563
t88	74535.09	8677.64	126.658
t80	74477.20	8523.50	128.538
t26	74393.66	8220.05	137.757
t82	74376.86	8117.22	143.127
t521	74705.37	7922.14	171.014

ГЕОДЕЗИЯ

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ТРАССИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА

*Методические указания
к выполнению полевых работ*

Электронное издание

*Шумаев Константин Николаевич
Сафонов Александр Яковлевич
Горбунова Юлия Викторовна*

Редактор М.М. Ионина

Подписано в свет 21.02.2017. Регистрационный номер 292
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного
университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru