

МОСКОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования
**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОДЕЗИИ И
КАРТОГРАФИИ»**

<p>МЕТОДИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ</p> <p>« » _____ 2020 г.</p> <p>Рег. №</p>
--

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОХОЖДЕНИЮ УЧЕБНОЙ
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**

**ТАХЕОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
(СЪЕМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА)**


для студентов специальностей:
21.02.08 – Прикладная геодезия
21.02.07 – Аэрофотогеодезия
05.02.01 – Картография
среднего профессионального образования

Москва 2020



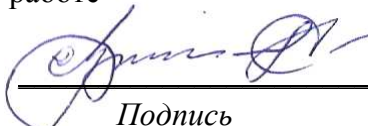
ОДОБРЕН

Предметной (цикловой)
комиссией
«Геодезии и фотограмметрии»
Протокол № 8
от «23» апреля 2020г.
Председатель ПЦК


_____/Меньшова Е.В.
Подпись Ф.И.О.

Разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования по специальностям:
21.02.08 Прикладная геодезия
21.02.07 Аэрофотогеодезия
05.02.01 Картография

Заместитель директора по учебно-производственной работе


_____/Лузин Е.В.
Подпись Ф.И.О.

Разработчик:

Меньшова Е.В., преподаватель, Московский колледж геодезии и картографии



ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации разработаны на основании Федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования по направлениям: 21.02.08 – Прикладная геодезия, 21.02.07 – Аэрофотогеодезия и 05.02.01 – Картография.

Подготовка данных указаний выполнена в соответствии с:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 июня 2013 г. № 464.
- Положением об учебной и производственной практике студентов Колледжа геодезии и картографии МИИГАиК, осваивающих программы подготовки специалистов среднего звена, утвержденного 25.09.2015 г.
- Рабочим программам учебных практик по специальностям: 21.02.08 Прикладная геодезия, 21.02.07 Аэрофотогеодезия и 05.02.01 Картография.

Студент должен внимательно изучить материал, представленный в методических рекомендациях и выполнять задания, используя приложенные бланки и ориентируясь на примеры, рассмотренные в пособии.

Задания содержат рисунки, которые, для лучшей визуализации необходимо увеличить до 300-500%.

Внимание! Материалы учебной практики собираются студентом в папку, которая должна быть сдана заместителю директора по учебно-производственной работе в течении двух недель после возвращения на очное обучение.



ТАХЕОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Тахеометрические работы на учебной практике, состоят из проложения тахеометрического хода с измерением длин сторон с помощью нитяного дальномера теодолита и тахеометрической съемки с пунктов хода.

Результатом съемки является план участка местности масштаба 1:2000 с высотой сечения рельефа 1 метр.

Рекогносцировка хода

Рекогносцировка хода выполняется всей бригадой совместно с руководителем бригады. Руководитель бригады должен познакомить бригаду с участком съемки и пунктами исходного обоснования.

Местоположение пунктов хода необходимо намечать таким образом, чтобы длины сторон были в пределах 100-120 метров, обеспечивалась хорошая обзорность с пунктов хода для дальнейшей съемки ситуации и рельефа.

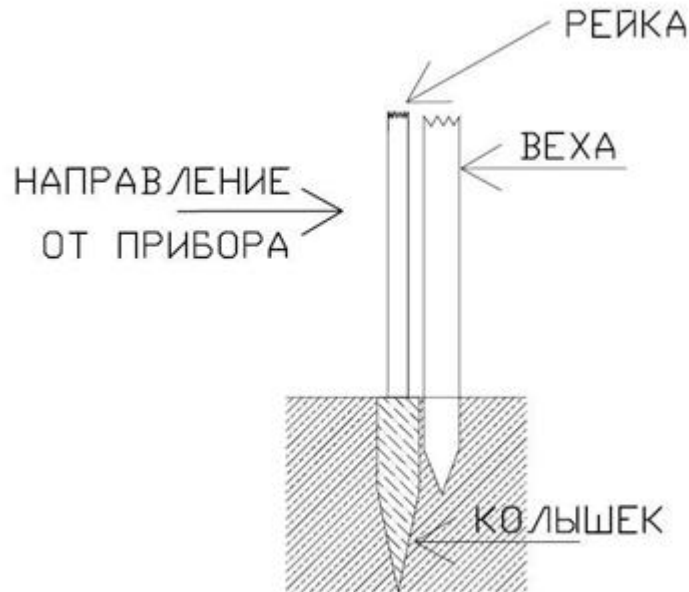
Пункты намечают не менее чем в 3 метрах от кромки автомобильных дорог. Пункты хода закрепляются на местности деревянными кольями, вбитыми в дно выемки (глубиной не более 5 см), имеющую различную форму – треугольник, круг, квадрат, крест (для безошибочного опознавания на местности). Колья должны выступать над поверхностью дна углубления не более на 0,5–1 см.

Следует учитывать, что из-за ограниченного количества исходных пунктов, не следует производить съемку с этих пунктов. При необходимости выполнения съемки надо сделать рядом выносную точку.

Проложение тахеометрического хода

Порядок проложения тахеометрического хода следующий:

1. Установить прибор над пунктом (точкой) хода и привести его в рабочее положение. Редеечники в это время устанавливают рейки на соседних пунктах хода в отвесном положении (см. ниже п.3).
2. Измеряется высота прибора от верха колышка до оси вращения трубы с точностью до десятых долей сантиметра. Измерение производят с помощью 2-х метровой металлической рулетки: сначала от верха колышка до верхней грани головки штатива, потом от верхней грани головки штатива до оси вращения зрительной трубы. Далее вычисляют среднее из результатов измерений и округляют его до целых сантиметров.
3. Установка вех и реек на предыдущем и последующем пунктах хода. Вехи следует устанавливать (втыкать в землю), за колом в створе наблюдаемой линии, как показано на рисунке. Рейки устанавливаются на колышек таким образом, чтобы их оси проходили через центр колышка и занимали отвесное положение. Для наиболее точной установки реек в отвесное положение следует использовать отвесы.



Порядок измерений на пункте хода

Измерение горизонтальных углов:

- а) навести трубу на предыдущую точку хода при круге «лево».
- б) установить отсчет по горизонтальному кругу в пределах $0^{\circ}00' - 0^{\circ}01'$ (не следует стараться точно установить отсчет $0^{\circ}00,0'$, так как при этом неизбежно большее влияние коллимационной ошибки).
- в) проверить наведение трубы на предыдущую точку хода и сделать отсчет по горизонтальному кругу.
- г) навести трубу на последующую точку хода при круге «лево» и сделать отсчет по горизонтальному кругу.
- д) перевести трубу через зенит и при круге «право» выполнить наблюдения на последующий и предыдущий пункты хода с производством отсчетов по горизонтальному кругу.
- е) расхождение значений угла в полуприемах допускается не более $1'$. При неудовлетворительных результатах измерения следует повторить.

Измерение вертикальных углов и дальномерных расстояний:

- а) при круге «лево» выполнить визирование на предыдущий пункт хода на высоту прибора или определенную высоту визирования. Сделать отсчет по вертикальному кругу.
- б) навести нижнюю дальномерную нить на целое число делений на рейке (удобно брать 1 метр – отсчет по рейке 1000) и сделать дальномерный отсчет.
- в) выполнить визирование на последующий пункт хода на высоту прибора или определенную высоту визирования. Сделать отсчет по вертикальному кругу.
- г) навести нижнюю дальномерную нить на целое число делений на рейке и сделать дальномерный отсчет.



- д) перевести трубу через зенит и при круге «право» выполнить аналогичные наблюдения на последующий и предыдущий пункты хода.
- е) постоянство места нуля на станции (точке) хода должно быть в пределах 1'.
- ж) ввести поправку в дальномерное расстояние и вычислить наклонное расстояние S . Расхождения между соответствующими измеренными расстояниями (с учетом поправок в расстояния) допускаются не более 1/200 и вычисляются по формулам:

$$\Delta S = |S_{np} - S_{обр}|; \quad \frac{\Delta S}{S_{cp}} \leq \frac{1}{200}.$$

До перехода на следующий пункт хода должны быть выполнены все вычисления на станции, в том числе вычислены горизонтальные проложения и превышения между пунктами хода. Для одноименной линии расхождение между горизонтальными проложениями, полученными в прямом и обратном направлениях, не должно быть более 1/200.

Расхождение между превышениями, полученными в прямом и обратном направлениях, не должно быть более 10 см при расстояниях между пунктами меньше 250 метров.

Обработка журнала тахеометрического хода состоит из следующего алгоритма:

1. Вычисляют углы поворота (с точностью до 0,1') и средние значения углов (с точностью до 0,1'). При вычислении средних значений округление выполняют «по Гауссу», то есть в четную сторону!
2. Вычисляют место нуля и углы наклона по формулам:

$$MO = \frac{L + \Pi}{2}, \quad v = \frac{L - \Pi}{2},$$
$$v = L - MO, \quad v = MO - \Pi.$$

3. Вычисляют средние значения дальномерных отсчетов по формуле:

$$l = \frac{l_u + l_{кр}}{2},$$

где l_u – дальномерный отсчет, взятый по черной стороне рейки, $l_{кр}$ – дальномерный отсчет, взятый по красной стороне рейки. Округление выполнить до 0,1 см по правилам округления.

4. Вычислить наклонные расстояния S с точностью до 0,1 м, измеренные нитяным дальномером, по формуле:

$$S = 100 \cdot l + P,$$

где l – средний дальномерный отсчет в см, P – поправка в дальномерное расстояние.

5. Вычислить горизонтальное проложение до 0,1 м:

$$D = S \cdot \cos^2 v.$$

6. Вычислить превышение до 0,01 м:

$$h' = D \cdot \operatorname{tg} v,$$

$$\Delta = i - v,$$

$$h = h' + \Delta.$$



Дата 1 июля 2013 г. Погода ясно

Наблюдатель Кольчугина А.

Записывал и вычислял Третьякова Е.

№ станции	№ № визир. пунктов	Горизонтальный круг		Угол Л Средний П	№ № визир. пунктов v	Вертикальный	
		Л	П			Л	П
Pn64 1,43	I	0	01,2	151 31,2			
		151	32,4				
		180	00,9			Л	+4 17,1
Pn64 1,58	II	331	32,6	151 31,7	I 1,20		
		236	14,7			П	+4 18,1
		236	14,8				
Pn64 1,58	II	0	02,7	236 14,9	Pn64 1,90	Л	-4 06,7
		236	17,4			П	-4 05,7
		180	03,1			Л	-4 18,2
		56	18,0			П	-4 17,5

круг	±	МО	v	Отсчеты по дальномеру	s	+	-	h'	Δ	h	h _{сп}	h _{дп}	h _{сп}
-	0	00,5		31,1	31,3	+		2,33		+2,56			
+	4	17,6		31,3	31,1	+		0,23		-2,54			
				31,2						+2,55			
-	0	00,5		30,9	31,1	-		2,22					
-	4	06,2		31,0	30,9	-		0,32					
				31,0				2,54					
-	0	00,4			34,7	-		2,59					-3,01
-	4	17,8		34,5	34,5	-		0,42					+2,98
				34,6				3,01					-3,00
				34,6									

Проверена Кольчугина А. 01.07.2013.



Камеральная обработка результатов измерений

Камеральную обработку начинают с проверки полевых журналов «во вторую руку». Все вычисления должны быть проверены, проверяющий подписывается на каждой проверенной странице.

Исходными данными для вычисления координат пунктов являются координаты начального и конечного пунктов хода, а также дирекционные углы исходных направлений. Если дирекционные углы неизвестны, то их получают из решения обратной геодезической задачи.

Ведомость вычисления координат точек хода

Названия пунктов	β (левые)		α		D м	ΔX м	ΔY м	X м	Y м
	°	'	°	'					
ПП40	-0,2		130	17,4		0,0	0,0	5086,3	3051,4
	286	00,4							
I	-0,3		236	17,5	155,9	-86,5	-129,7	4999,8	2921,7
	205	34,6							
II	-0,3		261	51,9	188,4	-26,7	-186,5	4973,1	2735,2
	55	49,8							
III	-0,3		137	41,4	158,5	-117,2	106,7	4855,8	2842,0
	242	38,8							
ПП92	-0,2		200	20,0	166,2	-155,8	-57,7	4700,0	2784,3
	163	44,1							
			184	03,8					
$\Sigma\beta_{изм.} =$	953	47,7			$\Sigma_{изм.} =$	-386,2	-267,2		
$\Sigma\beta_{теор.} =$	953	46,4			$\Sigma_{теор.} =$	-386,3	-267,1		
пред. $f_{\beta} =$		+1,3	[S] =	669,0	$f_x, f_y =$	+0,1	-0,1		
					$f_s =$	0,1	доп $f_s =$	0,8	
					1 / N =	1/4700			

Вычисляется сумма измеренных углов $\Sigma\beta_{изм}$ и теоретическая сумма измеренных углов:

$$\Sigma\beta_{теор} = \alpha_{кон} - \alpha_{нач} + 180^\circ(n+1),$$

где n – число сторон в ходе.

Угловая невязка рассчитывается по формуле:

$$f_{\beta} = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}.$$

Угловая невязка в тахеометрическом ходе не должна превышать предельную невязку:

$$пред. f_{\beta} = 1'\sqrt{n+1}.$$

Поправки в углы поворота вычисляются до 0,1' по формуле:

$$v_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n+1}.$$

Должно выполняться условие $[v_{\beta}] = -f_{\beta}$.

Дирекционные углы сторон хода вычисляются до 0,1' с использованием исправленных горизонтальных углов:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + (\beta_{изм.i} + v_i) \pm 180^\circ.$$



При этом должно выполняться условие $\alpha_{n+1} = \alpha_{кон.}$.

Практические приращения координат при измерении линий нитяным дальномером вычисляются до 0,1 м по формулам:

$$\Delta x_{np.i} = D_i \cos \alpha_i;$$

$$\Delta y_{np.i} = D_i \sin \alpha_i.$$

После вычисления приращений координат вычисляются суммы практических приращений координат $\sum \Delta x_{np.}$; $\sum \Delta y_{np.}$ и теоретические суммы приращений координат по формулам:

$$\sum \Delta x_{теор.} = X_{кон.} - X_{нач.};$$

$$\sum \Delta y_{теор.} = Y_{кон.} - Y_{нач.}.$$

Вычисляются невязки:

$$f_{\Delta x} = \sum \Delta x_{np.} - \sum \Delta x_{теор.};$$

$$f_{\Delta y} = \sum \Delta y_{np.} - \sum \Delta y_{теор.}.$$

Абсолютная и относительная линейные невязки по ходу вычисляются по формулам:

$$f_D = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2};$$

$$\frac{f_D}{[D]}.$$

Допустимую линейную невязку и допустимую относительную линейную невязку по ходу вычисляются по формулам:

$$\partial on.f_D = \frac{\sum D}{400\sqrt{n}};$$

$$\frac{\partial on.f_D}{[D]}.$$

Относительная линейная невязка по ходу не должна превышать для нитяного дальномера величины 1/500.

Если полученная линейная невязка удовлетворяет требованиям, то вычисляют поправки в приращение координат:

$$v_{\Delta x_i} = -\frac{f_{\Delta x}}{[D]} D_i; \quad v_{\Delta y_i} = -\frac{f_{\Delta y}}{[D]} D_i.$$

Должны выполняться условия: $[v_{\Delta x_i}] = -f_{\Delta x}$, $[v_{\Delta y_i}] = -f_{\Delta y}$.

Поправки вводятся в соответствующие приращения координат:

$$\Delta x_{испр.} = \Delta x_{np.i} + v_{\Delta x_i};$$

$$\Delta y_{испр.} = \Delta y_{np.i} + v_{\Delta y_i}.$$

Должны выполняться условия: $[\Delta x_{испр.}] = [\Delta x_{теор.}]$, $[\Delta y_{испр.}] = [\Delta y_{теор.}]$.

После вычисления поправок и исправленных приращений координат вычисляются исправленные координаты:

$$X_i = X_{i-1} + \Delta x_{испр.i};$$

$$Y_i = Y_{i-1} + \Delta y_{испр.i}.$$



Должны выполняться условия: $X_{n+1} = X_{кон.}$, $Y_{n+1} = Y_{кон.}$.

Вычисления высот пунктов тахеометрического хода производят по такой же схеме, как и для координат.

Ведомость вычисления высот тахеометрического хода

Названия пунктов	S, м	h _{ср} , м	v _i , м	h _{испр} , м	H, м
ПП40					305,45
I	155,9	+5,53	0,00	+5,53	
II	188,4	+0,26	0,00	+0,26	310,98
III	158,5	+4,12	-0,01	+4,11	
ПП92	166,2	-1,11	0,00	-1,11	311,24
Суммы	669,0	+8,81	-0,01	+8,80	315,36

$$\begin{aligned} \Sigma_{теор} &= +8,80 \\ f_h &= +0,01 \\ f_{h доп} &= \pm 13 \text{ см} \end{aligned}$$

Вычисляют сумму практических превышений $\Sigma h_{np.}$ и теоретическую сумму превышений по формуле:

$$\Sigma h_{теор.} = H_{кон.} - H_{нач.}$$

Высотную невязку находят по формуле:

$$f_h = \Sigma h_{np.} - \Sigma h_{теор.}$$

Допустимую невязку вычисляют по формуле:

$$доп.f_h = \frac{0,04 \cdot [D](м)}{\sqrt{n}} (см).$$

Если $f_h \leq доп.f_h$ вычисляют поправки в превышения по формуле:

$$v_{h_i} = -\frac{f_h}{[D]} D_i.$$

Должно выполняться условие: $[v_{h_i}] = -f_h$.

Далее вычисляют исправленные превышения:

$$h_{испр.} = h_{np.i} + v_{h_i}.$$

Должно выполняться условие: $[h_{испр.}] = [h_{теор.}]$.

После вычисления поправок вычисляются исправленные координаты:

$$H_i = H_{i-1} + h_{испр.i}.$$

Должно выполняться условие: $H_{n+1} = H_{кон.}$.



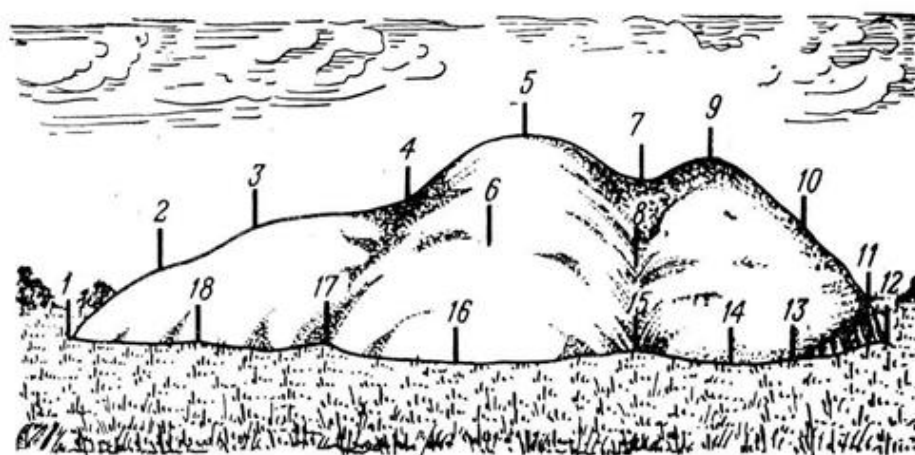
Тахеометрическая съемка

В условиях учебной практики тахеометрическую съемку выполняют отдельно от проложения хода. Предметы и контуры местности, которые подлежат съемке, указаны в Инструкции по топографической съемке. На рисунке указано расположение реечных точек при съемке ситуации (а) и рельефа (б).

а



б



При съемке следует также руководствоваться книгой условных знаков для масштабов 1:500 – 1:5000 и пояснениями к ним.

Тахеометрическая съемка выполняется полярным методом. Теодолит центрируется на станции с точностью 1 см. Измеряется высота прибора, определяется место нуля вертикального круга. Рабочее положение прибора – круг «лево».

Ориентирование лимба осуществляется на заднюю или переднюю точку хода (около $0^{\circ}00,0'$).

После ориентирования приступают к набору пикетов:

а) наводят вертикальную нить на ось симметрии рейки и производят отсчет по горизонтальному кругу до десятых долей минуты.



б) наводят горизонтальную нить на определенную высоту визирования, вычисляют величину $i-v$ (где i – высота прибора, а v – высота визирования), и записывают ее в журнал; производят отсчет по вертикальному кругу до десятых долей минуты.

в) наводят нижнюю дальномерную нить на целое число делений на рейке и производят дальномерный отсчет.

г) отмечают пикет на абрисе съемки.

По окончании съемки на станции производят проверку ориентирования лимба: выполняют визирование на пункт, по которому был ориентирован лимб, и делают отсчет по горизонтальному кругу. Изменение ориентирования допускается не более $1,5'$. Если изменение больше допуска, то съемку на станции повторяют.

Для того чтобы свести к минимуму повторные измерения, рекомендуется через каждые 10 пикетов проверять ориентирование лимба. В таком случае, если произойдет нарушение ориентирования лимба, повторять придется не более 10 пикетов.

В процессе съемки ведется абрис. Абрис ведется в журнале съемки или в отдельном журнале. Для ведения абриса рекомендуется выделить отдельного человека, который будет передвигаться вблизи речников и вести абрис. Абрис ведется в примерном масштабе съемки, простым мягким карандашом, в условных знаках. Его ориентируют строго на север местности. На абрисе отмечают ситуацию и формы рельефа, подлежащие съемке, а также направления скатов, бровки, подошвы и т.д.

Нумерация пикетов сплошная на всем участке съемки. Если в бригаде функции записывающего и ведущего абрис не совмещены, тогда через каждые 10 пикетов необходимо сличать нумерацию пикетов в абрисе и журнале.

Пример страницы пикетажного журнала и абриса приведен на рисунке.

ЗАПИСЬ ПИКЕТОВ

Дата 3 июля 2013 г. Ст. № I' $i = 1,57 \text{ м}$, $H = 153,40 \text{ м}$

$\lambda = -1^\circ 45' 4''$

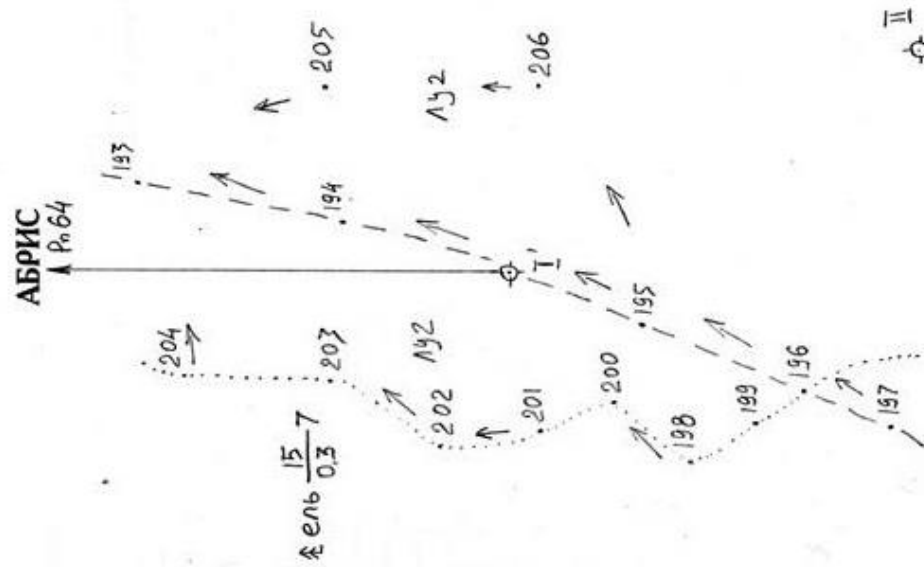
$MO = 0^\circ 00' 6''$

Наблюдатель Чолешина М. П = $-1^\circ 44' 3''$

Записывал и вычислял Чолычина А.

№ пикетов	Горизонтальный круг	Вертикальный круг	v	s	D	h_1	$i-v$	h	H
пк64	0 00								
193	23 12	-4 15,9	4 15,3	51,2	31,1	-2,32	+0,67	-1,65	151,8
194	21 02	-4 33,7	4 53,1	15,3	15,3	-1,12	+0,57	-0,65	152,8
195	202 10	-0 28,9	0 28,5	22,0	22,1	-0,18	+0,97	+0,79	154,2
196	202 00	+1 00,2	1 00,8	65,7	66,3	+1,17	+1,17	+2,34	155,7
197	202 26	+1 22,9	1 23,5	69,2	69,8	+1,10	+1,27	+2,96	156,4
198	210 54	+2 24,7	2 25,3	44,2	44,2	+1,87	+0,67	+2,54	155,9
199	219 48	+1 48,1	1 48,7	31,8	31,9	+1,01	+0,67	+1,68	155,1
200	238 02	+4 36,4	4 37,0	14,8	14,8	+1,20	+0,23	+0,97	154,4
201	293 01	+0 36,8	0 37,4	14,6	14,7	+0,16	+0,97	+1,13	154,5
202	348 51	-0 58,3	0 57,7	25,3	25,4	-0,43	+0,37	-0,06	153,3
пк64	359 59								
203	48 36	-4 20,0	4 19,4	17,2	17,2	-1,30	+0,37	-0,93	152,5
204	85 21	-5 09,8	5 09,2	17,3	17,3	-1,56	+0,37	-1,19	152,5
205	144 00	-2 30,7	2 30,1	22,0	22,1	-0,96	+0,27	-0,69	152,7
206	177 51	-0 53,0	0 52,4	34,6	34,7	-0,53	+0,77	+0,24	153,6
пк64	0 00								

Проверил 03 июля 2013 г. Третьяков Е.



Абрис вел. Дольгущина А.
Проверил 03 июля 2013г. Третьякова Е.

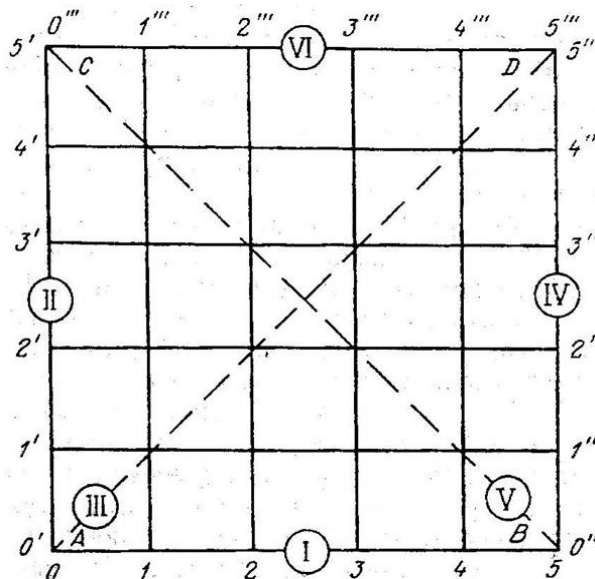
Составление тахеометрического плана

Тахеометрический план составляется один на бригаду в масштабе 1:2000 с высотой сечения рельефа 1 метр. Все члены бригады принимают равное участие в составлении плана. План составляется в соответствии с условными знаками.

Для построения координатной сетки студентам выдается линейка Дробышева.

Порядок действий при построении координатной сетки следующий:

а) установить какая сторона листа ватмана является лицевой. Лицевая сторона более гладкая. Если составлять план на обратной стороне ватмана, то качество построений будет хуже. Заточить карандаш твердости 3-4 Т в виде лопаточки.





- б) положить линейку параллельно нижнему краю листа на расстоянии 50-60 мм от края и провести линию вдоль всей линейки.
- в) наложить линейку на линию таким образом, чтобы линия была видна по центру прорезей, а нуль линейки совпадал с линией – положение I.
- г) прочертить дуги вдоль скошенных краев прорезей, получая точки 0 – 5.
- д) повернуть линейку примерно на 90° в положение II, совместить нуль линейки с точкой 1 и провести дуги $1' - 5'$.
- е) повернуть линейку на 45° в положение III и прочертить дугу по скошенному краю на конце линейки.
- ж) перенести линейку в точку 5 и положить под 90° к линии 0 – 5 в положение IV. Прочертить дуги $1'' - 5''$. Пересечение дуги $5''$ и дуги от конца линейки даст вершину квадрата – точку D.
- з) повернуть линейку на 45° в положение V и прочертить дугу по скошенному краю на конце линейки. Пересечение дуги $5'$ и дуги от конца линейки даст вершину квадрата – точку C.
- и) для контроля положить линейку в положение VI и проконтролировать расстояние между вершинами квадрата. Расхождение допускается не более 0,1 мм.
- к) если условие соблюдается, то прочерчивают дуги $0''' - 5'''$.
- л) проводят стороны квадрата ABCD. Проводят прямые линии через точки пересечения соответствующих дуг и сторон квадрата ABCD, получая сетку квадратов со сторонами в 10 см.
- м) контролируют построение сетки с помощью измерителя, сравнивая между собой диагонали отдельных квадратов и измеряя длины сторон квадратов измерителем по поперечному масштабу. Расхождения не должны превышать 0,1–0,2 мм.

Оцифровка координатной сетки производится таким образом, чтобы участок съемки находился в центре листа. Для этого вычисляются средние координаты пунктов тахеометрического хода; полученная точка со средними координатами должна находиться примерно в центре плана.

После оцифровки наносят по координатам с помощью масштабной линейки и измерителя исходные пункты и пункты тахеометрического хода. Накладку пункта проверяют путем откладывания отрезков, равных разностям координат с противоположной стороны квадрата и наносимого пункта. Расхождение положения пункта в плане не должно быть больше 0,2 мм. Нанесение также контролируется измерением сторон нанесенного хода и сравнением их с горизонтальными проложениями, а также измерением дирекционных углов сторон и сравнением их с вычисленными. Пункты хода подписываются в соответствии с условными знаками.

После нанесения пунктов хода наносят пикеты с помощью транспорта, масштабной линейки и измерителя (или тахеографа). Высотные пикеты обозначают кружками диаметром 0,8 мм. Слева от кружка подписывают номер пикета, а справа – его отметку. Подписи всех пикетов ориентируют по южной рамке плана. Также на план наносят характерные линии рельефа – водоразделы и тальвеги.

Интерполирование выполняют аналитическим или графическим способом, ориентируясь по направлению скатов и характерным линиям рельефа.

Для изображения характерных деталей рельефа, не выражающихся горизонталями основного сечения, следует применять дополнительные горизонтали (полугоризонтали) и



вспомогательные горизонтالي. Полугоризонтالي обязательно проводят на участках, где расстояния между основными горизонтальными превышают 2,5 см на плане.

План оформляют в соответствии с условными знаками после проверки руководителем.

Полевой контроль

После того как тахеометрический план будет оформлен, руководитель бригады проводит полевой контроль.

Полевой контроль выполняется с любого пункта тахеометрического хода или с твердого пункта. На пункте набирается 10–15 контрольных пикетов, которые определяются равномерно всеми членами бригады с целью выявления полученных знаний и умений. Результаты контрольных наблюдений записываются в журнал тахеометрической съемки на отдельной странице. Результаты контроля наносятся на тахеометрический план (на свободное место) в виде таблицы.

№№ контр. пикетов	Высоты		Расхождения по высоте		Расхождения в положении контуров	
	С плана	При проверке	полученные	допустимые	полученные	допустимые
1к	150,2	150,2	0	0,3	0,2	0,4
2к	150,7	150,8	-0,1	0,3	0,3	0,4
3к	151,2	151,1	+0,1	0,3	0,1	0,4
4к	151,4	151,4	0	0,3	0,1	0,4
5к	151,6	151,6	0	0,3	0,1	0,4
6к	151,9	151,9	0	0,3	0,5	0,4

Согласно требованиям Инструкции по топографической съемке, «средние погрешности в положении на плане предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек съемочного обоснования не должны превышать 0,5 мм, а в горных и залесенных районах – 0,7 мм. Средние погрешности съемки и изображения рельефа относительно ближайших точек геодезического обоснования не должны превышать по высоте: 1/4 принятой высоты рельефа при углах наклона $0^\circ < \nu < 2^\circ$ и 1/3 – при $2^\circ < \nu < 10^\circ$. Средние погрешности высот, определенных на характерных точках рельефа, не должны превышать 1/3 высоты сечения рельефа. Предельные расхождения не должны превышать удвоенных значений допустимых средних погрешностей, приведенных выше, и количество их не должно быть более 10% от общего числа контрольных измерений. Отдельные результаты контрольных измерений могут превышать удвоенную среднюю погрешность, при этом количество их не должно быть более 5% от общего числа контрольных измерений».

Контрольные пикеты наносятся на план красным цветом. Если при контроле были обнаружены грубые ошибки, то соответствующая часть плана снимается заново.



Особенности выполнения топографической съемки

При наблюдении по горизонтальному кругу, рекомендуется использовать веху, чтобы брать отсчеты по горизонтальному кругу, а потом уже применять рейку для взятия отсчетов по вертикальному кругу и определения дальномерного расстояния. Однако не всегда веха есть в наличии, тогда применяют рейку. Вне зависимости от того, что используют в качестве визирной цели, существует несколько особенностей, которые позволят выполнить измерения более успешно.

Правильное наведение зрительной трубы на визирную цель для взятия отсчета по горизонтальному кругу

При измерении горизонтального круга первостепенное значение имеет правильное положение визирной цели (веха, рейка) и ее ось симметрии. Реечник может, сам того не осознавая, держать рейку в немного наклоненном состоянии, несмотря на то, что будет стараться выполнять свою работу хорошо. Если ощутимый наклон может заметить наблюдатель и поправить напарника, то незначительный – в один-два градуса – сложно заметить даже профессионалу.



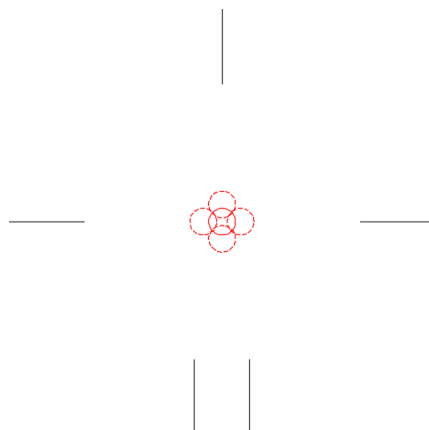
Чтобы избежать подобной ошибки рекомендуют выполнять визирование на цель как можно ближе к основанию вехи и рейки. На рисунке показано положение рейки строго перпендикулярное и отклонение рейки на $\pm 2^\circ$. Очевидно, что расхождения будут минимальными у основания рейки.

Ось симметрии служит не только ориентиром выполнения работ при наблюдении при круге «лево» и круге «право», но также уменьшает влияние угла наклона рейки.

Правильное наведение на визирную цель сетки нитей для взятия отсчета по горизонтальному и вертикальному кругам

Прежде чем брать отсчет по ГК или ВК необходимо правильно выполнить визирование на предмет. Необходимо понимать принцип работы узлов теодолита и как происходит смещение его конструктивных частей при работе с наводящими винтами.

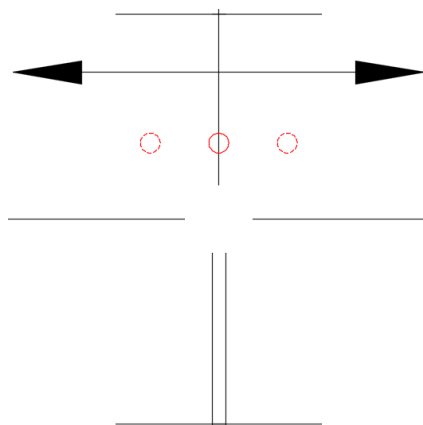
Очень часто студенты считают, что для самого точного наведения, необходимо на точку визирования навести перекрестие сетки нитей. Однако сами нити не пересекаются, и наблюдатель тратит много времени на то, чтобы точно выполнить визирование на пункт. Чем дольше выполняются измерения, тем более высока вероятность того, что они будут некачественными, т.к. устает наблюдатель и реечники, меняется температура воздуха и т.д. Также это не дает никаких гарантий, что при наблюдении при другом круге, наблюдатель точно произведет визирование на цель.



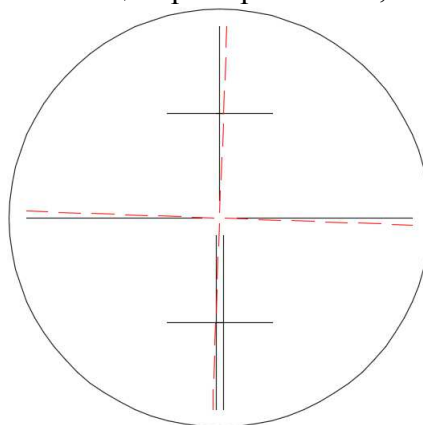
Рассмотрим далее, как целесообразнее выполнять визирование на цель, для взятия отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам.

1. Горизонтальный круг

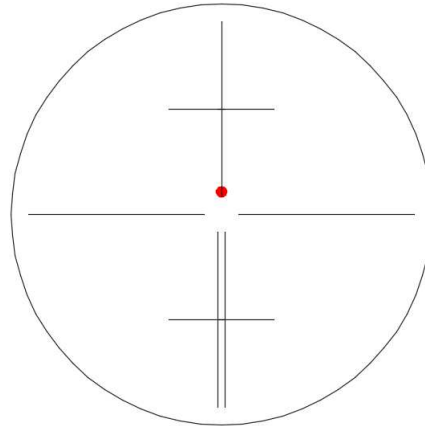
Если выполнять работу наводящим винтом горизонтального круга на ввинчивание или вывинчивание, то, наблюдатель в поле зрения зрительной трубы видит смещение цели относительно сетки нитей либо вправо, либо влево. То есть происходит смещение точки относительно вертикальной нити сетки нитей.



Проверку сетки нитей выполняют не просто так: от ее правильного расположения зависят дальнейшие успехи наблюдателя. На рисунке видно, что при смещении сетки нитей, оно является минимальным, не считая центра пересечения, на начале сетки нитей.



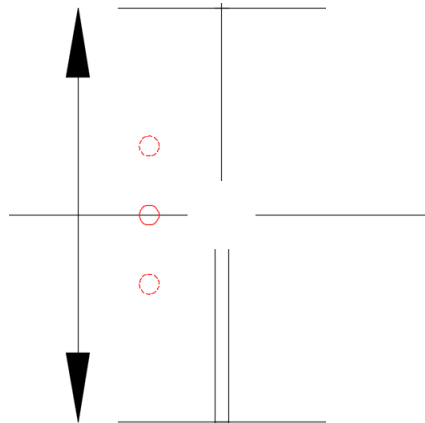
Поэтому самый оптимальный вариант выполнения визирования на точку: выполнить наведение на начало вертикальной нити сетки нитей.



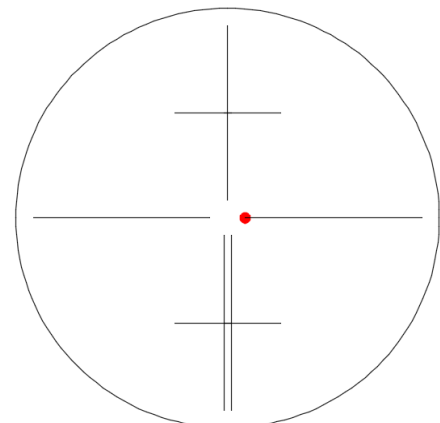
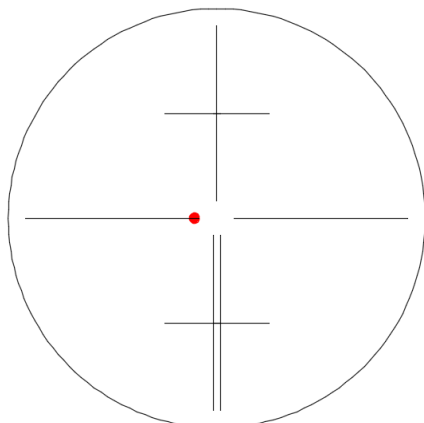
Такой способ позволит быстро и с минимальными ошибками выполнить визирование и дальнейшее взятие отсчета как при круге «лево», так и при круге «право».

2. Вертикальный круг

Если выполнять работу наводящим винтом вертикального круга на ввинчивание или вывинчивание, то, наблюдатель в поле зрения зрительной трубы видит смещение цели относительно сетки нитей либо вверх, либо вниз. То есть происходит смещение точки относительно горизонтальной нити сетки нитей.



По аналогии с методикой наведения для снятия отсчета по горизонтальному кругу, самым оптимальным вариантом будет выполнение наведения на начало горизонтальной нити сетки нитей.



При этом возникает дилемма: а на какой край нити наводить – левый или правый? Так как речь не идет о высокоточных наблюдениях, то можно придерживаться наведения по одному краю, например, левому. Но надо понимать, что при наведении, например, при круге



«лево» на левый край, а при круге «права» на правый край, происходит компенсация смещения сетки нитей.

Определение дальномерного расстояния при частичном обзоре рейки

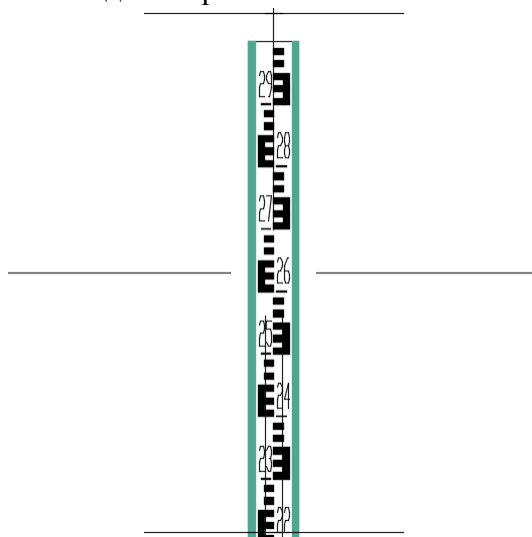
В геодезии есть понятие высота прибора и высота визирования. Измерения стараются выполнить так, чтобы эти величины были равны. Это делают для упрощения вычислений. Например, высота прибора, измеренная на станции – 1,48 м. Тогда, чтобы высота визирования была такой же, необходимо на рейке среднюю нить навести на отсчет 1480 (верхняя и нижняя нити нужны для определения расстояний, а по средней выполняют нивелирование!).

Однако существуют ситуации, когда нет видимости на отсчет по рейке, который нужен наблюдатель (листва, заграждение, транспорт и т.д.), тогда меняют высоту визирования, опуская или поднимая зрительную трубу, чтобы рейку было видно.

Казалось бы, проблема решена, но может возникнуть другая: не хватает длины рейки для взятия отсчета по дальномерным нитям или же мешает, к примеру, листва дерева.

Не самое верное решение начинать ломать ветки, хотя их можно отодвинуть в сторону помощнику наблюдателя. А если помеха носит капитальный характер, как поступать: ломать или переносить?! Наблюдатель должен понимать следующее: чтобы найти превышение из тригонометрического нивелирования, ему необходимо установить среднюю нить на высоту визирования, взять отсчет по вертикальному кругу и определить дальномерное расстояние. Если видимости на рейку нет вообще или она плохая, то неверно выполнена рекогносцировка и станцию необходимо перенести. Если видимость частичная, то можно выполнить работу.

На рисунке изображена рейка. Средняя нить показывает высоту визирования, соответственно, можно взять отсчет по вертикальному кругу. Но для полноценного взятия дальномерного отсчета не хватает длины рейки.



Дальномерные нити симметричны относительно средней нити и этот принцип применяют в методике нивелирования IV класса, когда берут половину дальномерного отсчета. При такой ситуации поступают аналогично: вычисляют половину дальномерного расстояния и увеличивают в два раза.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Произвести измерения и вычислительную обработку результатов измерений, полученных при прокладывании тахеометрического хода и тахеометрической съемке. Построить план местности в масштабе 1:2000 с сечением рельефа равным 1 м. Выполнить задание, используя информацию из методических рекомендаций, журнал, который представлен в конце методических рекомендаций, и рисунки, по нижеприведенному алгоритму.

1. Съёмочное обоснование. Представленный алгоритм выполняют поочередно для каждой станции:

- а) ознакомиться с порядком записи в журнале тахеометрических работ, ориентируясь на примеры методических рекомендаций;
- б) в соответствующие строки выполнить записи: номер станции стояния теодолита, номера станций визирования, высота прибора i , высота визирования v ;
- в) взять отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам занести измерения в соответствующие строки журнала;
- г) вычислить горизонтальные углы в полуприеме (выполнить контроль) и приеме (β);
- д) вычислить место нуля $МО$ и угол наклона ν ; выполнить контроль $МО$;
- е) взять отсчеты по дальномерным нитям по черной стороне и по красной стороне рейки (для контроля); вычислить дальномерное расстояние ($l_ч$ и $l_{кр}$);
- ж) посчитать среднее значение дальномерного расстояния и записать в соответствующую ячейку;
- з) вычислить наклонное расстояние S , введя поправку P в дальномерное расстояние l по номеру своего варианта (см. приложение);
- и) выполнить контроль измерения расстояний (расхождение между прямым и обратным наклонным расстоянием не должно превышать $1/200$);
- к) вычислить горизонтальное проложение D ;
- л) вычислить превышение h' без учета высоты прибора и высоты визирования; разность высоты прибора и высоты визирования Δ , и превышение h ;
- м) выписать прямое и обратное превышения, выполнить контроль превышений (расхождение между превышениями, полученными в прямом и обратном направлениях, не должно быть более 10 см при расстояниях между пунктами меньше 250 метров); вычислить среднее превышение.
- н) вычислить ведомости вычисления рабочих координат и увязки высот, ориентируясь на формулы и примеры, представленные в методических рекомендациях.
- о) по полученным координатам построить схему хода в масштабе 1:2000.

Исходные данные:

α		X, м		Y, м		H, м	
ПП215- ПП216	ПП225- ПП226	ПП216	ПП225	ПП216	ПП225	ПП216	ПП225
221°55,3'	354°25,9'	4255,7	4217,0	2991,1	2618,9	222,06	218,83

Внимание! При нахождении средних значений округление выполнять «по Гауссу», то есть в четную сторону!



Станция ПП 216	$i = 1,40$ м	Погода: Ясно, штиль		
	КЛ	КП	Отсчеты по дальномерным нитям	
ПП 215			-	-
ТХ 101				
$v = 2,84$ м				



Станция ТХ 101	$i = 1,35$ м	Погода: Ясно, штиль		
	КЛ	КП	Отсчеты по дальномерным нитям	
ПП 216				
$v = 1,82$ м				
ТХ 102				
$v = 2,76$ м				



Станция ТХ 102	$i = 1,33$ м	Погода:		Облачно, ветрено		
	КЛ	КП	Отсчеты по дальномерным нитям			
ТХ 101						
$v = 1,78$ м						
ПП 225						
$v = 2,87$ м						



Станция ПП 225	$i = 1,33$ м	Погода:		Пасмурно, слабый ветер	
	КЛ	КП	Отсчеты по дальномерным нитям		
ТХ 102					
$v = 2,79$ м					
ПП 226					

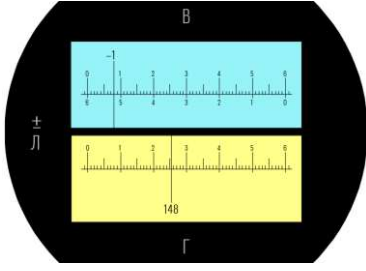
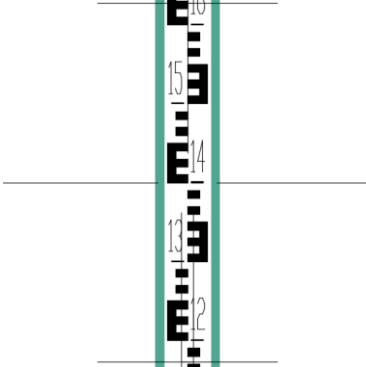
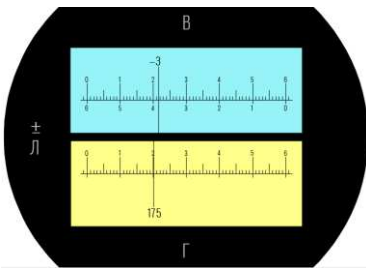
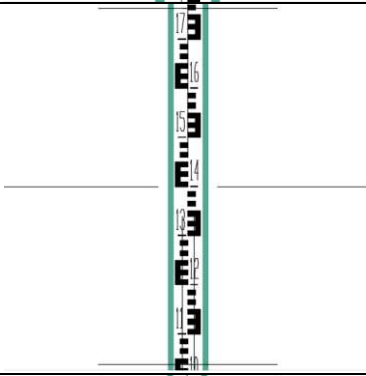
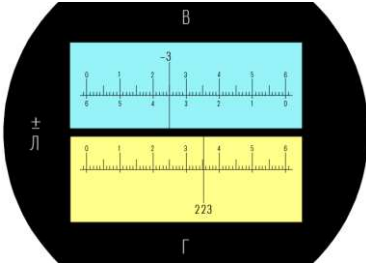
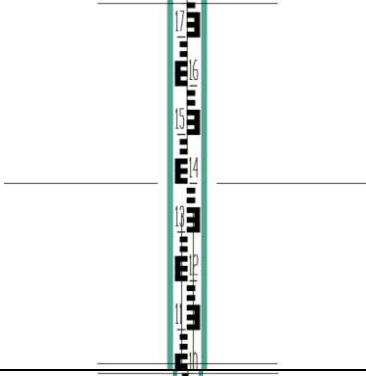
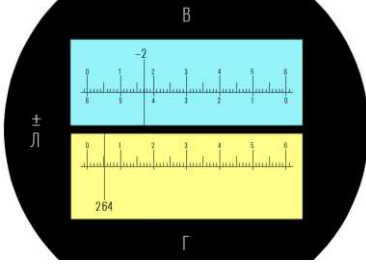
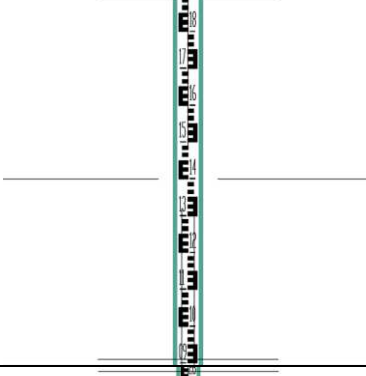
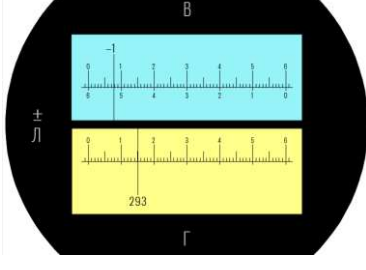
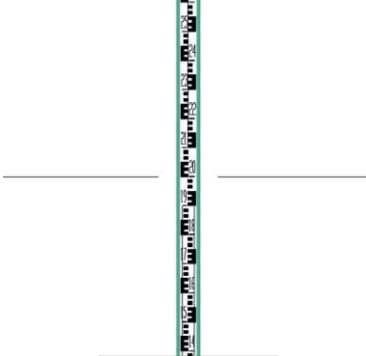


2. Тахеометрическая съемка. Представленный алгоритм выполняют поочередно для каждой станции:

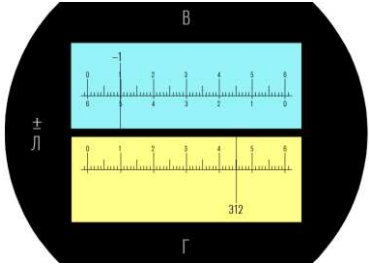
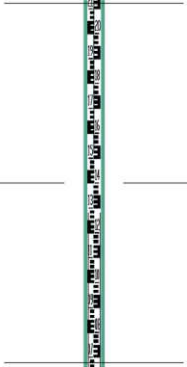
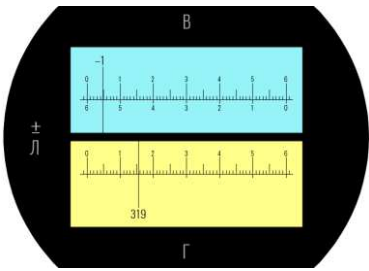
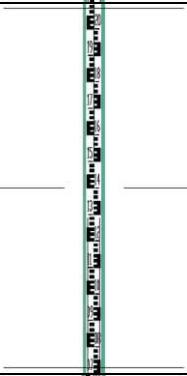
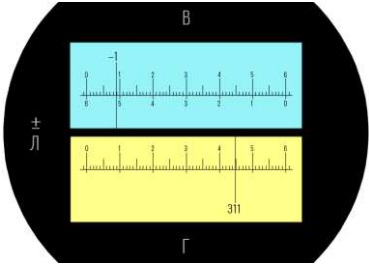
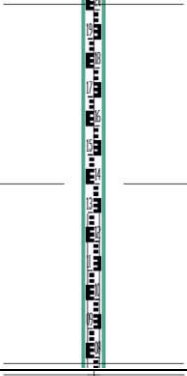
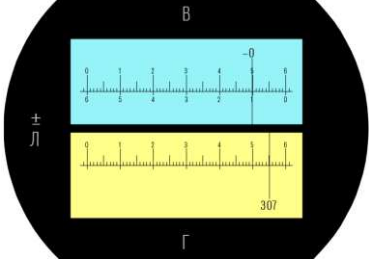
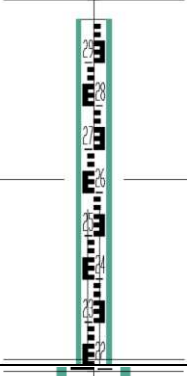
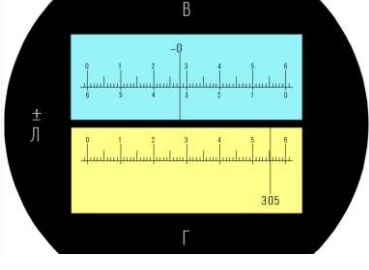
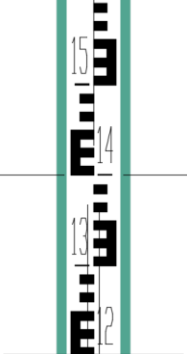
- а) ознакомиться с порядком записи в журнале тахеометрических работ, ориентируясь на примеры методических рекомендаций; перерисовать абрис (см. приложение) в журнал;
- б) в соответствующие строки выполнить записи: номер станции стояния теодолита, номер станции визирования, высота прибора i ;
- в) взять отсчеты по вертикальному кругу занести измерения в соответствующие строки журнала; вычислить место нуля $МО$;
- г) отсчет по горизонтальному кругу при круге «лево» на точку визирования записывают в качестве начального ориентирного угла;
- д) взять отсчеты по горизонтальному кругу, вертикальному кругу и дальномерным нитям; вычислить угол наклона ν и дальномерное расстояние l .
- е) выполнить по окончании съемки проверку ориентирования лимба, взяв отсчет по горизонтальному кругу на точку визирования;
- ж) вычислить наклонное расстояние S , введя поправку P в дальномерное расстояние l по номеру своего варианта;
- з) вычислить горизонтальное проложение D ;
- и) вычислить превышение h' без учета высоты прибора и высоты визирования; разность высоты прибора и высоты визирования Δ , и превышение h ;
- к) вычислить высоту каждого пикета.

Станция III 216	$i = 1,40$ м	Погода: облачно, ветрено
	КЛ	КП
TX 101		
№ пикетов	Отсчет по горизонтальному кругу и вертикальному кругу (круг лево)	Отсчет по нитяному дальномеру (l)
1		

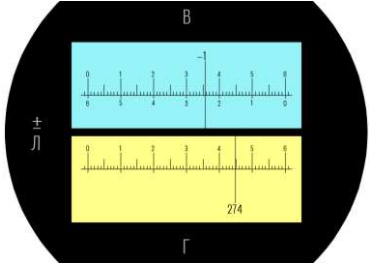
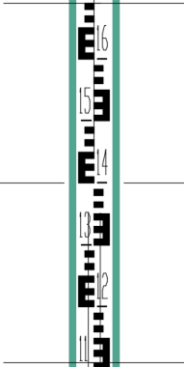
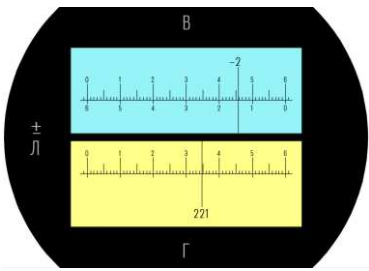
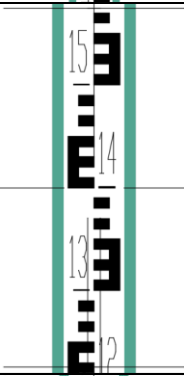
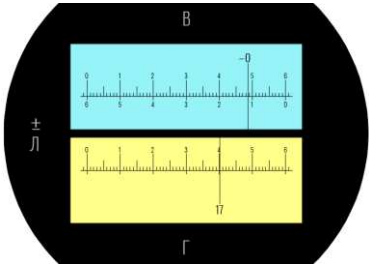
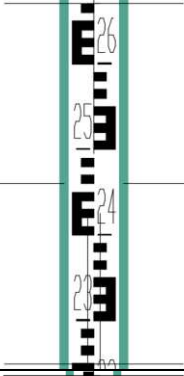
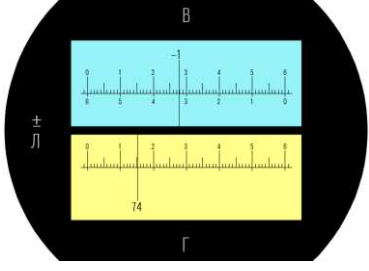
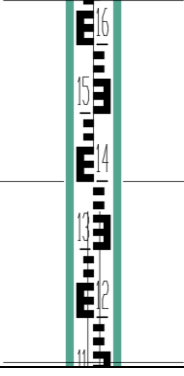
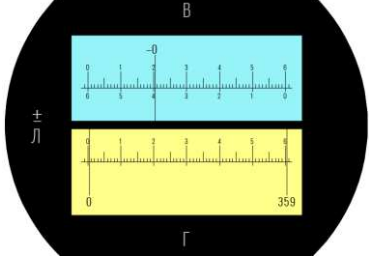



2		
3		
4		
5		
6		

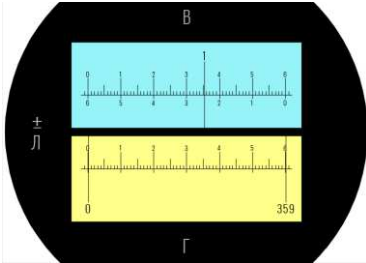
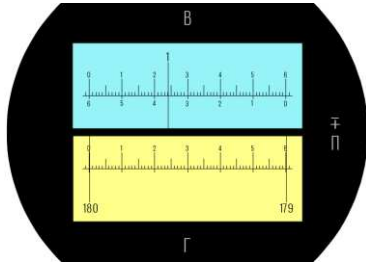
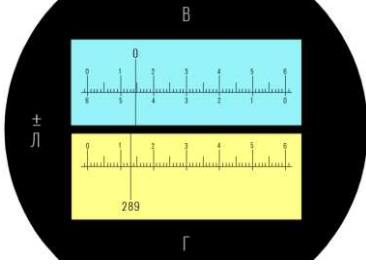
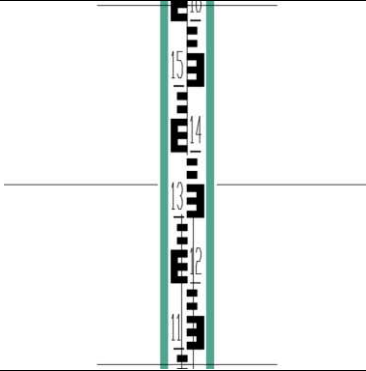
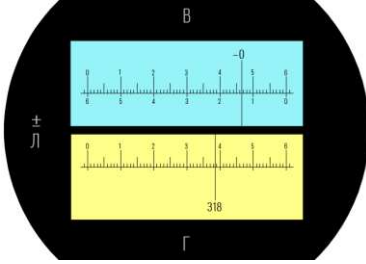
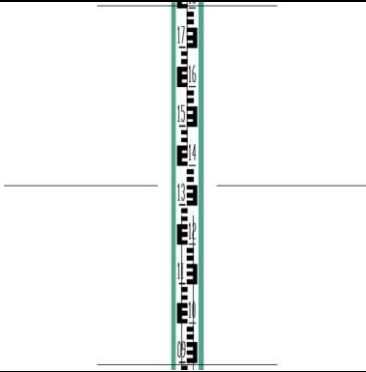
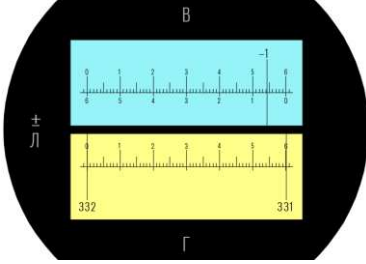
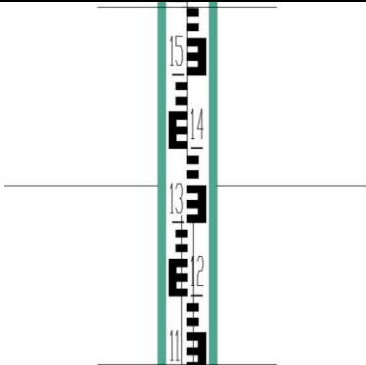


7		
8		
9		
10		
11		

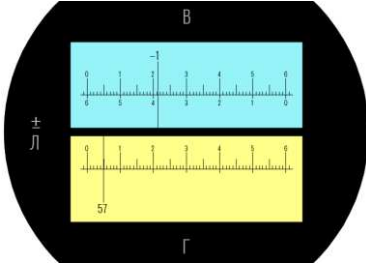
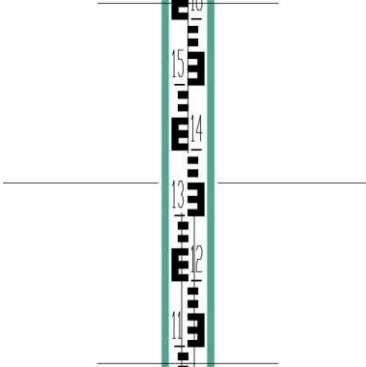
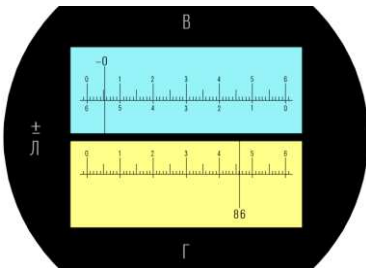
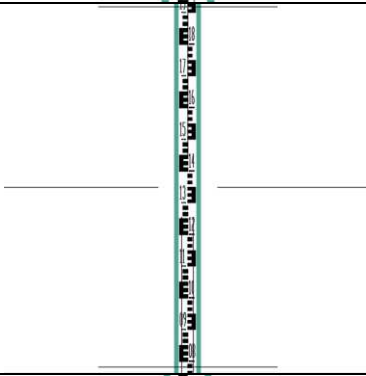
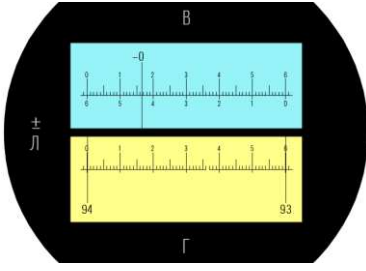
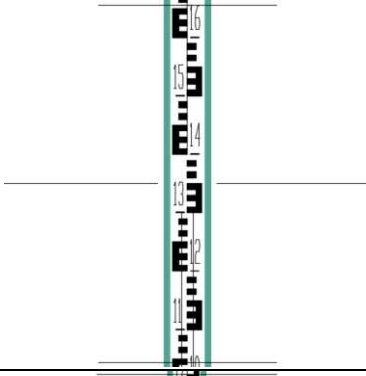
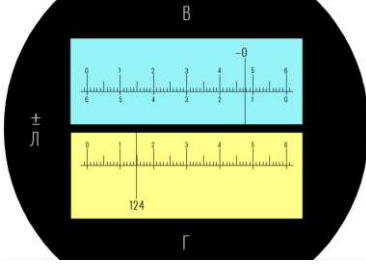
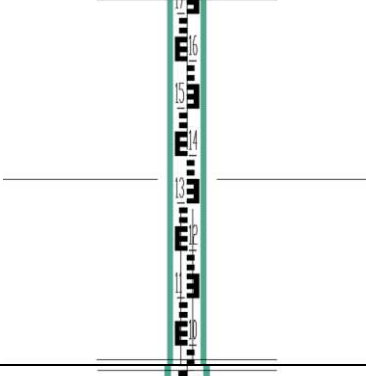
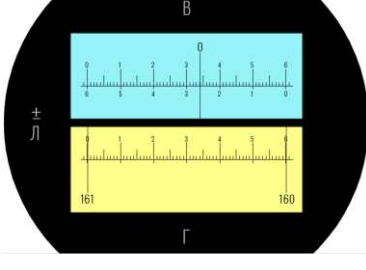
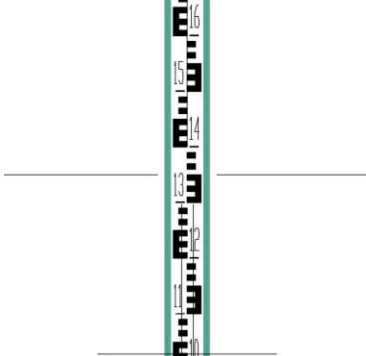


12		
13		
14		
15		
TX 101		

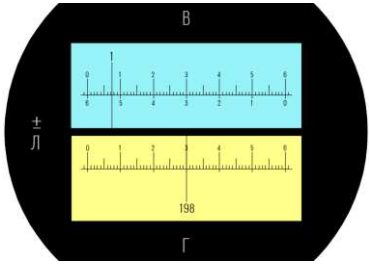
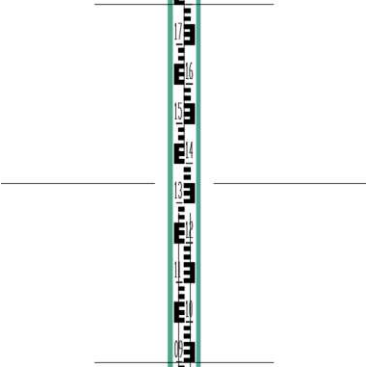
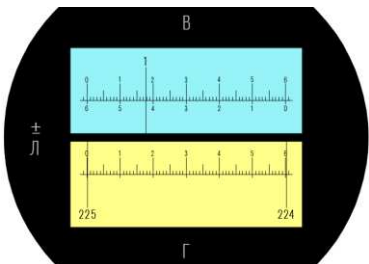
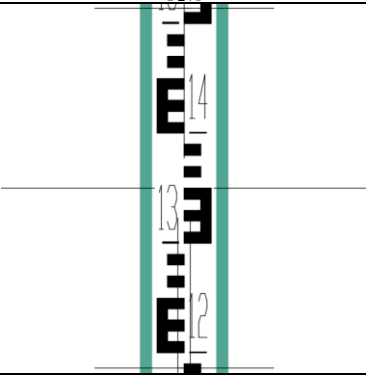
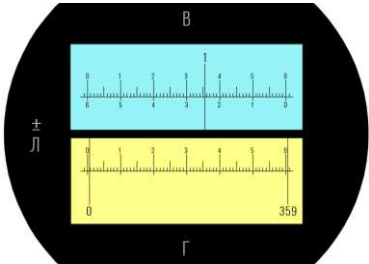


Станция ТХ 101	$i = 1,35$ м	Погода: пасмурно, штиль
	КЛ	КП
ПП 216		
№ пикетов	Отсчет по горизонтальному кругу и вертикальному кругу (круг лево)	Отсчет по нитяному дальномеру (l)
16		
17		
18		



19		
20		
21		
22		
23		



24		
25		
III 216		—

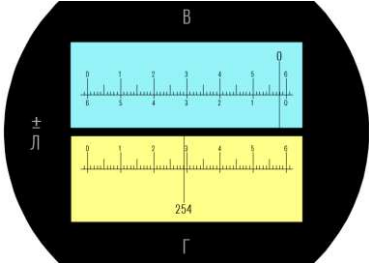

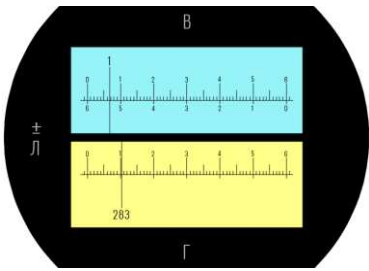

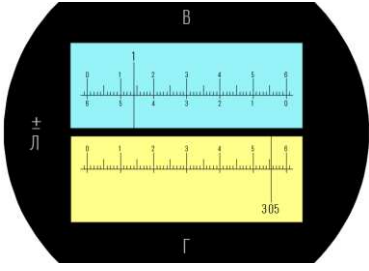

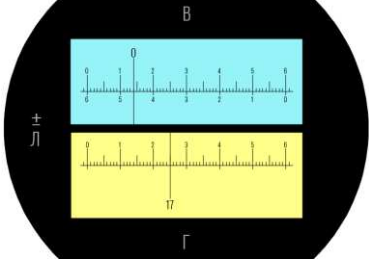

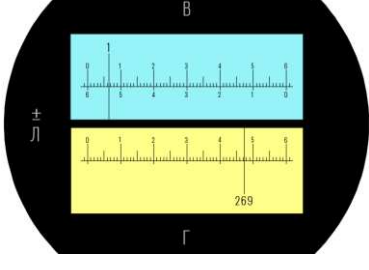



Станция ТХ 102	$i = 1,33 \text{ м}$	Погода: облачно, слабый ветер
	КЛ	КП
ТХ 101		
№ пикетов	Отсчет по горизонтальному кругу и вертикальному кругу (круг лево)	Отсчет по нитяному дальномеру (l)
26		
27		
28		

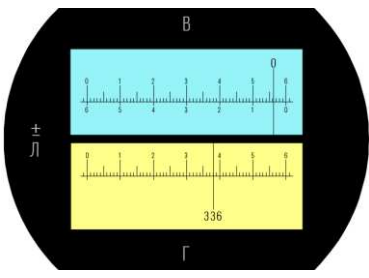
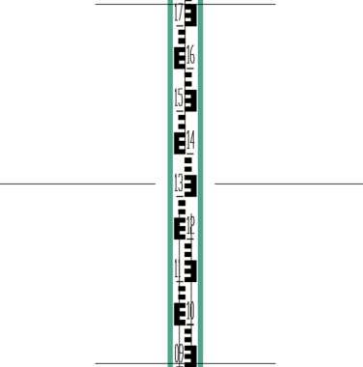
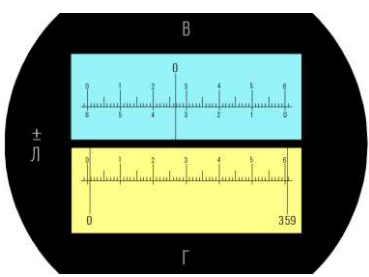


29		
30		
31		
32		
33		



34		
35		
36		
37		
38		



39		
ТХ 101		—

3. Отрисовка топографического плана масштаба 1:2000 с высотой сечения равной 1 метр. Представленный алгоритм выполняют поочередно для каждой станции:

- на листе формата А4 чертежной бумаги (плотный лист) нарисовать 2 квадрата 10×10 см в альбомной развертке, ориентируясь на пример (см. приложение);
- по координатам нанести точки станций стояния, используя линейку и численный масштаб (в 1 см 20 м).
- исходя из ориентирного направления (направление от точки стояния теодолита до точки визирования) с помощью транспортира, приложенного к данной линии таким образом, чтобы 0° было направлено на точку визирования, отложить горизонтальные углы. При этом указать номер пикета, которому принадлежит данное значение угла;
- когда все углы отложены, взять линейку и отложить горизонтальное проложение D с помощью численного масштаба относительно станции стояния теодолита по направлению к отложенным углам (пикетам);
- выполнить интерполяцию рельефа, используя информацию с абриса;
- построить ситуацию, в соответствии с абрисом, подписать утолщенные горизонтали, расставить бергштрихи;
- выполнить зарамочное оформление.



КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

За выполнения каждой части процесса руководитель выставляет оценку каждому студенту.

Оценка, балл	Критерии оценивания
5 (отлично)	Студент выполнил все задания своевременно, без ошибок
4 (хорошо)	Студент выполнил все задания своевременно, допущено 2-3 ошибки
3 (удовлетворительно)	Студент выполнил все задания своевременно, допущены серьезные ошибки
2 (неудовлетворительно)	Студент не приступил к выполнению работы, не выходит на связь, работу выполняет с грубыми ошибками, сдает со значительным опозданием.



ПРИЛОЖЕНИЯ

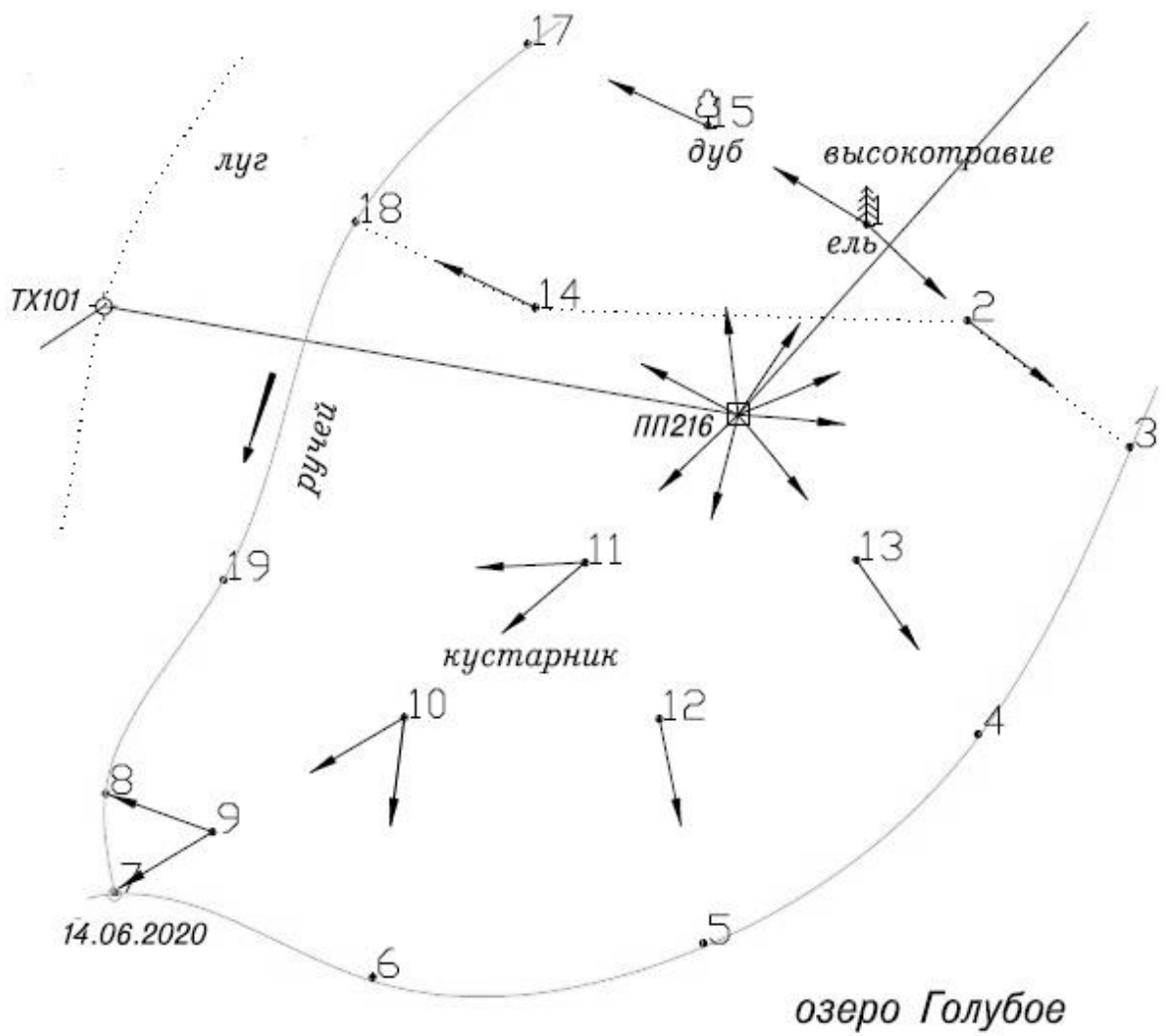


Поправки Р в расстояния, измеренные нитяным дальномером

№ вар.	Поправки Р, м							
	20 м	40 м	60 м	80 м	100 м	120 м	140 м	160 м
1	-0,3	-0,1	-0,3	0,0	-0,1	0,0	+0,1	+0,2
2	-0,5	-0,3	-0,2	+0,1	-0,3	-0,2	0,0	+0,4
3	0,0	+0,2	+0,2	+0,4	-0,4	-0,1	+0,4	+0,5
4	-0,4	-0,1	0,0	+0,2	-0,2	-0,1	-0,1	+0,3
5	-0,5	-0,3	0,0	+0,5	0,0	+0,1	+0,1	+0,2
6	-0,4	+0,1	+0,3	+0,5	-0,2	0,0	+0,1	+0,1
7	-0,2	-0,1	+0,1	+0,4	-0,3	+0,2	+0,2	+0,4
8	-0,5	-0,1	+0,2	+0,5	-0,2	-0,1	+0,1	+0,2
9	-0,2	-0,3	-0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2
10	-0,5	-0,4	-0,2	0,0	-0,1	+0,1	+0,2	+0,2
11	-0,2	+0,1	+0,3	+0,4	-0,2	+0,1	+0,2	+0,5
12	-0,2	-0,1	+0,3	+0,3	-0,4	-0,2	+0,3	+0,4
13	-0,3	+0,3	+0,4	+0,4	-0,4	-0,2	0,0	+0,3
14	-0,2	-0,1	-0,2	+0,2	-0,1	+0,1	0,0	+0,2
15	0,0	-0,3	-0,1	0,0	-0,2	0,0	+0,2	+0,1
16	-0,2	0,0	+0,3	+0,3	-0,5	-0,2	+0,2	+0,2
17	-0,5	0,0	+0,1	+0,3	-0,3	-0,1	-0,1	+0,3
18	-0,5	-0,1	-0,1	+0,4	-0,3	-0,2	-0,2	+0,5
19	-0,1	-0,3	0,0	+0,1	-0,1	+0,2	0,0	+0,1
20	-0,5	-0,3	0,0	+0,2	-0,4	+0,1	+0,1	+0,5
21	-0,2	-0,2	-0,3	0,0	-0,3	0,0	+0,2	+0,1
22	0,0	+0,2	+0,3	+0,4	-0,5	-0,3	+0,1	+0,4
23	0,0	+0,1	+0,1	+0,3	-0,3	-0,2	-0,1	+0,4
24	-0,3	-0,1	0,0	+0,2	-0,1	0,0	+0,2	0,0
25	-0,4	-0,3	-0,1	0,0	-0,2	+0,2	+0,3	+0,1
26	-0,2	0,0	-0,2	+0,1	0,0	+0,2	+0,1	+0,3
27	-0,3	-0,2	+0,2	+0,2	-0,4	+0,1	+0,3	+0,4
28	-0,1	+0,2	+0,3	+0,4	-0,1	-0,1	+0,2	+0,4
29	-0,4	-0,2	-0,2	+0,1	-0,2	+0,1	+0,1	+0,2
30	0,0	+0,1	+0,1	+0,2	-0,5	-0,2	-0,1	+0,5

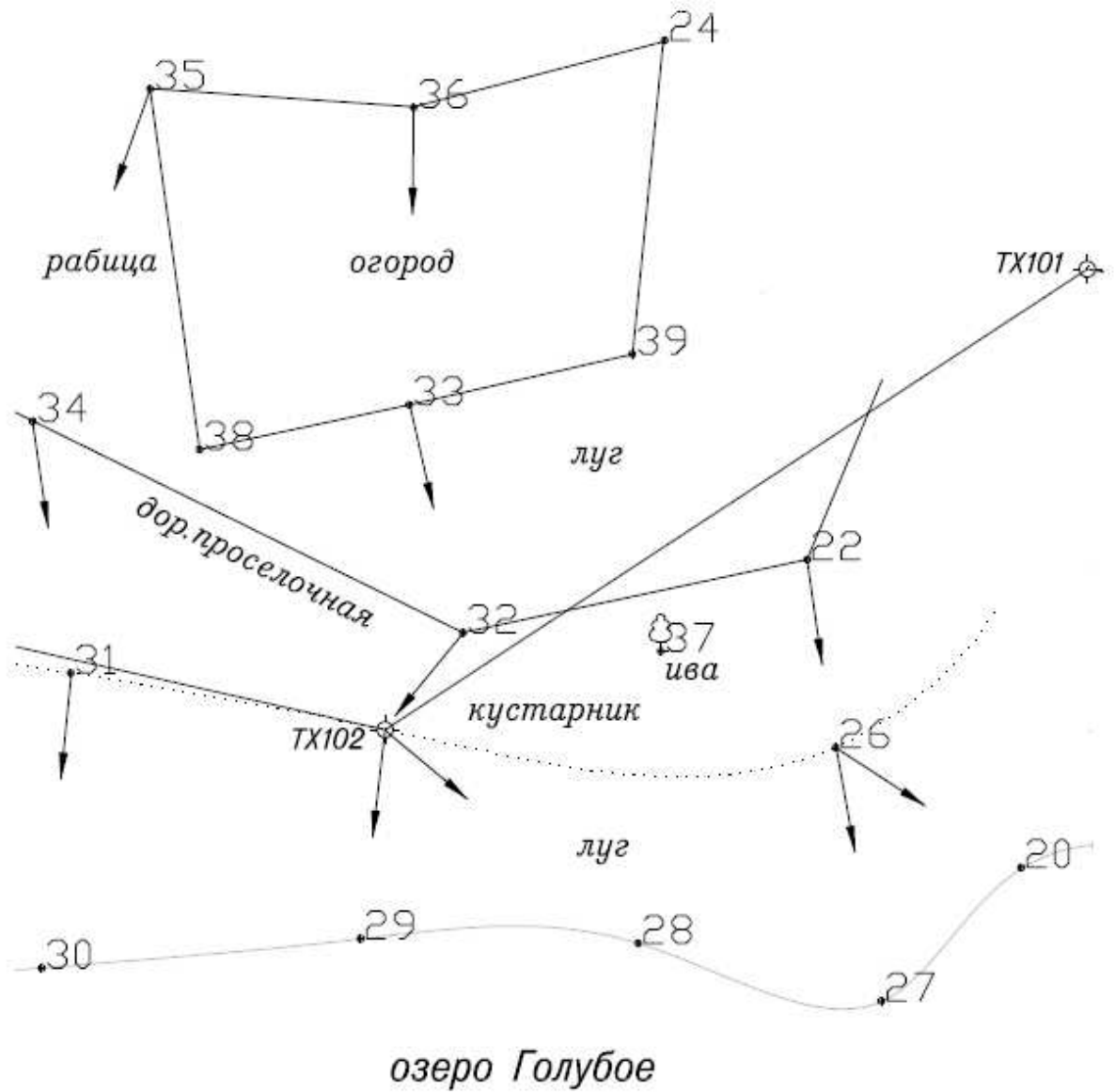


Абрис
Станция ПП 216





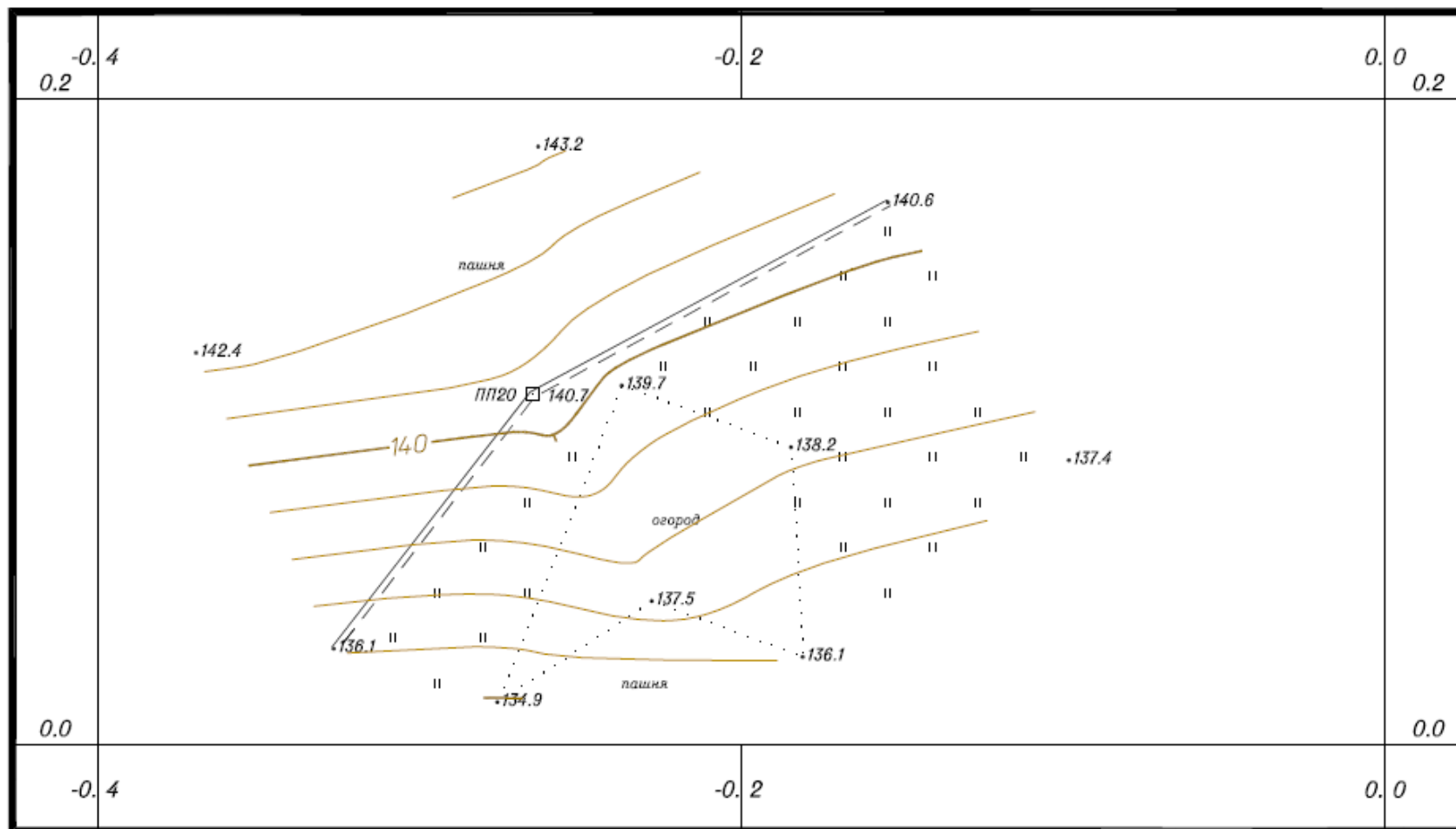
Абрис
Станция ТХ 102





Пример оформления плана

План местности, снятой теодолитом



1:2000

Работу выполнил студент группы ...

Сплошные горизонтالي проведены через 1 метр

