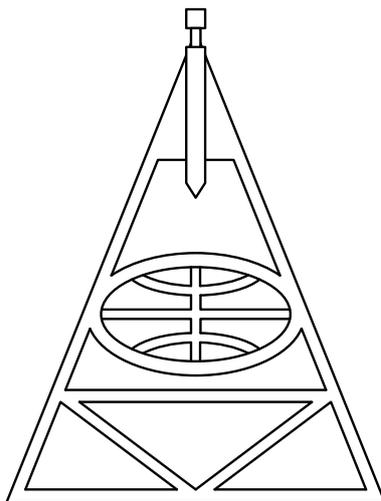


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра городского кадастра и геодезии



## **ГЕОДЕЗИЯ**

### **Обработка материалов тахеометрической съёмки**

*Методические указания  
для выполнения лабораторных и расчётно-графических работ и составления  
отчётов по учебным геодезическим практикам*

Факультеты: экологии, инженерно-строительный

Направления: 21.03.02 – "Землеустройство и кадастры",  
08.03.01 – "Строительство",  
20.03.02 – "Природообустройство и водопользование",  
05.03.06 – "Экология и природопользование",  
07.03.01 – "Архитектура",  
54.03.04 – "Реставрация"

Специальности: 08.05.01 – "Строительство уникальных зданий и сооружений"  
08.05.03 – "Строительство, эксплуатация, восстановление и  
техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей"

Вологда  
2015

**Геодезия. Обработка материалов тахеометрической съёмки :** методические указания для выполнения лабораторных и расчётно-графических работ и составления отчётов по учебным геодезическим практикам. – Вологда : ВоГУ, 2015. – 36 с.

Методические указания предусмотрены для выполнения работы «Составление плана тахеометрической съёмки» в рамках лабораторного курса, а также при оформлении отчетов по учебной геодезической практике.

Рассмотрен процесс обработки материалов тахеометрической съёмки. Имеются поясняющие схемы, рисунки, таблицы, примеры вычислений. Предусмотрена выдача индивидуального задания.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составители: А.В. Белый, канд. геогр. наук, доцент,  
Ю.П. Попов, ст. преподаватель,  
Н.Н. Суворова, ст. преподаватель  
Д.А. Заварин, ст. преподаватель

Рецензент: " А.Н. Чикунов, директор ООО «Вологодские земельные ресурсы»

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ .....	5
2. ПОРЯДОК РАБОТЫ НА СТАНЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛЕВЫХ РАБОТ .....	5
3. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ЗАМКНУТОГО ТЕОДОЛИТНО-ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА .....	6
3.1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ .....	6
3.2. УРАВНИВАНИЕ УГЛОВ .....	7
3.3. ВЫЧИСЛЕНИЕ ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ И РУМБОВ .....	8
3.4. УРАВНИВАНИЕ ПРИРАЩЕНИЙ КООРДИНАТ .....	9
3.5. ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ .....	11
3.6. ОСОБЕННОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДИАГОНАЛЬНОГО ХОДА .....	11
3.7. ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЫСОТ СТАНЦИЙ ТЕОДОЛИТНО-ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА ...	11
3.8. ПОРЯДОК ВЫЧИСЛЕНИЙ В ЖУРНАЛЕ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ .....	13
4. ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ .....	16
4.1. ПОСТРОЕНИЕ НА ПЛАНЕ СИТУАЦИИ .....	16
4.2. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЛЬЕФА ГОРИЗОНТАЛЯМИ .....	17
4.3. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЁМКА ЭЛЕКТРОННЫМ ТАХЕОМЕТРОМ .....	19
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ .....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВАРИАНТЫ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЖУРНАЛОВ .....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ВАРИАНТЫ АБРИСОВ .....	30
УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ПЛАНОВ МАСШТАБОВ 1:500, 1:1000 .....	35
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	36

## Введение

Целью топографо-геодезических съёмок является получение планов местности – контурных или топографических. В первом случае выполняют теодолитную съёмку, во втором – тахеометрическую.

Тахеометрическую съёмку применяют для создания планов небольших участков местности в крупном масштабе, на которых изображается ситуация и рельеф. Тахеометрия – быстрый способ одновременного определения планового и высотного положения точек местности.

Съёмочные работы выполняют в два этапа:

1. Полевые работы (создание съёмочного обоснования, съёмки ситуации и рельефа);
2. Камеральные работы (обработка результатов полевых измерений и составление плана участка местности).

Планово-высотным геодезическим обоснованием тахеометрической съёмки служат теодолитно-нивелирные или теодолитно-высотные (теодолитно-тахеометрические) ходы.

Тахеометрический ход представляет собой систему линий, образующих замкнутый и разомкнутый полигон, углы которого измеряют теодолитом, а стороны стальной лентой, стальной рулеткой, оптическим или лазерным дальномером.

В тахеометрической съёмке при одном наведении зрительной трубы получают три отсчёта: число делений между дальномерными нитями, отсчёт по вертикальному кругу и отсчёт по горизонтальному кругу. По этим данным вычисляют три координаты точки – расстояние от рабочей станции до точки, направление на снимаемую точку и превышение между станцией и точкой.

Методические указания предусмотрены для выполнения работы «Составление плана тахеометрической съёмки» в рамках лабораторного курса, а также при оформлении отчетов по учебной геодезической практике.

## 1. Планово-высотное обоснование тахеометрической съёмки

Съёмочным обоснованием тахеометрической съёмки могут быть теодолитно-тахеометрические или теодолитно-высотные ходы. Выбор съёмочного обоснования зависит от особенностей рельефа, плотности застройки участка, густоты коммуникаций. Съёмку ситуации и рельефа ведут одновременно с прокладыванием хода. Съёмка выполняется с закрепленных на местности точек, называемых станциями, для которых впоследствии рассчитываются прямоугольные координаты и высотные отметки по материалам измерений теодолитно-тахеометрического хода.

Съёмку контуров и пикетов ведут преимущественно полярным способом, измеряя направления при помощи горизонтального круга и расстояния по нитяному дальномеру. При необходимости и в сочетании с условиями ситуации применяют способ створов и полярных координат [2].

Снимаемый участок может иметь форму узкой полосы при линейных изысканиях, форму площадки при съёмке территории под строительство и другую произвольную форму. Результаты съёмки ситуации и рельефа записывают в тахеометрические журналы и наносят на абрисы.

## 2. Порядок работы на станции при производстве полевых работ

Работы на станции выполняют в следующей последовательности:

### 1. При прокладывании теодолитно-тахеометрического хода.

- определяют место нуля вертикального круга (M0);
- измеряют высоту инструмента ( $i$ );
- при КЛ ориентируют ноль лимба горизонтального круга на соседнюю точку съёмочного обоснования;
  - измеряют горизонтальный угол между сторонами хода полным приемом;
  - измеряют углы наклона на соседние станции;
  - измеряют наклонные расстояния по нитяному дальномеру до соседних станций;

### 2. При производстве тахеометрической съёмки.

- при КЛ выполняют наблюдение реек, устанавливаемых на съёмочных точках, определяют расстояния от прибора до рейки по нитяному дальномеру (по верхней и нижней нити сетки нитей);
  - снимают отсчёты по горизонтальному и вертикальному кругам при наведении средней горизонтальной нити на любой отсчёт по рейке или на высоту инструмента;
  - составляют абрис съёмки на станции с указанием положения и описания реечных точек и направления скатов рельефа (приложение 3).

Полученные результаты измерений и предварительных вычислений углов поворота и расстояний записывают в журнал тахеометрической съёмки (приложение 2).

### 3. Вычислительная обработка замкнутого теодолитно-тахеометрического хода

#### 3.1. Исходные данные для вычислений

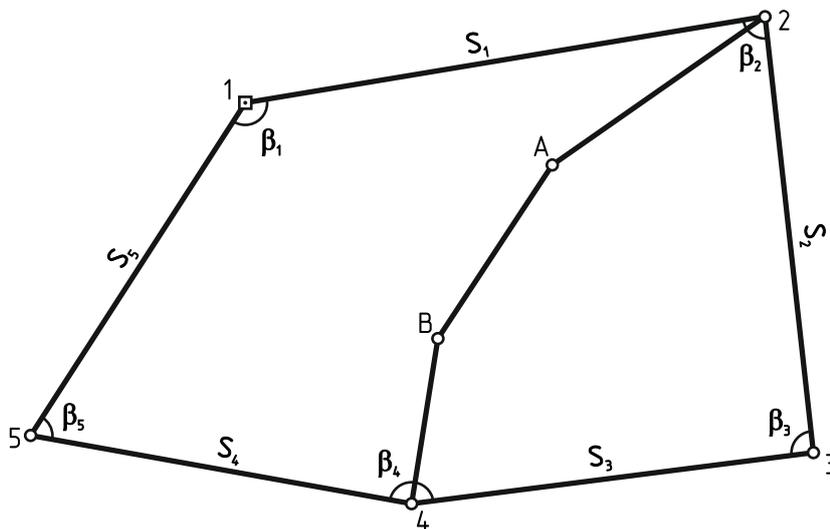


Рис. 1. Схема замкнутого теодолитного хода:

$\beta_{1-5}$  – горизонтальные углы;  $S_{1-5}$  – горизонтальные проложения сторон хода

Исходными данными для лабораторной работы «Составление плана тахеометрической съёмки» являются:

- схема замкнутого теодолитного хода (рис. 1), бланки расчётных ведомостей и журналов (распечатываются студентами [8]);
- общие для всех студентов углы поворота и горизонтальные проложения замкнутого теодолитно-тахеометрического хода (выписывают из таблицы 2);
- номер рабочей станции, начальные координаты хода – координаты рабочей станции по индивидуальному варианту, начальный дирекционный угол стороны: рабочая станция – станция ориентирования (выписывают из приложения 1);
- абрис тахеометрической съёмки с номером, соответствующим номеру рабочей станции (копируют из приложения 3);
- углы наклона сторон тахеометрического хода, начальная высота рабочей станции (выписывают из приложения 1);
- пример расчёта высот представлен в таблице 3.

**Примечание.** При обработке полевых материалов, полученных на учебной геодезической практике из журнала теодолитного хода в ведомость координат (таблица 2) выписывают следующие данные:

- названия вершин углов – в столбцы 1 и 14;
- средние значения измеренных углов  $\beta$ , округлённых до десятых долей минут – в столбец 2 с указанием названий углов (левые или правые);
- значения дирекционного угла начального  $\alpha_{нач}$  направления хода – в столбец 4;
- значения горизонтальных проложений  $d$  сторон хода – в столбец 7;
- значения координат  $X_{нач}; Y_{нач}$  начального пункта хода – в столбцы 12 и 13. Точка 1 теодолитного хода является пунктом полигонометрии.

### Порядок вычисления ведомости координат

Все вычисления ведутся в ведомости координат в форме таблицы 2.

#### 3.2. Уравнивание углов

- Вычисляют сумму измеренных углов  $\sum \beta_{изм}$  и записывают её как итог внизу ведомости.
- Вычисляют теоретическую сумму горизонтальных углов хода  $\sum \beta_{теор}$  и записывают ниже  $\sum \beta_{изм}$ .

$$\sum \beta_{теор} = 180^\circ \cdot (n - 2),$$

где  $n$  – число измеренных горизонтальных углов.

- Вычисляют угловую невязку  $f_\beta$  как разность суммы измеренных и теоретической суммы углов:

$$f_\beta = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_{теор},$$

которую сравнивают с допустимой угловой невязкой:

$$f_{\beta(доп)} = \pm 2 \cdot t' \cdot \sqrt{n},$$

где  $t$  – точность отсчёта по горизонтальному кругу, мин.

#### Контроль

Качество угловых измерений и правильность вычислений контролируют, вычисленная угловая невязка не должна превышать допустимую:  $f_\beta \leq f_{\beta(доп)}$ .

Если условие соблюдено, то производят уравнивание (увязку) угловых измерений; невязку распределяют введением поправок  $v_i$  с обратным знаком в значения измеренных углов поровну, если длины сторон хода близки по значению. Если длины сторон значительно отличаются, то в углы с короткими сторонами вводят бóльшие поправки. Поправки, округленные до десятых долей минут, записывают над значениями горизонтальных углов.

### **Контроль**

Во всех случаях должно быть соблюдено условие:  $\sum v_i = -f_\beta$ , т. е. сумма поправок должна равняться угловой невязке с обратным знаком.

Исправленные значения углов  $\beta_{испр}$  (столбец 3) вычисляют как сумму значения измеренного угла и поправки с учётом знака:

$$\beta_{испр} = \beta_{изм} + v_i .$$

### **Контроль**

Сумма исправленных углов должна быть равна теоретической сумме:

$$\sum \beta_{испр} = \sum \beta_{теор} .$$

### **3.3. Вычисление дирекционных углов и румбов**

Для каждого направления вычисляют значение дирекционного угла и записывают в столбец 4.

Дирекционный угол последующего направления (стороны) равен дирекционному углу предыдущего направления плюс  $180^\circ$  минус исправленный угол между этими направлениями:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^\circ - \beta_{испр i} .$$

Дирекционный угол какой-либо стороны должен быть в пределах от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ , поэтому при вычислении, в случае необходимости, к нему прибавляют или от него отнимают  $360^\circ$ .

### **Контроль**

Правильностью вычислений дирекционных углов является получение дирекционного угла начальной стороны хода, равного  $\alpha_{нач}$ .

При обработке теодолитных ходов в ряде случаев целесообразно дирекционные углы переводить в румбы ( $r$ ), значение которых округляют до целых минут (таблица 1).

Таблица 1

Значение дирекционного угла в пределах	Знаки приращений координат		Название румба	Значение румба
	$\Delta x$	$\Delta y$		
$0^\circ < \alpha < 90^\circ$	+	+	СВ	$r = \alpha$
$90^\circ < \alpha < 180^\circ$	-	+	ЮВ	$r = 180^\circ - \alpha$
$180^\circ < \alpha < 270^\circ$	-	-	ЮЗ	$r = \alpha - 180^\circ$
$270^\circ < \alpha < 360^\circ$	+	-	СЗ	$r = 360^\circ - \alpha$

Названия и значения румбов записывают в столбцы 5, 6.

### 3.4. Уравнивание приращений координат

Приращения координат вычисляют по формулам:

$$\begin{aligned} \Delta x &= S \cdot \cos \alpha & \text{или} & & \Delta x &= S \cdot \cos r; \\ \Delta y &= S \cdot \sin \alpha & \text{или} & & \Delta y &= S \cdot \sin r \end{aligned}$$

с округлением до сотых долей метра и записывают в столбцы 8, 9. При расчёте значения функции угла, его переводят в десятичную систему (минуты делят на 60, результат прибавляют к градусам), а калькулятор – в режим работы "DEG".

Знаки приращений координат определяют в зависимости от знаков  $\sin \alpha$  и  $\cos \alpha$ .

- Вычисляют суммы приращений координат  $\sum \Delta x$  и  $\sum \Delta y$  и записывают их как итог внизу ведомости.
- Теоретические суммы приращений координат  $\sum \Delta x_{теор}$  и  $\sum \Delta y_{теор}$  равны нулю, так как теодолитный ход является замкнутым.
- Вычисленные значения приращений координат алгебраически суммируют по каждой оси:

$$f_x = \sum \Delta x, \quad f_y = \sum \Delta y.$$

- Вычисляют абсолютную линейную невязку в приращениях координат хода:  $f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ .

Предельная допустимая абсолютная невязка тахеометрического хода:

$$f_{абсол}^{дон} = \frac{L}{400\sqrt{N}},$$

где  $L$  – длина хода (м),  $N$  – число линий в ходе.

#### Контроль

Полученная по расчёту фактическая абсолютная невязка не должна превышать допустимую. Если полученная невязка больше допустимой, то проверяют правильность вычислений, а в худшем случае перемеряют длины сторон хода.

Невязки  $f_x$  и  $f_y$  распределяют в виде поправок с обратными знаками между вычисленными приращениями координат пропорционально горизонтальным проложениям  $S_i$  сторон хода (чем длиннее сторона, тем больше вводимая поправка по абсолютной величине):

$$v_{xi} = \frac{-f_x}{\sum S} \cdot S_i; \quad v_{yi} = \frac{-f_y}{\sum S} \cdot S_i,$$

где  $i$  – порядковый номер стороны хода.

Поправки  $v_{xi}$  и  $v_{yi}$  вычисляют с округлением до 0,01 метра и записывают со знаком над соответствующим приращением координат в столбцы 8, 9.

## ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПУНКТОВ ТЕОДОЛИТНО-ТАХОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА

Номер вершины хода	Горизонт. углы (правые), $\beta$		Дирекцион- ный угол, $\alpha$		Румб, $\rho$			Горизон- тальное проложе- ние, S (м)		Приращения координат (м)				Координаты (м)			Номер вершины хода
	измеренный		исправленный		назв.	°	'	°	°	°	вычисленное		исправленное		X	Y	
	°	'	°	'							$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta x$	$\Delta y$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
I	132	+0,2 5,3	132	5,5							+177,64	-436,57	I				
II	86	+0,2 37,9	86	38,1	80	24,5	CB	80	24	165,81	-0,03 +27,63	-0,06 +163,49	+27,60	+163,43	+205,24	-273,14	II
III	91	+0,3 4,2	91	4,5	173	46,4	ЮВ	06	14	139,23	-0,02 -138,41	-0,05 +15,10	-138,43	+15,05	+66,81	-258,09	III
IV	162	+0,3 32,0	162	32,3	262	41,9	ЮЗ	82	42	127,30	-0,02 -16,18	-0,05 -126,27	-16,20	-126,32	+50,61	-384,41	IV
V	67	+0,3 39,3	67	39,6	280	9,6	СЗ	79	50	121,28	-0,02 +21,39	-0,05 -119,38	+21,37	-119,43	+71,98	-503,84	V
I	132	5,3	132	5,5	32	30	CB	32	30	125,30	-0,02 +105,68	-0,05 +67,32	+105,66	+67,27	+177,64	-436,57	I
II					80	24,5	CB	80	24								II
$\Sigma_{\text{ПР}}$	539	58,7	540	0,0					$\Sigma_{\text{ПР}}$	678,92	+0,11	+0,26	0,00	0,00			
$\Sigma_{\text{ТЕОР}}$	540	0,0							$\Sigma_{\text{ТЕОР}}$		0,00	0,00					
f		-1,3							f	0,28	+0,11	+0,26					
$f_{\text{доп}}$		$\pm 2,2$							$\Sigma_{\text{ПР}/f}$								

$$f_{\text{доп}}^{\text{ABC}} = \frac{L}{400\sqrt{N}} = \frac{678,92}{400\sqrt{5}} = 0,75 \text{ м}$$

### **Контроль**

Сумма вводимых поправок должна равняться невязке с обратным знаком:

$$\sum v_x = -f_x; \quad \sum v_y = -f_y.$$

В результате введения поправок находят исправленные значения приращений координат, которые записывают в столбцы 10, 11:

$$\Delta x_{испр} = \Delta x_{выч} + v_x; \quad \Delta y_{испр} = \Delta y_{выч} + v_y.$$

### **Контроль**

Суммы исправленных значений приращений координат замкнутого теодолитного хода должны равняться нулю.

## **3.5. Вычисление координат**

По известным координатам начального пункта хода и исправленным приращениям координат последовательно вычисляют координаты всех пунктов, записывая полученные значения в столбцы 12, 13.

Координата последующей вершины хода равна координате предыдущей вершины плюс исправленное значение приращения координат для соответствующей стороны хода:

$$\begin{aligned} X_{i+1} &= X_i + \Delta x_{испр. i, i+1}; \\ Y_{i+1} &= Y_i + \Delta y_{испр. i, i+1}. \end{aligned}$$

### **Контроль**

В конце вычислений должны получиться значения координат начального пункта хода.

## **3.6. Особенности вычисления диагонального хода**

Теодолитный ход увязывают в том же порядке и по тем же формулам, что и полигон, но в столбец 1 таблицы 2 вписывают вершины хода, начиная с точек исходной линии (в нашем примере 1-2) и заканчивая точками исходной линии в конце хода (в нашем примере 4-3). В столбец 2 вписывают правые или левые по ходу измеренные горизонтальные углы против точек 2; А; В; 4, начиная с примычных углов и заканчивая примычными углами в точка 2 и 4. В столбец 4 вписывают дирекционные углы сторон 1-2 и 3-4, взятые из ведомости координат полигона, причём для линии 3-4 берут обратный дирекционный угол. В столбцы 12 и 13 вписывают исходные координаты точек 1 и 4.

## **3.7. Вычисление высот станций теодолитно-тахеометрического хода**

Для измерения превышений между станциями теодолитно-тахеометрического хода с последующим расчётом высот этих станций

применяют известный метод тригонометрического нивелирования. Он заключается в следующем.

На станции М теодолитно-высотного хода устанавливают теодолит, а на станции N – рейку (рис. 2). Рулеткой или рейкой измеряют высоту теодолита. Используя вертикальный круг теодолита, определяют угол наклона визирной оси трубы  $v$  при её наведении на какой-либо отсчёт по рейке. Этот отсчёт – расстояние от точки наведения до пятки рейки – называется высотой визирования  $v$ . Длину линии MN при этом измеряют оптическим дальномером.

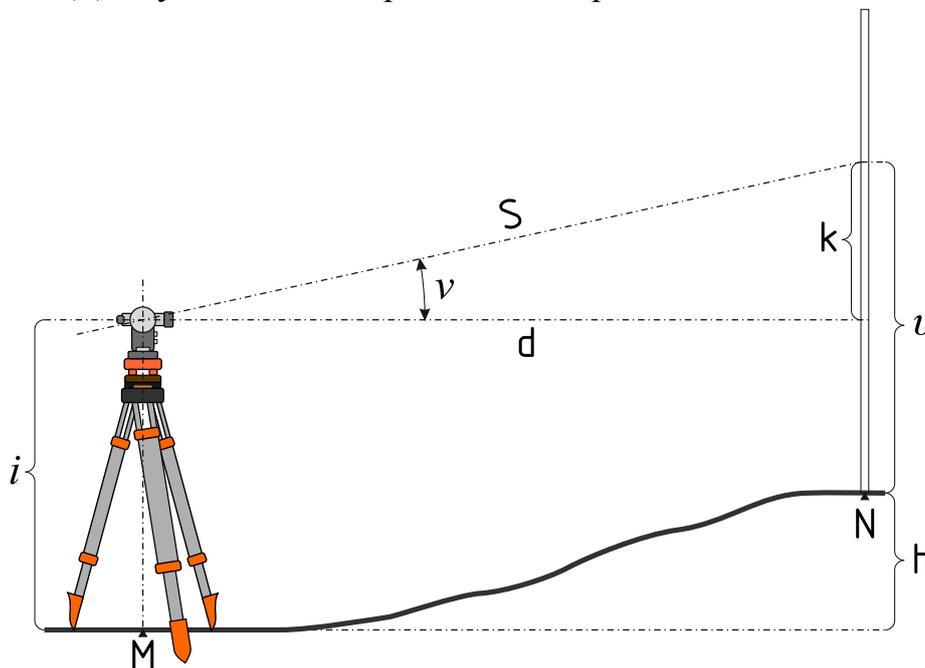


Рис. 2. Тригонометрическое нивелирование

Из рис. 2 имеем:  $h + v = k + i$ , отсюда  $h = k + i - v$ ,  
т. к.  $k = d \cdot \operatorname{tg} v$ , то  $h = d \cdot \operatorname{tg} v + i - v$ .

Если зрительную трубу наводить на рейке на высоту теодолита, то  $i = v$  и превышение вычисляют по формуле

$$h = S \cdot \operatorname{tg} v .$$

Если расстояние измерялось лентой, то горизонтальное проложение линии MN равно  $d = S \cdot \cos v$ .

Поскольку расстояния между станциями хода измеряются дальномером, поэтому тригонометрическое нивелирование является очень производительным.

В случае использования нитяного дальномера  $d = S \cdot \cos^2 v$ , тогда

$$h = S \cdot \cos^2 v \cdot \frac{\operatorname{Sin} v}{\operatorname{Cos} v} = \frac{S}{2} \operatorname{Sin} 2v .$$

*Вычисление отметок точек хода.* После получения необходимых полевых данных отметки вершин теодолитно-тахеометрического хода вычисляют в ведомости по форме таблицы 3.

Ведомость вычисления отметок точек теодолитно-высотного хода

Номер станции	Горизонтальное проложение, м	Угол наклона		Превышение, м			Поправка к превышению, см	Исправленное превышение, м	Высотная отметка точки хода, м
		прямо	обратно	прямо	обратно	среднее			
		± ° ′	± ° ′						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	165,81	– 1 20	– 1 18	–3,88	–3,76	–3,82	0,01	–3,81	175,82
II	139,23	+ 0 08	+ 0 10	0,33	0,41	0,37	0,01	0,38	172,01
III	127,30	+ 1 00	+ 1 01	2,23	2,27	2,25	0,01	2,26	172,39
IV	121,28	+ 2 17	+ 2 21	4,85	4,99	4,92	0,02	4,94	174,65
V	125,30	– 1 46	– 1 42	–3,86	–3,72	–3,79	0,02	–3,77	179,59
I									175,82
Суммы:				–0,33	0,19	–0,07	0,07		

Расчёт допустимой высотной невязки:  $f_h^{don} = \pm 0,04 \cdot \frac{678,92}{100 \cdot \sqrt{5}} = \pm 0,12 \text{ м.}$

Ниже ведомости рассчитывают предельную допустимую высотную невязку (в метрах) по формуле:

$$f_h^{don} = \pm 0,04 \frac{L}{\sqrt{N}},$$

где  $L$  – длина хода, в метрах. В данном примере невязка составляет 0,12 м.

Фактическая невязка замкнутого хода рассчитывается как алгебраическая сумма средних превышений и равна – 0,07 м. Она не должна превышать допустимую невязку. Далее фактическую невязку разбрасывают в виде поправок, которые вводят в превышения с обратным знаком, пропорционально длинам сторон хода. Сумма исправленных превышений замкнутого теодолитно-высотного хода должна быть равна нулю.

### 3.8. Порядок вычислений в журнале тахеометрической съёмки

Обработка материалов тахеометрической съёмки – журнал тахеометрической съёмки (таблица 4) – включает:

- проверку полевых журналов
- вычисление углов наклона;
- вычисление горизонтальных расстояний до речных точек (точек ситуации местности и рельефа);
- вычисление превышений и высот речных точек на каждой станции;
- нанесение точек ситуации и рельефа на план и проведение горизонталей.

Вычисление в журнале тахеометрической съёмки ведут в следующей последовательности:

1. *Вычисляют расстояния* до речных точек как разность отсчётов по нижней и верхней нитям дальномера теодолита и эту разность умножают на коэффициент дальномера  $K = 100$ . Отсчёты по дальномеру даны в миллиметрах (колонки 3 и 4). Например, наклонное расстояние  $S$  для первой точки тахеометрического журнала (таблица 4) равно:

$$S_1 = (1200 - 0200) \cdot 100 = 1000 \text{ мм} \cdot 100 = 100,0 \text{ м}.$$

*Примечание:* горизонтальное проложение  $d$  принимают равным наклонному расстоянию  $S$ , если угол наклона не превышает 2 градусов, в другом случае горизонтальное проложение рассчитывают по формуле:

$$d = S \cdot \cos^2 v,$$

где  $v$  – угол наклона (расчет см. ниже).

Результаты вычислений горизонтальных проложений записывают в колонку 9.

2. *Вычисляют углы наклона* линий на пикете для теодолитов с основным положением теодолита «круг лево» по формуле:

$$v = KЛ - M0,$$

а для теодолитов с основным положением теодолита «круг право» по формуле:

$$v = KП - M0,$$

где  $KП$  и  $KЛ$  – соответствующие отсчёты по вертикальному кругу.

Если отсчёт по вертикальному кругу близок к  $360^\circ$ , то из отсчёта  $KЛ$  вычитают  $360^\circ$ .

*Примечание:* формула определения угла наклона для каждого прибора своя. *Пример для точки 1:*  $v = 2^\circ 10' - (-3') = +2^\circ 13'$ ;

3. Углы наклона записывают в столбец 8 с указанием знака «плюс» или «минус».

4. *Вычисляют горизонтальные проложения  $d$  и превышения  $h$*  каждого пикета над съёмочной точкой по формулам:

$$d = S \cdot \cos^2 v;$$

$$h = d \cdot \operatorname{tg} v + i - v.$$

где  $S$  – наклонное расстояние;  $i$  – высота инструмента,  $v$  – высота наведения (визирования).

Если визирование выполнено на высоту инструмента, т. е.  $v = i$ , то превышение вычисляют по формуле:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} v.$$

Таблица 4

## Журнал тахеометрической съёмки (пример)

Станция I, ориентировка на станцию II при КЛ,  $MO = -3'$ ,  $i = 1,43$  м,  $H_{ст.} = 175,82$  м

№ точки	Высота наведения, v	Отсчёты по рейке (мм)			Отсчёты			Угол наклона, v		Расстояние, d (м)	Превы- шение, h (м)	Высота, H (м)	Примечание
		нижний H	верхний B	разность $\ell$	по ГК, $\beta$		по ВК	°	'				
					°	'							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
ст. II					0	00							
1	2,80	1200	0200	1000	87	50	2	10	+ 2	13	2,50	178,32	редколесье
2	1,43	1500	0200	1300	141	17	359	59	+ 0	02	0,08	175,90	редколесье
3	1,43	2000	0750	1250	194	50	0	20	+ 0	23	0,84	176,66	редколесье
4	1,43	1800	0720	1080	270	00	0	10	+ 0	13	0,41	176,23	редколесье
ст. II					0	00							

5. Высоты речных точек  $H$  вычисляют по формуле:

$$H_1 = H_{CT} + h .$$

При вычислении высот речных точек следует обязательно учитывать, что каждая съёмочная станция имеет свою высотную отметку ( $H_{CT}$ ), а превышение  $h$  имеет знак «плюс» или «минус».

## 4. Построение плана тахеометрической съёмки

Исходные данные для построения плана тахеометрической съёмки:

- координаты  $X$  и  $Y$  вершин теодолитно-тахеометрического хода (съёмочная сеть);
- высоты пикетов, вычисленные студентами в тахеометрическом журнале (таблица 4, приложение 2);
- абрис станции тахеометрической съёмки (приложение 3).

### 4.1. Построение на плане ситуации

Составление плана по результатам тахеометрической съёмки производят по принципу «от общего к частному». Начинают с построения координатной сетки и нанесения по координатам станций теодолитно-тахеометрического хода. Координаты последних берут из ведомости координат (таблица 2).

Правильность нанесения точек хода контролируют по длинам его сторон: измеряют расстояния между вершинами. Выраженные в масштабе, они должны быть равны расстояниям между соответствующими точками на плане или отличаться не более чем на 0,2 мм. С помощью транспортира также проверяют дирекционные углы сторон и горизонтальные углы.

Речные точки (пикеты), отражающие ситуацию и рельеф местности, наносят на чертёж, на котором уже построена указанная сеть съёмочного обоснования. Эти точки наносят с использованием циркуля-измерителя, масштабной линейки и транспортира. Данные для нанесения берут из журнала тахеометрической съёмки, ориентируясь на абрис съёмки.

Направление на пикеты со станции строят по транспортиру. Например, при съёмке на точку *ст. 1* (таблица 4) лимб теодолита был ориентирован по направлению на точку *ст. 2*. Транспортир прикладывают центром к точке *ст. 1* плана, а отсчёт  $0^{\circ}00'$  совмещают с направлением на точку *ст. 2*. Направление на точку 1 получают, отложив по ходу часовой стрелки по дуговой шкале транспортира  $87^{\circ}50'$ , а расстояние до речной точки 1 – 99,9 м откладывают по полученной линии с помощью циркуля-измерителя (рис. 3).

Для ускорения работы по внешней окружности транспортира отмечают направления на все реечные точки (пикеты). Рядом с каждой точкой ставят номер. Если есть углы более  $180^\circ$ , транспортир перекалывают, поворачивая его на  $180^\circ$ . После этого по нему отмечают значения угла минус  $180^\circ$ . Когда все углы отмечены, транспортир снимают. Из станции, как из центра, на все точки проводят лучи и откладывают расстояния с помощью циркуля-измерителя и поперечного масштаба. Конец каждого отложенного расстояния дает окончательное положение реечной точки.

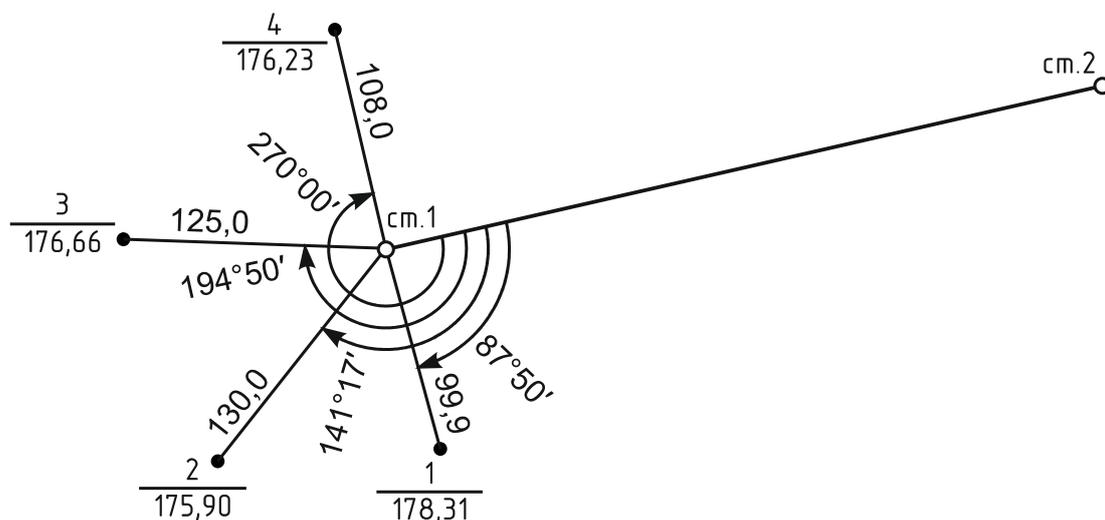


Рис. 3. Пример нанесения реечных точек

План вычерчивают в строгом соответствии с условными знаками [5]. На план сначала наносят контурные и контурно-высотные точки, затем – высотные. Соединяя точки согласно абрису и записей в журнале, строят контуры и местные объекты (рис. 5), вспомогательные линии удаляют.

#### 4.2. Изображение рельефа горизонталями

Рельеф местности изображают горизонталями. Высота сечения рельефа дается в задании. Следы горизонталей определяют по направлениям линий ровных скатов, которые в абрисе указывают стрелками. Следы горизонталей на плане удобнее определять при помощи палетки (графический способ).

**Интерполирование с помощью палетки.** Допустим на линии 8-9 с высотными отметками точек 8 и 9, соответственно,  $177,96$  и  $178,71$  м, требуется найти положение точек с отметками, кратными выбранной высоте сечения рельефа  $h_c = 0,25$  м, т. е.  $178,00$ ,  $178,25$  и  $178,50$  м. По этим точкам впоследствии пойдут горизонтали.

Для графического интерполирования используют *палетку* (кальку), т. е. полупрозрачную бумагу с рядом параллельных линий (рис. 4, а), проведенных через равные промежутки (например, через 1 или 0,5 см). Линии оцифровывают согласно выбранной высоте сечения рельефа и отметкам точек плана, между которыми проводят интерполирование. Накладывают палетку на линию 8-9 (рис. 4, а) так, чтобы точка 8 оказалась на соответствующей отметке палетки, т. е. 177,96. Затем, прижав палетку в точке 8, вращают её вокруг этой точки, пока точка 9 не окажется на соответствующей отметке палетки, т. е. 178,71 (рис. 4, б).

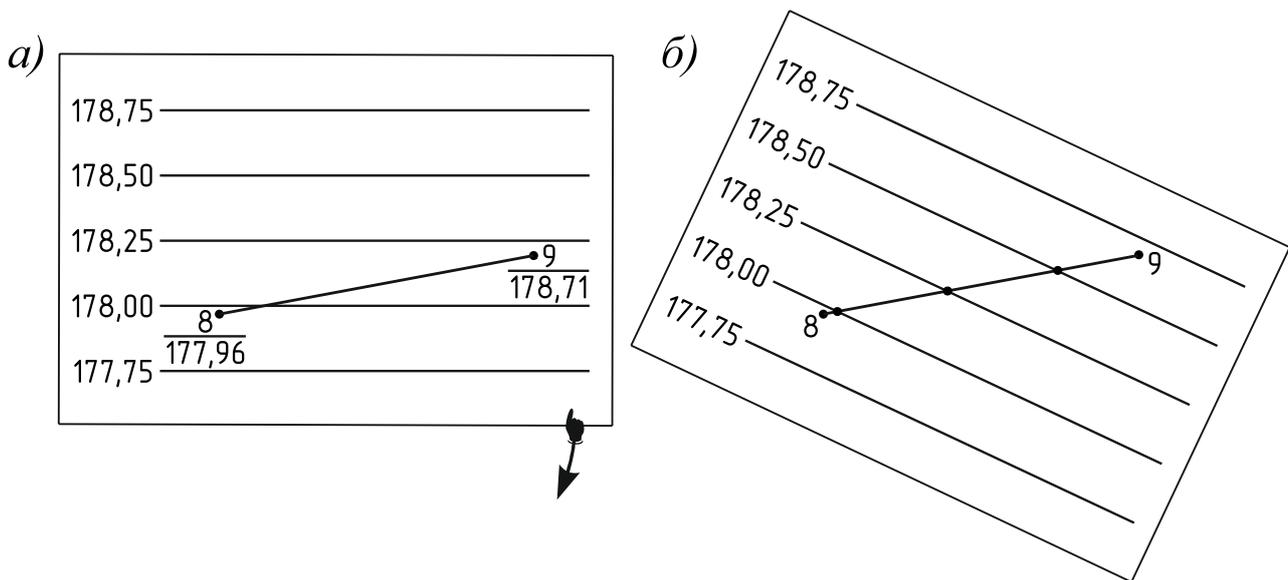


Рис. 4. Графическое интерполирование горизонталей

Точки пересечения линии 8-9 линиями палетки переносят на план и у каждой из точек временно подписывают соответствующую отметку. Фиксировать на плане найденные точки положения горизонталей можно наколами иглы циркуля-измерителя (или просто надавливают острым карандашом).

Аналогично проводят интерполирование всех других линий между смежными точками. Затем, полученные в результате интерполирования на плане точки с одинаковыми высотными отметками соединяют тонкими плавными кривыми линиями (толщина 0,1 мм) светло-коричневого цвета и получают изображение рельефа горизонталями. Горизонтالي в пределах полигона не должны прерываться, сливаться или раздваиваться. Каждую пятую или четвёртую горизонталь (в зависимости от высоты сечения) вычерчивают с утолщением и подписывают её высотной отметкой в разрыве вдоль самой горизонтали. Верх цифр подписи направляют в сторону повышения рельефа.

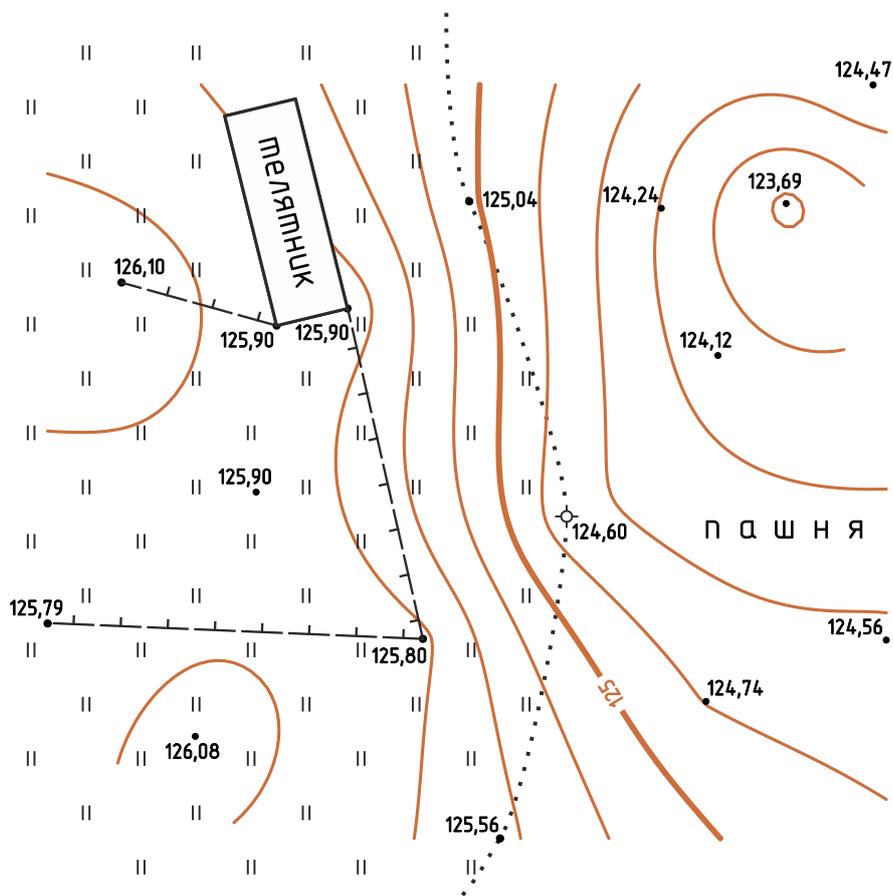


Рис. 5. Фрагмент плана (пример)

На горизонталях ставят бергштрихи, указывающие направление ската.

#### 4.3. Тахеометрическая съёмка электронным тахеометром

Тахеометрическая съёмка может выполняться оптическим теодолитом, электронным теодолитом или электронным тахеометром.



Рис. 6. Теодолит 2Т30П, электронные: теодолит Vega, тахеометр Sokkia

Электронный тахеометр – геодезический инструмент, измеряющий расстояний светодальномером, горизонтальные и вертикальные углы при помощи электронных датчиков. Тахеометрическая съёмка, выполняемая электронным тахеометром, является наиболее быстрой и точной, но требует значительных материальных вложений. Съёмка также выполняется на базе созданного теодолитного либо тахеометрического хода (см. раздел выше).

Выполнение работ разными приборами имеет ряд особенностей.

Таблица 5

Геодезические приборы, применяемые при тахеометрической съёмке

<b>Параметр сравнения</b>	<b>2Т30П</b>	<b>Электронный теодолит Vega</b>	<b>Электронный тахеометр Sokkia</b>
<i>Наведение</i>	Визуально	Визуально	Визуально
<i>Взятие отсчёта, вертикального и горизонтального угла</i>	Отсчёт визуально, при помощи оптического микроскопа	Отсчёт берётся автоматически, показывается на дисплее	Отсчёт берётся автоматически, показывается на дисплее
<i>Установка прибора, центрирование</i>	При помощи отвеса	Лазерный отвес	Оптический отвес
<i>Запись отсчёта</i>	В журнал	В журнал	В память прибора
<i>Произведение расчётов хода, невязок</i>	Камеральная обработка	Камеральная обработка	Возможно на месте при помощи встроенной ЭВМ
<i>Измерение расстояний</i>	Оптический дальномер	Оптический дальномер	Светодальномер
<i>Максимальное измеренное расстояние</i>	600 м на 3х метровую рейку	600 м на 3х метровую рейку	До 5 км
<i>Точность измерений расстояний</i>	10-20 см при измерении до 50 м	10-20 см при измерении до 50 м	± 2 мм при измерении до 50 м
<i>Точность измерения углов</i>	30"	5-20"	5-10"
<i>Стоимость</i>	≈ 45 тыс. руб.	≈ 40-50 тыс. руб.	≈ 200-400 тыс. руб.

Последовательность действий при тахеометрической съёмке электронным тахеометром Sokkia:

1. Установить прибор на точку теодолитного или тахеометрического хода. Центрируем прибор на закрепленной точке хода при помощи оптического отвеса. Затем горизонтируем прибор подъёмными винтами, так чтобы пузырек круглого и цилиндрического уровней был в нуль-пункте.

2. Включаем прибор и производим установки. Измеряем высоту прибора и записываем её в память электронного тахеометра. Ориентируем прибор на предыдущую станцию теодолитного хода. Задаем название рабочей станции и станции ориентирования в компьютер тахеометра. Съёмочным точкам названия будут присваиваться автоматически.

3. Производится горизонтальная съёмка ситуации. Съёмка отражательным методом производится бригадой из двух человек, инженера-топографа и рабочего-топографа. Рабочий поочередно встает на точки съёмки с отражателем. Инженер находится за прибором – наводит трубу на отражатель и производит запись результатов измерений углов и расстояний в память электронного тахеометра, а также ведет абрис. Каждое измерение углов и расстояний на точку отображается на дисплее тахеометра (рис. 7).



Рис. 7. Дисплей электронного тахеометра Sokkia

4. При завершении съёмки, результаты измерений с электронного тахеометра переносим на компьютер, при помощи кабеля или флеш-карты. Обработка результатов, уравнивание хода, создание ведомостей тахеометрического хода выполняются в специальной геодезической программе (CREDO\_DAT, MAPSUITE, Sokkia Link).

Далее уравненный ход и все точки съёмки экспортируются в программу графической обработки (AutoCad, MapInfo, ArcView). Топографический план вычерчивается в электронном виде и при необходимости распечатывается.

Отчёт по выполненной работе должен содержать:

- ведомость вычисления прямоугольных координат вершин хода;
- ведомость вычисления отметок точек теодолитно-высотного хода;
- журнал тахеометрической съёмки;
- абрис;
- вычерченный в выбранном масштабе план с нанесёнными горизонталями.

## Контрольные вопросы

1. Каковы особенности создания теодолитно-тахеометрического хода в качестве обоснования для съёмки?
2. Какие приборы используют при тахеометрической съёмке?
3. Какие основные измерения выполняются на местности при создании теодолитно-тахеометрических ходов?
4. Измерение углов в теодолитно-тахеометрических ходах выполняется с точностью  $2t$ , определите точность измерения для теодолитов ТТ30; Т15.
5. Перечислите полевые документы при тахеометрической съёмке.
6. Какие исходные данные необходимы для вычисления прямоугольных координат точек теодолитно-тахеометрического хода?
7. Назовите формулу вычисления теоретической суммы углов: для замкнутого хода и разомкнутого хода.
8. Как определить допустимую угловую невязку?
9. В чем заключается контроль при вычислении дирекционных углов в ведомости прямоугольных координат?
10. По какой формуле вычисляют дирекционный угол последующей стороны для правоизмеренных горизонтальных углов?
11. Назовите формулы перехода от дирекционных углов к румбам.
12. Назовите формулы, по которым вычисляют приращения координат.
13. Как определить знаки приращений координат?
14. Какая невязка допустима при вычислении приращений координат?
15. Общее правило распределения поправок в приращении координат.
16. Что является контролем при вычислении координат станций теодолитного хода?
17. В чем сущность тригонометрического нивелирования?
18. Как рассчитывают предельную допустимую невязку теодолитно-высотного хода?
19. По каким данным выполняем контроль построения станций тахеометрического хода на плане?
20. В чём заключается работа на станции при тахеометрической съёмке?
21. Как называется полевой документ, где изображают ситуацию на участке съёмки?
22. Каким образом изображают рельеф на планах?
23. В чем заключается интерполирование с помощью палетки?
24. В чем особенность автоматизированной тахеометрической съёмки?
25. Какова последовательность действий при тахеометрической съёмке электронным тахеометром Sokkia?

## Приложение 1. Варианты заданий

Вариант № 1; Абрис № 4						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	-	1	39	-	1	42
II	+	2	28	+	2	24
III	-	2	21	-	2	23
IV	+	1	12	+	1	11
V	+	0	43	+	0	44
I						

Дирек. угол IV→V = 303° 43,6'  
Ст. IV (X;Y) = (197,15 ; 574,22)  
Высота ст. IV (Pп) = 132,8 м

Вариант № 2; Абрис № 1						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	1	60	+	1	57
II	-	0	08	-	0	10
III	-	0	48	-	0	50
IV	-	0	14	-	0	11
V	-	1	25	-	1	29
I						

Дирек. угол I→II = 153° 44,5'  
Ст. I (X;Y) = (552,71 ; -619,55)  
Высота ст. I (Pп) = 100,3 м

Вариант № 3; Абрис № 4						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	0	36	+	0	38
II	-	2	21	-	2	24
III	+	0	08	+	0	06
IV	+	1	34	+	1	38
V	+	0	05	+	0	08
I						

Дирек. угол IV→V = 131° 06,2'  
Ст. IV (X;Y) = (-200,93 ; 320,45)  
Высота ст. IV (Pп) = 118,8 м

Вариант № 4; Абрис № 3						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	0	19	+	0	22
II	-	0	32	-	0	36
III	-	0	37	-	0	34
IV	+	2	41	+	2	44
V	-	1	55	-	1	51
I						

Дирек. угол III→IV = 247° 22,6'  
Ст. III (X;Y) = (-422,96 ; 312,14)  
Высота ст. III (Pп) = 108,9 м

Вариант № 5; Абрис № 1						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	0	10	+	0	12
II	-	2	12	-	2	14
III	+	2	32	+	2	33
IV	-	2	05	-	2	07
V	+	1	40	+	1	36
I						

Дирек. угол I→II = 55° 04,6'  
Ст. I (X;Y) = (-430,83 ; -325,15)  
Высота ст. I (Pп) = 111,0 м

Вариант № 6; Абрис № 2						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	1	15	+	1	15
II	+	1	46	+	1	49
III	+	0	05	+	0	03
IV	-	2	50	-	2	48
V	-	0	60	-	1	02
I						

Дирек. угол II→III = 335° 38,9'  
Ст. II (X;Y) = (-332,02 ; -247,82)  
Высота ст. II (Pп) = 112,1 м

Вариант № 7; Абрис № 3						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	0	55	+	0	56
II	+	0	37	+	0	38
III	-	2	35	-	2	33
IV	+	0	46	+	0	45
V	-	0	01	-	0	02
I						

Дирек. угол III→IV = 302° 49,8'  
Ст. III (X;Y) = (-61,65 ; 698,91)  
Высота ст. III (Pп) = 116,8 м

Вариант № 8; Абрис № 5						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	0	34	+	0	33
II	+	2	09	+	2	13
III	+	0	32	+	0	29
IV	-	1	03	-	1	06
V	-	2	42	-	2	38
I						

Дирек. угол V→I = 55° 52,3'  
Ст. V (X;Y) = (755,99 ; 784,98)  
Высота ст. V (Pп) = 104,5 м

Вариант № 9; Абрис № 1						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	-	1	05	-	1	08
II	-	0	16	-	0	18
III	+	0	55	+	0	52
IV	+	0	40	+	0	43
V	+	0	11	+	0	12
I						

Дирек. угол I→II = 214° 24,0'  
Ст. I (X;Y) = (473,18 ; -395,38)  
Высота ст. I (Pп) = 121,0 м

Вариант № 10; Абрис № 5						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	-	1	44	-	1	41
II	+	2	24	+	2	26
III	+	1	45	+	1	42
IV	-	1	51	-	1	47
V	-	0	27	-	0	29
I						

Дирек. угол V→I = 225° 47,4'  
Ст. V (X;Y) = (-87,73 ; 703,96)  
Высота ст. V (Pп) = 116,1 м

Вариант № 11; Абрис № 1						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	-	1	16	-	1	18
II	-	2	07	-	2	11
III	+	0	51	+	0	49
IV	+	1	12	+	1	10
V	+	2	07	+	2	08
I						

Дирек. угол I→II = 58° 34,4'  
Ст. I (X;Y) = (568,17 ; 241,02)  
Высота ст. I (Pп) = 115,6 м

Вариант № 12; Абрис № 2						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	-	1	13	-	1	12
II	-	1	33	-	1	30
III	-	0	06	-	0	05
IV	+	1	12	+	1	08
V	+	2	16	+	2	19
I						

Дирек. угол II→III = 162° 08,3'  
Ст. II (X;Y) = (-599,71 ; -161,05)  
Высота ст. II (Pп) = 103,4 м

Вариант № 13; Абрис № 3						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	1	27	+	1	25
II	+	0	18	+	0	16
III	+	2	25	+	2	30
IV	-	1	45	-	1	49
V	-	3	03	-	3	00
I						

Дирек. угол III→IV = 344° 27,7'  
Ст. III (X;Y) = (318,32 ; -560,27)  
Высота ст. III (Pп) = 107,0 м

Вариант № 14; Абрис № 5						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	1	31	+	1	35
II	-	0	21	-	0	18
III	+	1	57	+	1	58
IV	-	1	32	-	1	28
V	-	2	14	-	2	17
I						

Дирек. угол V→I = 242° 22,3'  
Ст. V (X;Y) = (-494,63 ; -643,94)  
Высота ст. V (Pп) = 105,7 м

Вариант № 15; Абрис № 4						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	1	04	+	1	06
II	+	0	55	+	0	58
III	+	0	19	+	0	17
IV	-	0	35	-	0	32
V	-	2	14	-	2	12
I						

Дирек. угол IV→V = 93° 12,6'  
Ст. IV (X;Y) = (611,03 ; -211,49)  
Высота ст. IV (Pп) = 101,5 м

Вариант № 16; Абрис № 2						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	+	0	04	+	0	06
II	+	0	48	+	0	47
III	-	0	18	-	0	20
IV	-	2	30	-	2	33
V	+	1	46	+	1	44
I						

Дирек. угол II→III = 197° 07,7'  
Ст. II (X;Y) = (-610,99 ; 476,23)  
Высота ст. II (Pп) = 120,0 м

Вариант № 17; Абрис № 1						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	-	0	59	-	1	02
II	+	0	40	+	0	37
III	+	1	17	+	1	12
IV	-	1	13	-	1	11
V	+	0	33	+	0	32
I						

Дирек. угол I→II = 144° 13,7'  
Ст. I (X;Y) = (-362,29 ; 202,98)  
Высота ст. I (Pп) = 121,0 м

Вариант № 18; Абрис № 3						
№ ст.	Угол наклона					
	прямо			обратно		
	±	°	'	±	°	'
I	-	2	05	-	2	03
II	-	0	44	-	0	41
III	-	2	11	-	2	14
IV	+	1	17	+	1	21
V	+	4	32	+	4	31
I						

Дирек. угол III→IV = 269° 44,7'  
Ст. III (X;Y) = (165,51 ; 397,58)  
Высота ст. III (Pп) = 105,1 м

## Приложение 2. Варианты тахеометрических журналов

### Журнал тахеометрической съёмки 5-1

**Станция V, ориентировка на станцию I при КЛ, MO = 3', i = 1,58 м, H ст. =**

№ точки	наблюдения	Высота наведения, v	Отчёты по рейке (мм)			Отчёты			Угол наклона, v		Расстояние, (м)	Превы- шение, h (м)	Высота, H (м)	Примечание
			нижний (по НН)	верхний (по ВН)	разность $\ell$	по ГК, $\beta$		по ВК	°	'				
						°	'							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
ст. I					0	00				125,3				
1	i	1808	1353		14	25	4	30	+ 4	27		3,52	ось грунт. дороги	
2	i	1742	1419		314	30	5	06	+ 5	03		2,83	ось просел. дороги	
3	i	1954	1206		339	10	0	20	+ 0	17		0,37	луг	
4	i	2060	1100		348	00	1	24	+ 1	21		2,26	луг	
5	i	1935	1225		353	05	359	47	- 0	16		-0,33	луг	
6	i	1800	1361		356	50	359	30	- 0	33		-0,42	контур вала	
7	i	1701	1460		7	10	359	00	- 1	03		-0,44	контур вала	
8	i	1675	1485		39	15	6	40	+ 6	37		2,17	ось грунт. дороги	
9	i	1819	1342		26	00	359	00	- 1	03		-0,87	луг	
10	i	1945	1215		11	35	2	00	+ 1	57		2,48	ось грунт. дороги	
11	i	1980	1180		26	20	359	00	- 1	03		-1,47	стб. дер. ЛЭП 0,4кВ	
12	i	2105	1055		13	40	1	00	+ 0	57		1,74	ось грунт. дороги	
ст. I					0	00								
										125,3				



Журнал тахеометрической съёмки 1-2

Станция I, ориентировка на станцию II при КЛ,  $M_0 = 3'$ ,  $i = 1,57$  м,  $H_{ст.} =$

№ точки	Высота наводения, $v$	Отсчёты по рейке (мм)			Отсчёты			Угол наклона, $\nu$		Расстояние, ( $\Sigma$ )	Превы- шение, $h$ (м)	Высота, $H$ (м)	Примечание	
		нижний (по НН)	верхний (по ВН)	разность $\ell$	по ГК, $\beta$		по ВК		°					'
					°	'	°	'						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
ст. II					0	00				165,8				
22	$i$	1735	1405		107	00	357	19	2	44		луг		
23	$i$	1795	1345		80	00	356	46	3	17		ось дороги		
24	$i$	1800	1340		39	20	357	38	2	25		ось дороги		
25	$i$	1880	1260		23	40	357	49	2	14		ось дороги		
26	$i$	2020	1120		20	00	358	36	1	27		ось дороги		
27	$i$	1970	1170		36	50	358	22	1	41		угол конюшни		
28	$i$	1875	1265		50	00	357	49	2	14		угол конюшни		
29	$i$	1855	1285		60	20	357	37	2	26		столб дер. 0,4кв		
30	$i$	1950	1190		14	20	358	50	1	13		столб дер. 0,4кв		
31	$i$	1975	1165		10	20	358	31	1	32		угол котельной		
32	$i$	1975	1165		4	30	358	31	1	32		угол котельной		
33	$i$	1845	1295		5	50	358	42	1	21		луг		
34	2,80	2950	2650		13	30	0	00	0	03		луг		
ст. II					0	00						165,8		

## Журнал тахеометрической съёмки 2-3

Станция II, ориентировка на станцию III при КЛ,  $MO = 3'$ ,  $i = 1,65$  м,  $H$  ст. =

№ точки	Высота наведения, $z$	Отсчёты по рейке (мм)		Отчёты			Угол наклона, $\nu$		Расстояние, ( $\Sigma$ )	Превы- шение, $h$ (м)	Высота, $H$ (м)	Примечание
		нижний (по НН)	верхний (по ВН)	разность $\ell$	по ГК, $\beta$	по ВК	°	'				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ст. III					0	00			139,2			
35	0,64	0880	0400		92	30	00	- 0	03	0,97		луг
36	1,22	1305	1135		91	40	00	- 0	03	0,42		контур пашня/луг
37	2,53	2690	2370		20	20	00	- 0	03	-0,91		контур пашня/луг
38	1,32	1605	1035		61	10	00	- 0	03	0,28		луг
39	1,55	1910	1190		54	50	00	- 0	03	0,04		ось грунт. дороги
40	2,50	2815	2185		34	40	00	- 0	03	-0,90		ось грунт. дороги
41	$i$	1950	1350		0	00	359	06	57	-0,99		ось грунт. дороги
42	$i$	2035	1265		325	00	359	53	10	-0,22		ось просел. дороги
43	1,60	1840	1360		317	10	00	- 0	03	0,01		пашня
44	1,32	1490	1150		288	20	00	- 0	03	0,30		пашня
45	$i$	2050	1250		20	20	359	27	36	-0,84		угол телятника
46	$i$	2050	1250		28	30	359	10	53	-1,23		кол. теплотрассы
47	$i$	2085	1215		34	05	359	08	55	-1,39		стб.дер ЛЭП 0,4кВ
48	$i$	2140	1160		37	00	0	34	31	0,88		угол забора
49	1,40	1910	0890		51	20	00	- 0	03	0,16		кол. теплотрассы
50	1,55	1980	1120		63	20	00	- 0	03	0,02		угол конюшни
51	1,50	2070	0930		75	10	00	- 0	03	0,05		угол конюшни
ст. III					0	00						
									139,2			

Журнал тахеометрической съёмки 3-4

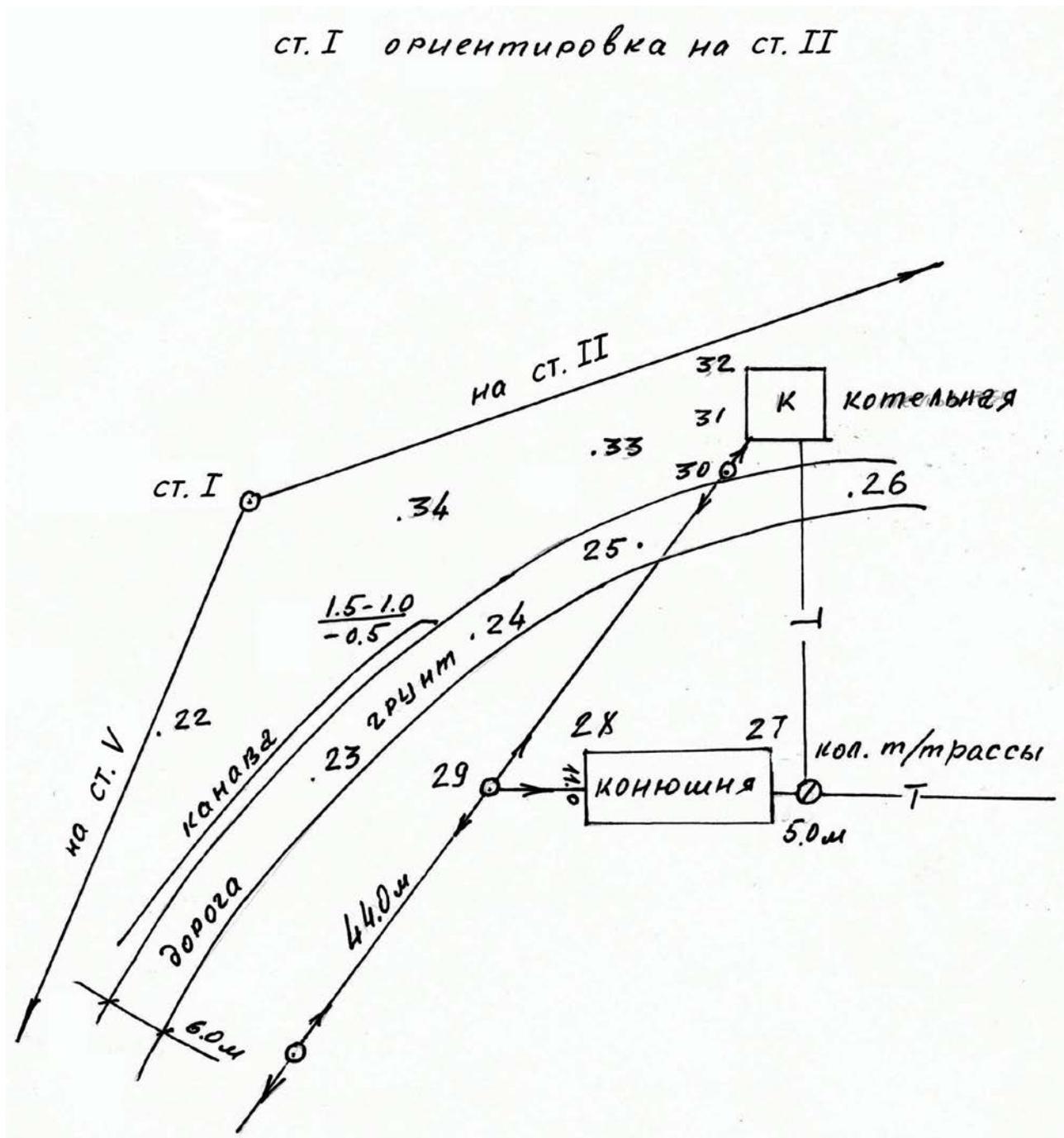
Станция III, ориентировка на станцию IV при КЛ, MO = 3', i = 1,50 м, Н ст. =

№ точки	Высота наведения, v	Отсчёты по рейке (мм)			Отсчёты			Угол наклона, v		Расстояние, (м)	Превы- шение, h (м)	Высота, H (м)	Примечание	
		нижний (по НН)	верхний (по ВН)	разность $\ell$	по ГК, $\beta$		по ВК		°					'
					°	'	°	'						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
ст. IV					0	00				127,3				
50	1,95	2100	1800		140	10	0	00	- 0	03		124,12	пашня	
51	2,36	2620	2100		132	00	0	00	- 0	03		123,69	пашня	
52	1,57	1930	1210		132	20	0	00	- 0	03		124,47	пашня	
53	1,82	2040	1600		114	10	0	00	- 0	03		124,24	пашня	
54	1,02	1245	0795		80	20	0	00	- 0	03		125,04	контур пашни	
55	i	1705	1295		51	10	1	52	+ 1	49		125,90	угол телятника	
56	i	1735	1265		41	00	1	38	+ 1	35		125,90	угол телятника	
57	i	1840	1160		35	20	1	19	+ 1	16		126,10	угол забора	
58	0,16	0370	-0050		11	50	0	00	- 0	03		125,90	луг (выгон)	
59	0,50	0628	0372		326	30	0	30	+ 0	27		125,80	угол забора	
60	1,50	1732	1269		208	42	0	00	- 0	03		124,56	пашня	
61	1,66	1818	1503		240	40	0	36	+ 0	33		124,74	пашня	
62	0,50	0725	0276		288	50	0	00	- 0	03		125,56	контур пашни	
63	i	1792	1208		336	20	1	30	+ 1	27		126,08	луг (выгон)	
64	i	1858	1143		355	30	1	00	+ 0	57		125,79	угол забора	
ст. IV					0	00						127,3		

### Приложение 3. Варианты абрисов

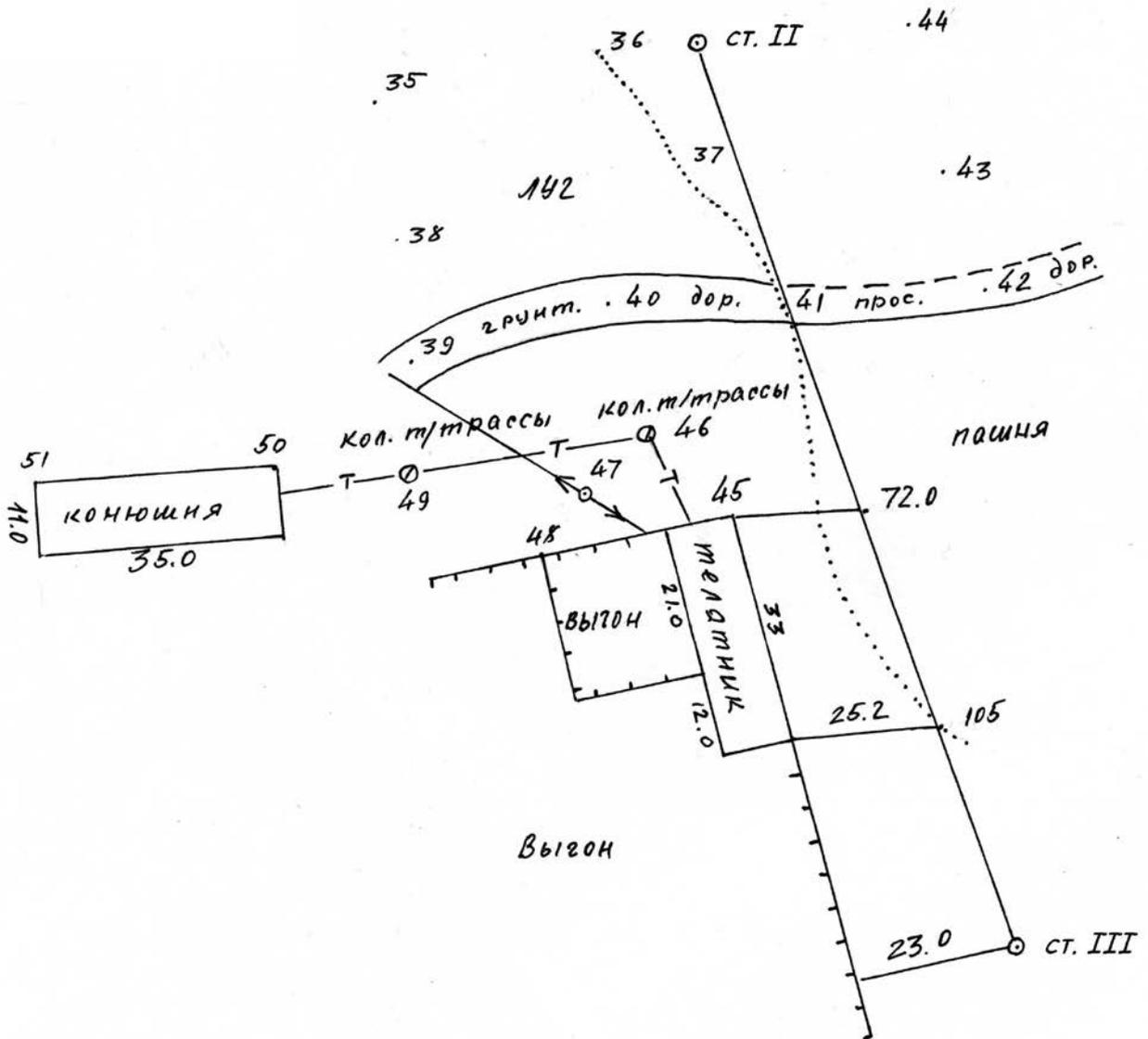
#### Абрис № 1

ст. I ориентировка на ст. II



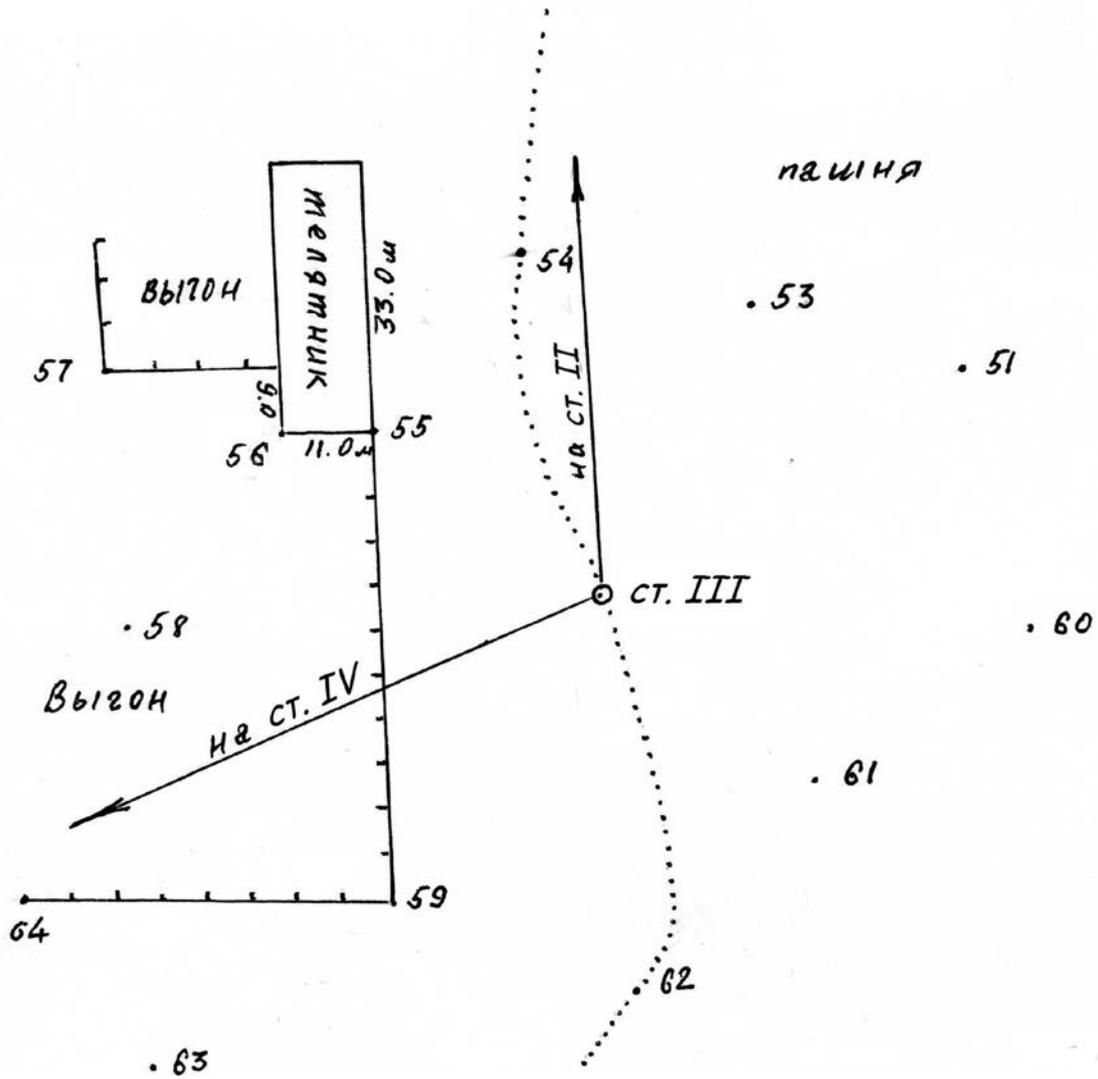
# Абрис № 2

ст. II ориентировка на ст. III



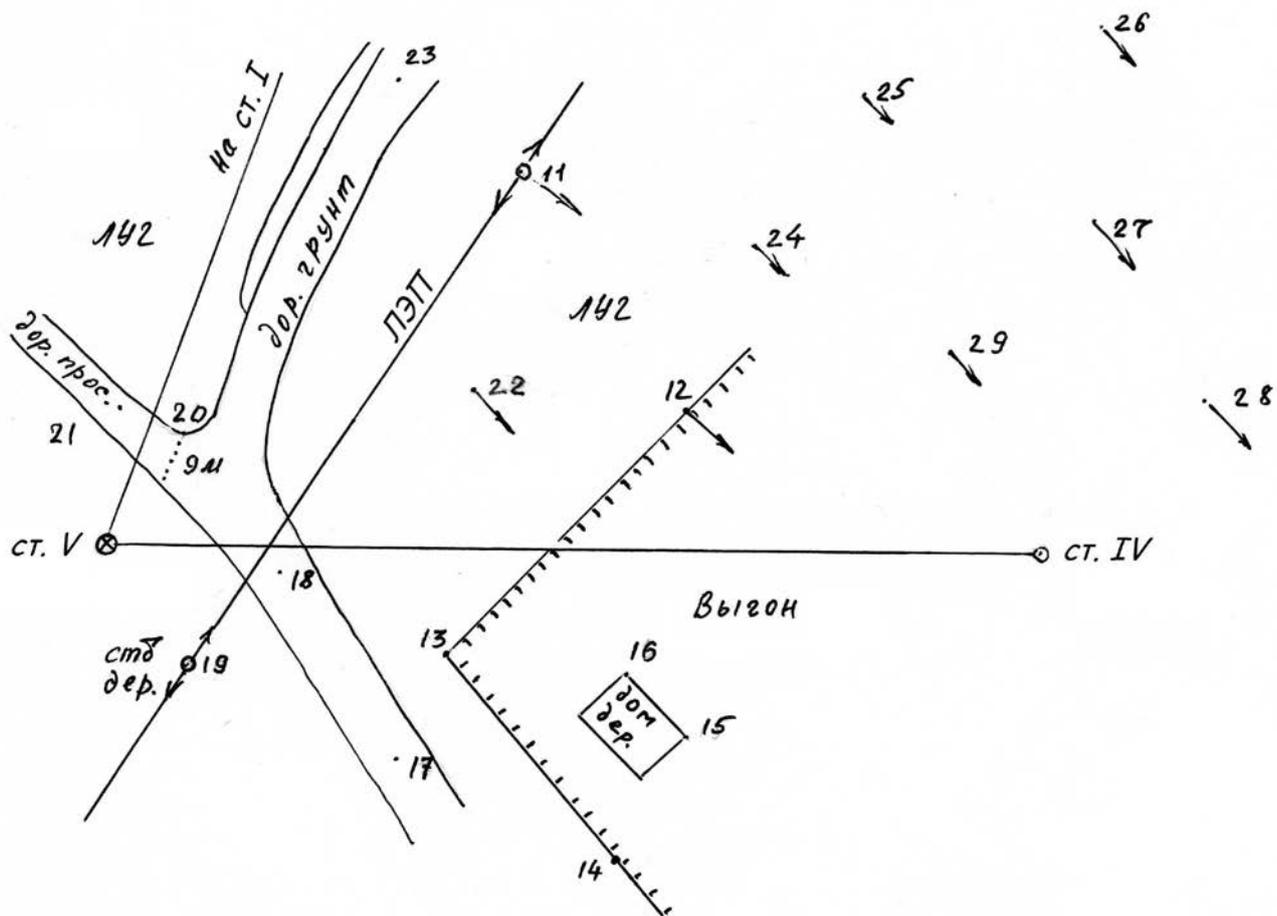
Абрис № 3

ст. III ориентировка на ст. IV



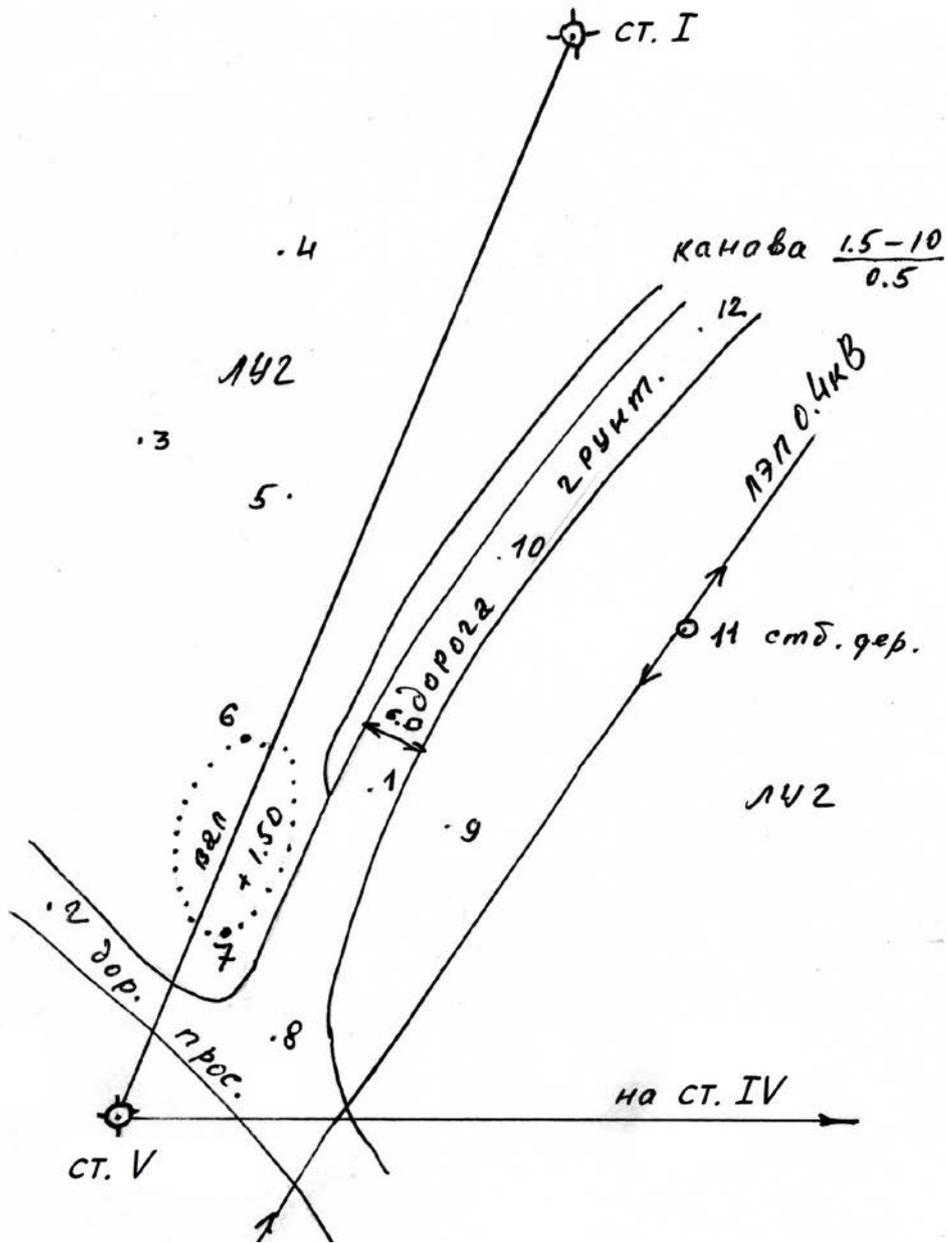
Абрис № 4

ст. IV ориентировка на ст. V



Абрис № 5

ст. V ориентировка на ст. I



## Условные знаки для планов масштабов 1:500, 1:1000

	контуры растительности, грунтов и др.		пересечение координатных линий
	луговая растительность		репер грунтовой 18 - номер знака 374,88 - отметка центра 375,3 - отметка земли
	заболоченная луговая растительность		точки съёмочных плановых сетей
	заросли кустарников		здания: 2 - двухэтажное К - каменное Ж - жилое Н - неогнестойкое
	лес хвойный		строения: гар. - гараж сар. - сарай
	лес лиственный		грунтовые дороги: - просёлочные, - полевые и лесные
	лес смешанный		дороги с твёрдым покрытием
	редколесье		тропы: - выючные, - пешеходные
	вырубка		подземные кабели: - низкого напряжения - высокого напряжения
	бурелом		ЛЭП на столбах: - низкого напряжения - высокого напряжения
	пашня		подземные трубопроводы: В - вода Т - теплофикация Г - газ Н - нефть
	заборы деревянные		
	ограды металлические высотой более 1 м		

## Библиографический список

1. Федотов, Г. А. Инженерная геодезия : учебник для вузов / Г. А. Федотов. – Изд. 5-е, стер. – Москва : Высш. шк. , 2009 . – 462 с.
2. Неумывакин, Ю. К. Практикум по геодезии : учебник для вузов / Ю. К. Неумывакин. – 5-е изд., стер. – Москва : Академия, 2008. – 478 с.
3. Геодезия: обработка материалов полевого трассирования. Проектирование трассы автомобильной дороги : метод. указания для выполнения лабораторных и расчётно-графических работ: ИСФ, ФЭ: направления 072200.62, 120700.62, 270100.62, 270800.62, 280100.62, 280700.62 / сост. Е. М. Румянцева, Ю. П. Попов. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 39 с.
4. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 / Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. – Москва : Недра, 1982. – 160 с.
5. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 : утв. ГУГК при Совете Министров СССР 25 нояб. 1986 г. / Роскартография. – Москва : Картгеоцентр, 2005. – 284 с.
6. Геодезические инструменты. Sokkia. Серия 10. Руководство по эксплуатации. – Токуо : Sokkia CO., LTD. – 180 с.
7. CREDO\_DAT. Камеральная обработка инженерно-геодезических работ. Книга 2. – Минск : Научно-производственная компания "Кредо-диалог". – 33 с.
8. Попов, Ю. П. Учебные материалы для студентов [Электронный ресурс] : сайт / Ю. П. Попов. – Режим доступа : <https://code.google.com/p/prxq>

---

Подписано в печать 5.03.2015. Усл. печ. л. 2,25. Тираж 20 экз.

Печать офсетная. Бумага офисная. Заказ №

---

Отпечатано: РИО ВоГУ, г. Вологда, ул. Орлова, 6