



П.А. Коковин
Д.А. Лукин

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО ГЕОДЕЗИИ

1 КУРС

Екатеринбург
2016

Электронный архив УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра землеустройства и кадастров

П.А. Коковин
Д.А. Лукин

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО ГЕОДЕЗИИ

1 КУРС

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по направлению «Землеустройство и кадастры»
дневной формы обучения

Екатеринбург
2016

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛП.
Протокол № 1 от 07 сентября 2015 г.

Рецензент – канд. с.-х. наук, старший преподаватель кафедры ЛТиЛУ
Низмутдинов Н.Ф.

Редактор Е.А. Назаренко
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упова

Подписано в печать 16.02.16		Поз. 46
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 2,56	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

1. ПОЛУЧЕНИЕ ЗАДАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕКОГНОСЦИРОВКА И ЗАКЛАДКА ПУНКТОВ СЪЁМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

Задание на учебную практику по геодезии выдаёт руководитель практики. В этом задании указываются состав бригады, задачи и продолжительность практики, обеспеченность участка работ топографо-геодезическими материалами, виды и объёмы работ, приборы и оборудование, необходимые для выполнения работ, последовательность выполнения работ, перечень представляемых к отчёту материалов, формы контроля работы.

Задачами учебной практики по геодезии являются создание съёмочного обоснования для топографической съёмки участка местности в масштабе 1:1000; выполнение тахеометрической съёмки в заданном масштабе с сечением рельефа 1 м или 0,5 м в зависимости от особенностей местности.

Съёмочное обоснование, как правило, создаётся в виде теодолитного хода, по пунктам которого прокладывается ход технического нивелирования.

Проектирование теодолитного хода следует выполнять на фотоплане масштаба 1:5000. Расстояние между пунктами следует выбирать от 80 м до 150 м (по Инструкции – от 40 м до 350 м); общее число пунктов должно быть больше числа обучающихся в бригаде. Форма хода может быть любой (стандартный разомкнутый ход – рис. 1,а, стандартный замкнутый ход – рис. 1,б), но лучше выбрать замкнутый ход с двумя исходными пунктами внутри хода (рис. 1,в), в котором примычной угол можно не измерять.

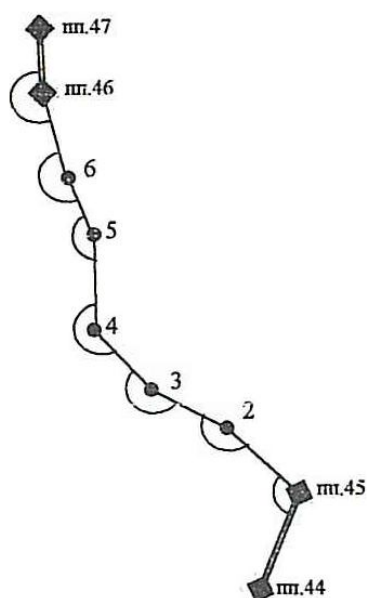


Рис. 1,а. Схема разомкнутого хода

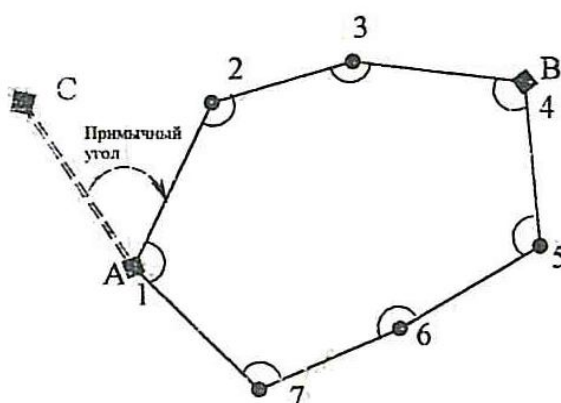


Рис. 1,б. Схема стандартного замкнутого хода

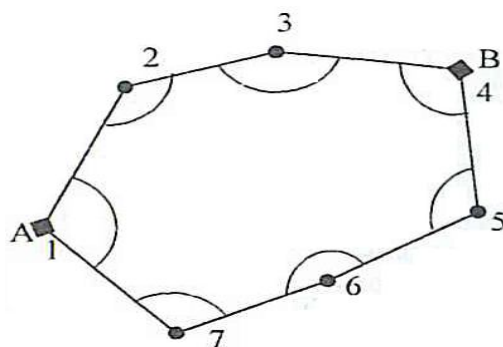


Рис. 1,в. Схема замкнутого хода с двумя исходными пунктами

Если участок съёмки небольшой, проектирование теодолитного хода можно выполнить непосредственно на местности.

В процессе рекогносцировки нужно наметить местоположение пунктов и убедиться во взаимной видимости между соседними пунктами. Для этого нужно встать двум обучающимся на два соседних пункта и обоим присесть на корточки; если они в таком положении видят друг друга, пункты можно закреплять. Место закладки пункта должно быть удобным для установки штатива теодолита и обеспечивать хороший обзор для съёмки в радиусе 60–100 м. За центр пункта удобно принять шляпку гвоздя длиной 40 мм, вбитого полностью в деревянный кольшечек длиной около 10–15 см; кольшечек забивается в землю так, чтобы над землёй осталось не более 1 см его длины (рис. 2). На расстоянии 20–30 см от кольшечка делается окопка глубиной около 5 см в форме угла, треугольника, прямоугольника. В один из углов окопки забивается опознавательный кол; высота кола над поверхностью земли должна быть около 20 см; на одной из граней кола нужно подписать простым карандашом номер пункта, номер бригады и группы; например, п. 3 – бр. 2 – ГК-11.

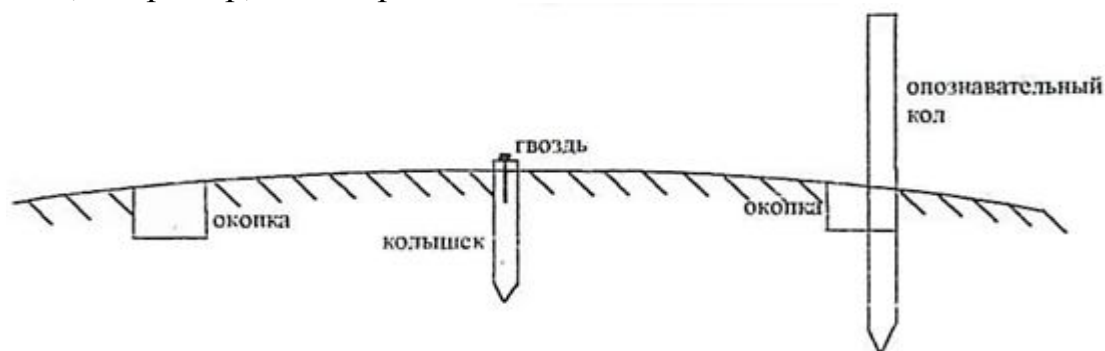


Рис. 2. Закрепление пункта теодолитного хода

Если пункт располагается на асфальтовом покрытии, то его можно закрепить забитым в асфальт металлическим костылём, которым обычно крепятся рельсы к шпалам.

Возможны и другие варианты закладки и внешнего оформления пунктов теодолитного хода.

2. ПОВЕРКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

2.1. Поверки теодолитов

Для измерения горизонтальных и вертикальных углов можно применять теодолиты 2Т30, 2Т30П, 4Т30П, Т15, 2Т5К, 3Т5К и им равноценные. Буква «П» в шифре теодолита означает, что его зрительная труба даёт прямое изображение; буква «К», – что вместо уровня при алидаде вертикального круга используется компенсатор малых углов наклона.

Поверки выполняют для того, чтобы убедиться в выполнении условий взаимного расположения геометрических осей теодолита и в случае нарушения этих условий исправить положение той или иной оси.

Перед выполнением поверок нужно изучить расположение зажимных и наводящих винтов и научиться пользоваться ими по назначению.

Прежде всего нужно установить теодолит на штативе в защищённом от прямых солнечных лучей месте и выполнить горизонтирование теодолита, то есть привести ось вращения алидады в вертикальное положение; для этого нужно выполнить следующие операции:

- вращая алидаду, установить уровень при алидаде горизонтального круга параллельно линии, соединяющей два подъёмных винта, и, вращая эти два винта в противоположные стороны, привести пузырёк уровня в нульпункт;

- повернуть алидаду на 90° то есть, установить уровень по направлению третьего подъёмного винта; вращая этот винт, привести пузырёк уровня в нульпункт.

При наведении зрительной трубы на визирную цель (например, на вешку) следует, вращая алидаду и трубу, навести на вешку белый крест в окуляре визира и, придерживая одной рукой алидаду, осторожно завернуть её зажимной винт. Затем, придерживая одной рукой зрительную трубу, другой рукой завернуть зажимной винт трубы. После этого, глядя в окуляр трубы, нужно отфокусировать изображение вешки и, вращая наводящие винты алидады и трубы, установить изображение вешки в центре сетки нитей. Для ослабления ошибки из-за наклона вешки крест сетки нитей нужно наводить на самую нижнюю видимую часть вешки (рис. 3).

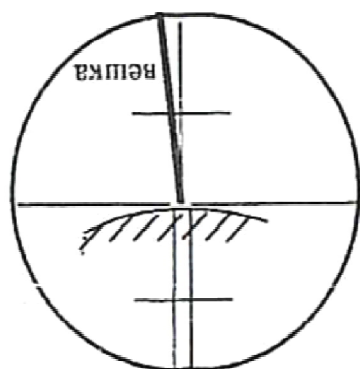


Рис. 3. Правильное наведение зрительной трубы на вешку

Большое значение при измерении углов имеет умение правильно отсчитывать по лимбам теодолитов с помощью штрихового (Т30) и шкалового (2Т30, Т15 и Т5) микроскопов. Такое умение основывается на знании устройства отсчётных приспособлений теодолитов и внимательном и аккуратном отношении к процессу отсчитывания.

Некоторые характеристики теодолитов Т30, 2Т30 и Т15 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Общие характеристики теодолитов

Наименование характеристик	Марки теодолитов		
	Т30	2Т30	Т15
Цена деления лимба	10'	1°	1°
Отчётное приспособление	штриховой микроскоп	шкаловой микроскоп	шкаловой микроскоп
Длина шкалы отчётного приспособления	-	1°	1°
Количество делений в шкале	-	12	60
Цена деления шкалы	-	5'	1'
Точность отсчитывания	1	0,5'	0,1'

Отсчитывание по лимбу с помощью штрихового микроскопа теодолита Т30: в окуляре микроскопа (расположенном рядом с окуляром трубы) найти отсчётный индекс (штрих с горизонтальной подсечкой) и взять по шкале лимба отсчёт, соответствующий положению отсчётного индекса (рис. 4 – отсчёт – по горизонтальному кругу $135^{\circ} 12'$, по вертикальному кругу $356^{\circ} 36'$).

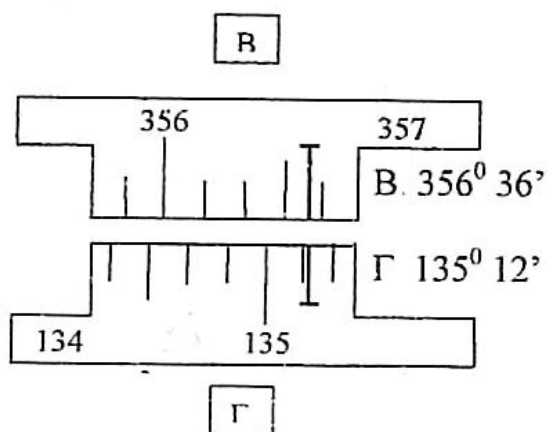


Рис. 4. Поле зрения микроскопа теодолита Т30

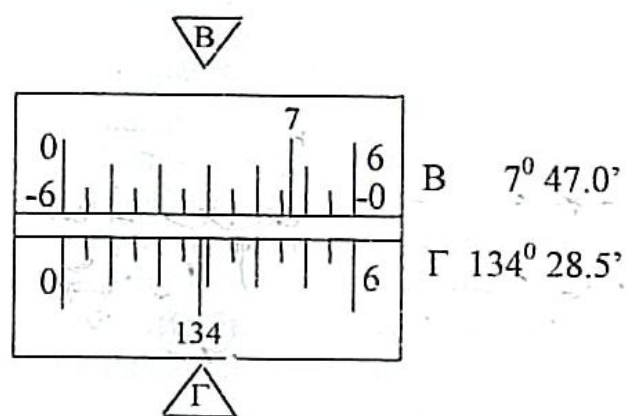


Рис. 5. Поле зрения микроскопа теодолита 2Т30

Отсчитывание по лимбу с помощью шкалового микроскопа теодолита 2Т30: зафиксировать штрих градусного деления лимба внутри шкалы микроскопа (между цифрами 0 и 6) – это будут градусы отсчёта; по положению этого штриха взять отсчёт по шкале микроскопа с точностью до

полминуты (рис. 5 – отсчёт по горизонтальному кругу $134^{\circ} 28,5'$, по вертикальному кругу $7^{\circ} 47,0'$). Следует помнить, что шкала микроскопа вертикального круга имеет двойную оцифровку. Если у градусного деления вертикального лимба нет знака, для отсчёта по шкале микроскопа используется положительная оцифровка; если у градусного деления есть знак «минус», то для отсчёта по шкале используется отрицательная оцифровка.

1. *Проверка уровня.* Ось уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения алидады. Эта проверка включает следующие операции:

- вращая алидаду, установить уровень параллельно линии, соединяющей два подъёмных винта; вращая эти винты в противоположные стороны, привести пузырёк в нульпункт;

- повернуть алидаду точно на 180° ; сосчитать количество делений n , на которые пузырёк уровня отклонился от нульпункта;

- вращая эти же два подъёмных винта, сместить пузырёк уровня в сторону нульпункта на $n/2$ делений;

- вращая исправительные винты уровня, привести пузырёк в нульпункт.

Если после поворота алидады на 180° пузырёк уровня уходит за пределы шкалы, то отклонение пузырька следует измерять в оборотах подъёмных винтов и исправлять уровень методом последовательных приближений; кроме того, в этом случае можно применить способ Г.Ф. Лысова

Порядок проверки уровня по способу Г.Ф. Лысова:

- вращая один (любой) подъёмный винт, наклонить теодолит на $1-2^{\circ}$ (около двух полных оборотов винта);

- осторожно вращая алидаду, найти такое её положение, когда пузырёк уровня будет точно в нульпункте (пользоваться наводящим винтом алидады!); взять отсчёт N_1 по горизонтальному кругу;

- осторожно вращая алидаду, найти второе её положение, когда пузырёк уровня будет точно в нульпункте (пользоваться наводящим винтом алидады!); взять отсчёт N_2 по горизонтальному кругу;

- вычислить установочный отсчёт $N = \frac{1}{2}(N_1 + N_2) \pm 90^{\circ}$ и установить его на горизонтальном круге;

- исправительными винтами уровня привести пузырёк уровня в нульпункт.

После исправления уровня нужно заново привести ось вращения алидады в вертикальное положение (выполнить горизонтирование теодолита).

2. *Проверка коллимационной ошибки.* Визирная ось трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы. Для выполнения этой проверки необходимо выполнить следующие операции:

- навести зрительную трубу при КЛ на хорошо видимую точку вблизи горизонта, взять отсчёт по горизонтальному кругу N_L ;

- перевести трубу через зенит и, вращая алидаду, навести трубу при КП на эту же точку, взять отсчёт по горизонтальному кругу N_R ;

- вычислить двойную коллимационную ошибку по формуле

$$2C = N_L - (N_R \pm 180^\circ)$$

Пример: $N_L = 23^\circ 14,5'$; $N_R = 203^\circ 16,0'$; $-1,5'$.

Если величина $2C$ превышает $5'$, то выполняются следующие операции:

- вычислить правильный отсчёт при КП $N'_R = N_R + C$;

- вращая алидаду микрометренным винтом, установить этот отсчёт на лимбе горизонтального круга – в поле зрения трубы точка сместится с вертикальной нити;

- отвернуть защитный чехол на окуляре зрительной трубы и обеспечить доступ к исправительным винтам сетки нитей;

- ослабить вертикальные исправительные винты и, вращая горизонтальные винты, навести вертикальную нить на точку; зажать все исправительные винты;

- повторить определение коллимационной ошибки.

3. *Проверка сетки нитей.* Вертикальная нить сетки нитей должна быть параллельна оси вращения алидады. Для выполнения проверки нужно выполнить следующие операции:

- вращая алидаду, навести зрительную трубу на хорошо видимую точку;

- наводящим винтом трубы плавно смещать трубу по высоте сначала вниз, потом вверх; если изображение точки не отклоняется от вертикальной нити, условие выполнено; если изображение точки отклоняется от вертикальной нити, то при измерении углов следует всегда наводить трубу на визирную цель так, чтобы цель была в центре поля зрения трубы.

4. *Проверка места нуля.* При горизонтальном положении визирной оси зрительной трубы и пузырька уровня при вертикальном круге в нульпункте (для теодолитов Т15 и Т5) отсчёт по вертикальному кругу должен быть равен нулю. Для выполнения проверки места нуля выполняют следующие операции:

- навести зрительную трубу на точку при КЛ;

- с помощью микрометренного винта алидады вертикального круга привести пузырёк уровня при вертикальном круге в нульпункт, взять отсчёт по вертикальному кругу V_L ;

- перевести трубу через зенит и навести трубу на эту же точку при КП;

- привести пузырёк уровня в нульпункт, взять отсчёт по вертикальному кругу V_R ;

- вычислить место нуля; для теодолитов 2Т30 и Т15 по формуле $MO = \frac{1}{2}(V_L + V_R)$; для теодолита Т30 по формуле $MO = \frac{1}{2}[V_L + (V_R - 180^\circ)]$.

Пример: теодолит 2Т30; $V_L = 7^\circ 14'$; $V_R = -54^\circ 12'$; $MO = +1,0'$.

У теодолитов Т30 и 2Т30 нет уровня при вертикальном круге, поэтому место нуля у них определяется после тщательной установки оси вращения алидады в вертикальное положение.

Место нуля вертикального круга можно не исправлять, но нужно регулярно его определять и следить за тем, чтобы в течение дня значение места нуля было примерно постоянным.

5. *Проверка оптического центрира.* Эта проверка производится у теодолитов Т15 и Т5. Для этого нужно сначала установить штатив примерно над центром пункта так, чтобы площадка головки штатива была горизонтальна. Затем следует тщательно привести ось вращения алидады в вертикальное положение и, глядя в окуляр оптического центрира и смещая теодолит по площадке, ввести центр пункта в малый круг поля зрения центрира. После этого повернуть алидаду точно на 180° и посмотреть в окуляр оптического центрира, не вышел ли центр пункта из малого круга. Если смещение центра пункта большое (за пределы малого круга), то теодолит следует сдать в ремонт или попытаться отъюстировать оптический центрир в присутствии преподавателя.

2.2. Проверки и исследования мерной ленты (рулетки)

1. *Внешний осмотр* – убедиться в отсутствии поломок в разных местах ленты, особенно в начале и в конце, и в отсутствии сильных перегибов; в случае наличия заклёпок проверить непрерывность шкалы ленты.

2. *Определение постоянной поправки Δl*

$$\Delta l = L_{\phi} - L_0,$$

где L_{ϕ} – фактическая длина ленты;

L_0 – проектная длина ленты (подписана на корпусе ленте).

Поправка Δl определяется путём измерения базиса с известной длиной D_0

$$\Delta l = \frac{D_0 - D_l}{n + \frac{r}{L_0}},$$

где n – количество целых уложений ленты в длине базиса;

r – домер (остаток); $D_l = n \cdot L_0 + r$.

Пример 1: $L_0 = 20,00$ м; $D_0 = 19,941$ м; $n = 0$; $r = D_l = 19,92$ м.

$\Delta l = +0,021$ м; $L_{\phi} = 20,021$ м.

Пример 2: $L_0 = 20,00$ м; $D_0 = 74,473$ м; $n = 3$; $r = 14,51$ м.

$D_l = 74,51$ м; $\Delta l = -0,010$ м; $L_{\phi} = 19,990$ м.

Значения L_{ϕ} и Δl следует округлять до 0,001 м (до миллиметров).

Иногда поправку и фактическую длину L_{ϕ} рабочей ленты определяют, сравнивая её длину с длиной другой мерной ленты или рулетки, длина

которой известна; то есть функцию базиса выполняет мерная лента (рулетка) с известной длиной.

Определение поправки Δl называется компарированием ленты (рулетки), а место фиксации базиса D_0 – компаратором. Фактическая длина ленты L_ϕ принимается равной $L_\phi = L_0 + \Delta l$.

2.3. Поверки и исследования нивелира и реек

Перед выполнением поверок нивелира необходимо привести его ось вращения в вертикальное положение с помощью подъёмных винтов и установочного круглого уровня. Для этого нужно вращать подъёмные винты в произвольном направлении до тех пор, пока пузырёк уровня установится в центре малого круга.

Нивелирная рейка имеет чёрную шкалу на одной стороне и красную шкалу на другой стороне. Деления оформлены в виде дециметров, разделённых на 10 частей; каждый дециметр подписан двузначным числом, например, 03, 17, 29 – на чёрной стороне и 48, 57, 74 – на красной стороне. Начало каждого дециметра фиксируется тонким горизонтальным штрихом, от которого строится пятисантиметровая фигура в форме буквы «Е»; затем следуют ещё 5 делений: три белых и два окрашенных (рис. 6). В трубе с перевёрнутым изображением деления рейки возрастают сверху вниз.

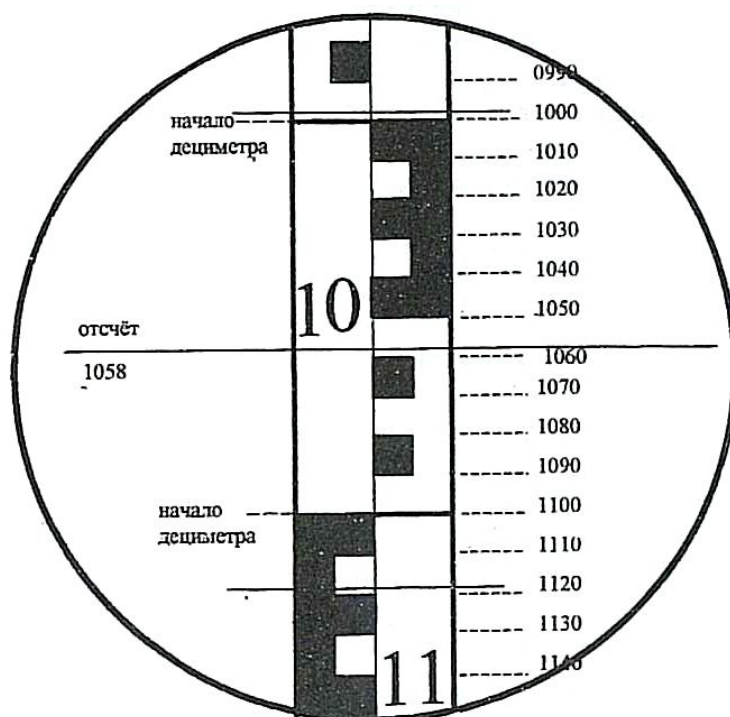


Рис. 6. Изображение рейки в трубе нивелира

Отсчёт по нивелирной рейке берётся в миллиметрах и всегда выражается четырёхзначным числом: первые две цифры – номер дециметра, 3-я цифра – число полных сантиметровых делений от начала дециметра до средней нити, 4-я цифра – десятые доли следующего сантиметрового деления (на рис. 6 отсчёт по центральной нити 1058).

1. *Проверка главного условия нивелира с уровнем при трубе.* Ось цилиндрического уровня и визирная ось трубы должны лежать в параллельных вертикальных плоскостях и быть параллельны.

Проверка первой части главного условия включает следующие операции:

- установить ось вращения нивелира в отвесное положение;
- вращая нивелир по азимуту, установить трубу перпендикулярно линии, соединяющей два подъёмных винта (по направлению третьего подъёмного винта);
- элевационным винтом привести пузырёк уровня в нульпункт;
- вращая два подъёмных винта на 2–3 оборота в противоположных направлениях, наклонить нивелир сначала в одну сторону, затем в другую; если пузырёк уровня остаётся на месте или отклоняется оба раза в одну и ту же сторону, то условие выполнено; если пузырёк отклоняется в разные стороны, то условие нарушено.

Вторая часть проверки выполняется двойным нивелированием вперёд и включает следующие операции:

- на местности забивают два колышка на расстоянии 40–50 метров;
- устанавливают нивелир над первым колышком так, чтобы окуляр трубы находился с колышком на одной отвесной линии; измеряют высоту i_1 центра окуляра над колышком в миллиметрах; на второй колышек вертикально устанавливают рейку;
- наводят трубу на рейку, с помощью элевационного винта устанавливают пузырёк уровня в нульпункт и берут отсчёт по рейке по центральной нити b_1 ;
- меняют местами нивелир и рейку и повторяют измерения – получают i_2 и b_2 ;

- вычисляют величину x по формуле $x = \frac{1}{2}(i_1 + i_2) - \frac{1}{2}(b_1 + b_2)$ и затем – угол непараллельности оси уровня и визирной оси трубы по формуле

$$i = \frac{x_{\text{мм}}}{S_{\text{мм}}} \rho'' ,$$

где $\rho = 206\,265$; по Инструкции угол i не должен превышать $20''$, что на расстоянии 50 м соответствует допуску x в 4 мм.

Пример: $i_1=1440$; $b_1=1172$;

$i_2=1380$; $b_2=1643$;

$i_1+i_2=2820$; $b_1+b_2=2815$; $S = 40 \text{ м}$; $x=+2,5 \text{ мм}$; $i=12''$.

Если угол i превышает $20''$, то следует исправить его, выполнив следующие действия:

- вычислить правильный отсчёт $b_2^0 - b_2 + x$;
- элевационным винтом установить среднюю нить на отчёт по рейке b_2^0 ;
- исправительными винтами уровня при трубе привести пузырёк уровня в нульпункт;
- заново выполнить поверку второй части главного условия.

Исправление уровня, если это необходимо, разрешается только в присутствии преподавателя.

2. *Поверка круглого уровня.* Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира. Для выполнения этой поверки нужно выполнить следующие операции:

- тщательно установить ось вращения нивелира в вертикальное положение с помощью подъёмных винтов, элевационного винта и цилиндрического уровня при трубе;
- исправительными винтами круглого уровня привести его пузырёк в нульпункт.

3. *Поверка сетки нитей.* Горизонтальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира, то есть быть горизонтальной. Эта поверка выполняется так:

- поставить рейку в 30 м от нивелира;
- навести трубу на рейку; установить изображение рейки в центре сетки нитей; элевационным винтом привести пузырёк уровня в нульпункт; взять отсчёт по рейке b_0 ;
- наводящим винтом трубы сместить изображение рейки влево, затем вправо; оба раза взять отсчёты по горизонтальной нити b_l и b_n , соответственно.

Если отсчёты b_l и b_n отличаются от b_0 более чем на 1 мм, сетку нитей нужно развернуть; эту операцию можно выполнять только в присутствии преподавателя. Для исключения влияния наклона горизонтальной нити нужно всегда устанавливать изображение рейки точки в центре сетки нитей.

Кроме поверок для нивелира и реек выполнять некоторые исследования.

1. *Определение увеличения зрительной трубы:*

- закрепить рейку в вертикальном положении на расстоянии 8–10 м от нивелира;
- навести зрительную трубу на рейку,
- выделить в поле зрения трубы одно деление рейки и спроектировать его на рейку, видимую другим (невооружённым) глазом; сосчитать, сколько делений на рейке укладывается в одном делении изображения рейки – это и будет увеличение трубы.

Если в поле зрения трубы выделяется n делений и в них укладывается N делений рейки, то увеличение трубы равно $V^x = N/n$.

2. *Определения цены деления цилиндрического уровня.* Для выполнения этого исследования необходимо выполнить следующие операции:

- установить рейку вертикально на расстоянии 40–50 м от нивелира;
- навести зрительную трубу на рейку;
- с помощью элевационного винта наклонить трубу вместе с уровнем так, чтобы пузырёк уровня расположился вблизи левого края шкалы уровня, и дать ему успокоиться; взять отсчёты по шкале уровня по левому (L_1) и правому (P_1) концам пузырька и без перерыва – отсчёт по рейке (N_1) по средней нити. Если шкала уровня не подписана, нужно подписать её хотя бы мысленно;
- с помощью элевационного винта наклонить трубу вместе с уровнем в другую сторону так, чтобы пузырёк расположился вблизи правого конца шкалы уровня, и дать ему успокоиться; взять отсчёты по шкале уровня по левому (L_2) и правому (P_2) концам пузырька и без перерыва – отсчёт по рейке (N_2) по средней нити; на этом заканчивается прямой ход;
- с помощью элевационного винта чуть сместить пузырёк уровня; дать уровню успокоиться; взять отсчёты по шкале уровня по левому (L_1') и правому (P_1') концам пузырька и без перерыва – отсчёт по рейке (N_1') по средней нити;
- с помощью элевационного винта наклонить трубу вместе с уровнем в другую сторону так, чтобы пузырёк расположился вблизи левого конца шкалы уровня, и дать ему успокоиться; взять отсчёты по шкале уровня по левому (L_2') и правому (P_2') концам пузырька и без перерыва – отсчёт по рейке (N_2') по средней нити;
- измерить с помощью нитяного дальномерного расстояние S от нивелира до рейки;
- вычислить цену деления уровня в прямом и обратном ходе по формуле:

$$\tau'' = \frac{\Delta N_{\text{мм}} \rho''}{S_{\text{мм}} \Delta b},$$

где $\Delta N = |N_2 - N_1|$; $\Delta b = |U_2 - U_1|$; $U_1 = \frac{1}{2}(L_1 + P_1)$; $U_2 = \frac{1}{2}(L_2 + P_2)$,

отдельно для прямого и обратного хода;

- вычислить среднее значение цены деления уровня.

Пример определения цены деления уровня приведён в табл. 2.

Таблица 2

Определение цены деления уровня с помощью рейки

Ход	Отсчёты по шкале уровня						Δb	По рейке мм		ΔN
	L_1	P_1	U_1	L_2	P_2	U_2		N_1	N_2	
Прямой	0,4	11,7	6,05	13,0	24,2	18,60	12,55	146,4	158,2	11,8
Обратный	1,3	12,3	6,80	13,5	24,9	19,20	12,40	146,8	158,9	12,1

$$S = 9,10 \text{ м} = 9100 \text{ м}, \quad \tau_{\text{пр}} = 21,3'', \quad \tau_{\text{обр}} = 22,1'', \quad \tau_{\text{ср}} = 21,7''.$$

3. *Определение разности высот нулей рейки.* Это исследование выполняется в следующем порядке.

На расстоянии около 20 м от нивелира прочно забивают в землю 4 кола различной длины и в торцы их вбивают гвозди с полусферической шляпкой.

Последовательно на каждый кол ставят первую рейку и делают отсчёты по красной и чёрной сторонам. Затем такие же отсчёты делают по второй рейке. После изменения высоты нивелира на 5–7 см выполняют второй такой же приём. Порядок записи отсчётов и вычислений приведён в табл. 3.

Таблица 3

Определение разности высот нулей реек

№ приёма	№ кола	Отсчёты по рейке 1			Отсчёты по рейке 2		
		Чёрная ст	Красная ст.	Разность	Чёрная ст	Красная ст.	Разность
I	1	363	5150	4787	362	5051	4689
	2	412	5200	4788	411	5099	4688
	3	491	5277	4786	491	5178	4687
	4	592	5379	4787	591	5279	4688
II	1	409	5196	4787	410	5099	4689
	2	457	5245	4788	458	5147	4689
	3	538	5325	4787	539	5277	4688
	4	638	5426	4788	636	5325	4689
	$\Sigma_{\text{ср}}$	3900 487,5	42198 5274,8	38298 487,3	3898 487,2	41405 5175,6	37507 4688,4

Разность высот нулей красной и чёрной сторон рейки 1 – 4787 мм.

Разность высот нулей красной и чёрной сторон рейки 2 – 4688 мм.

Разность высот нулей реек (1–2):

чёрных сторон $487,5 - 487,2 = + 0,3$ мм,

красных сторон $5274,8 - 5175,6 = + 99,2$ мм,

пары реек $+ 0,3 - 99,2 = - 98,9$ мм $\approx - 99$ мм.

С величинами – 99 мм в случае (1–2) и +99мм в случае (2–1) сравнивают разности значений превышения на станции, полученные по чёрным и красным сторонам реек.

3. ПОЛЕВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

3.1. Измерение горизонтальных углов в теодолитном ходе

Подготовка к измерениям:

- установить теодолит на штативе на пункте, являющемся вершиной угла;

- выполнить центрирование и горизонтирование теодолита;

- установить вешки в вертикальное положение на пункты, фиксирующие первую и вторую стороны угла; вешка ставится в створе угла рядом с колышком, в который вбит гвоздь (рис. 7).

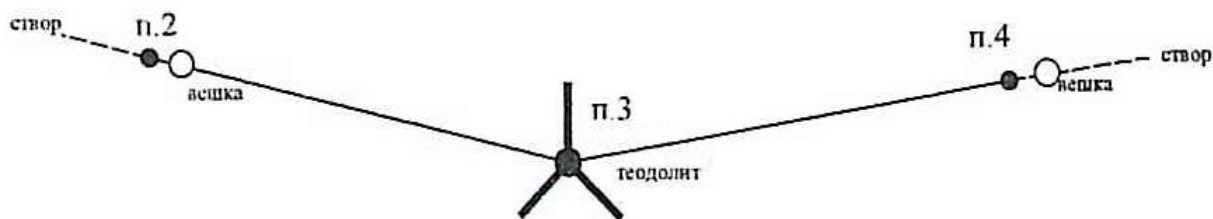


Рис. 7. Подготовка к измерениям горизонтальных углов в теодолитном ходе

Центрирование и горизонтирование теодолита можно выполнить двумя способами:

1. С помощью нитяного отвеса. Поставить штатив с отвесом над центром пункта так, чтобы верхняя площадка головки штатива была горизонтальной, а отвес в спокойном состоянии отклонялся от центра пункта не более 5 мм. Затем установить на штатив теодолит и закрепить становой винт; в случае необходимости подвигать теодолит по площадке, чтобы отвес не отклонялся от центра пункта более 5 мм. Выполнить горизонтирование теодолита с помощью подъёмных винтов и уровня при алидаде горизонтального круга.

2. С помощью оптического центра (теодолиты Т15 и Т5):

- установить штатив вместе с теодолитом над центром пункта так, чтобы верхняя площадка головки штатива была горизонтальной и в поле зрения оптического центра было видно изображение центра пункта (шляпки гвоздя). Умеренно углубить в землю все три ножки штатива;

- вращая алидаду, установить уровень параллельно линии, соединяющей острия двух ножек штатива. Вращая подъёмные винты (любые и в любом направлении), привести изображение центра пункта точно в центр малого круга поля зрения оптического центра,

- уменьшая или увеличивая длину одной ножки штатива из пары, привести пузырёк уровня в нульпункт с точностью до двух делений;

- повернуть алидаду на 90° , то есть, установить уровень по направлению третьей ножки штатива;

- уменьшая или увеличивая длину этой ножки штатива, привести пузырёк уровня в нульпункт;

- проверить центрировку и в случае необходимости повторить последние 5 действий ещё раз;

- в заключение следует выполнить (если это окажется необходимым) точное горизонтирование теодолита по обычной методике с помощью подъёмных винтов и уровня при алидаде горизонтального круга.

У теодолитов Т30 и 2Т30 нет оптического центрира, но его роль может выполнять зрительная труба, установленная вертикально объективом вниз на отсчёта $90^{\circ} 00'$. Для визирования трубы на центр пункта в корпусе теодолита имеется сквозное круглое отверстие диаметром около 10 мм.

Измерение угла способом отдельного угла (способом приёмов):

- при КЛ (круге лево) навести трубу на заднюю точку п.2 (рис. 7), взять отсчёт по горизонтальному кругу L_2 ;

- вращая алидаду, навести трубу на переднюю точку п.4, взять отсчёт по горизонтальному кругу L_4 ;

- вычислить значение левого по ходу угла при КЛ по формуле $\beta' = L_4 - L_2 [+360^{\circ}]$; если отсчёт L_4 меньше отсчёта L_2 (угол получается отрицательный), то нужно прибавить 360° ;

- сместить лимб горизонтального круга примерно на $1^{\circ}-1^{\circ}30'$;

- перевести трубу через зенит в положение КП (круг право);

- вращая алидаду, навести трубу на заднюю точку п.2, взять отсчёт по горизонтальному кругу P_2 ;

- вращая алидаду, навести трубу на переднюю точку п.4, взять отсчёт по горизонтальному кругу P_4 ;

- вычислить значение левого по ходу угла при КП по формуле $\beta'' = P_4 - P_2 [+360^{\circ}]$; если отсчёт P_4 меньше отсчёта P_2 (угол получается отрицательный), то нужно прибавить 360° ;

- если выполняется условие, то вычисляется среднее значение угла $\beta = \frac{1}{2}(\beta' + \beta'')$; значение следует принять для теодолитов Т30 и 2Т30, для теодолитов Т15 и Т5.

Если измеряются правые по ходу углы, то при вычислении угла при КЛ и КП нужно из отсчёта на заднюю точку (п. 2 – рис. 7) вычитать отсчёт на переднюю точку (п. 4 – рис. 7).

Записи отсчётов и вычисление углов производится в журнале установленной формы (табл. 4).

Таблица 4

Образец записей в журнале при измерении горизонтальных углов

Точка стояния теодолита	Точка визирования	КЛ КП	Отсчёты по гориз. кругу град. мин.	Значение угла в полуприёме град. мин.	Среднее знач. угла град. мин.
П.3	П.2	КЛ	0 15	158 19	158 19,5
	П.4	КЛ	158 34		
	П.2	КП	181 53	158 20	
	П.4	КП	340 13		

3.2. Измерение расстояний мерной лентой (рулеткой)

В измерении расстояния мерной лентой (рулеткой) участвуют 4 человека: два мерщика, один «записатор» и один «человек-вешка».

Процесс измерения одного расстояния включает следующие операции:

- «человек-вешка» надевает контрастную одежду, уходит на конец линии и там встаёт над центром пункта;
- передний мерщик берёт конец ленты и шпильки и идёт по створу линии;
- по команде заднего мерщика он останавливается и по его сигналам, смещаясь вправо-влево, встаёт в створ линии с точностью до 20 см;
- задний мерщик прикладывает нуль ленты к центру пункта; передний мерщик встряхивает ленту, натягивает её с силой около 10 кг и против последнего штриха ленты вертикально втыкает шпильку в землю;
- оба мерщика встают и синхронно идут вперёд по створу линии;
- у воткнутой в землю шпильки задний мерщик даёт команду остановиться и операции установки переднего мерщика в створ, прикладывания нулевого деления к шпильке, встряхивания ленты, её натяжения и втыкания в землю шпильки повторяются;
- задний мерщик вытаскивает шпильку из земли и движение вперёд возобновляется;
- в конце линии измеряют домер (остаток), то есть расстояние от последней воткнутой в землю шпильки до центра пункта конца линии;
- «записатор» идёт вместе с мерщиками и считает количество уложений ленты; он же записывает в журнал значение домера; контроль: количество уложений ленты равно количеству шпилек, собранных задним мерщиком.

Если сторона теодолитного хода имеет неодинаковый угол наклона по всей длине, то её нужно разделить на две (или более) частей, каждая из которых имеет постоянный угол наклона. Каждую часть и её угол наклона следует измерять отдельно (рис. 8). Горизонтальное проложение такой стороны хода равно сумме горизонтальных проложений отдельных её частей (на рис. 8 $S = S_1 + S_2$).

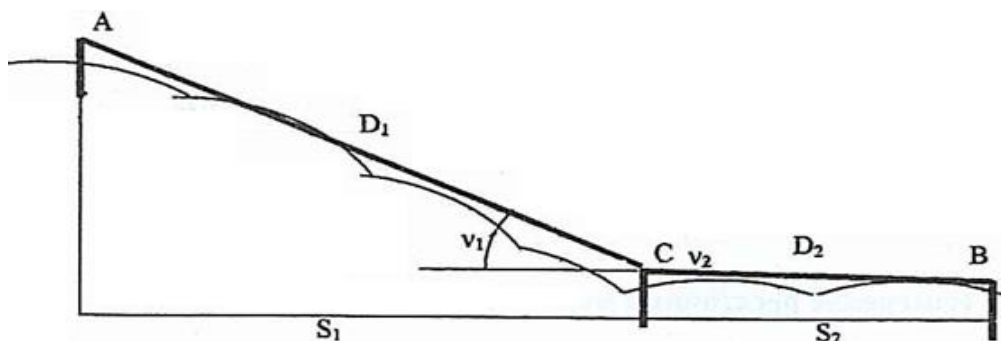


Рис. 8. Схема измерения длины линии по частям

Если сторона хода пересекает небольшой овраг шириной не больше длины мерной ленты, то на бровке оврага закрепляют временную точку C и измеряют получившиеся две части стороны хода по отдельности (рис. 9). В обратном ходе (от точки B к точке A) точку C располагают на другой бровке оврага.

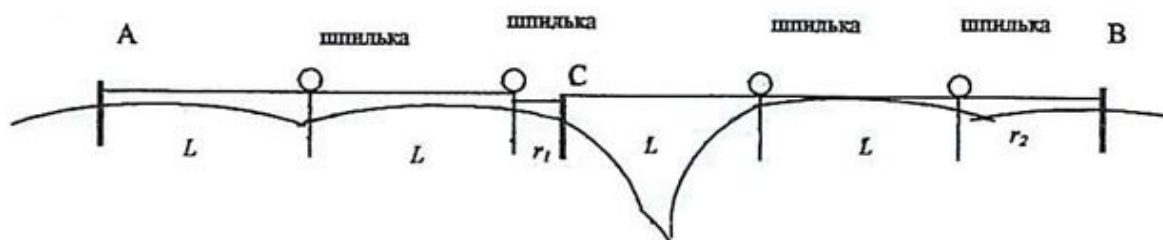


Рис. 9. Схема измерения расстояния через препятствие

Пройдя весь теодолитный ход в прямом направлении, выполняют обратный ход, повторяя все измерительные операции. За измеренное значение линии принимают среднее из двух измерений (прямо и обратно), если они различаются не более, чем на $1/1000$ от длины линии (10 см на каждые 100 м). Для исключения просчетов при измерении расстояний мерной лентой рекомендуется заранее измерить длины сторон теодолитного хода с помощью нитяного дальномера (во время измерения горизонтальных углов).

Измеренная длина стороны хода вычисляется как среднее из первого и второго измерений (из прямого и обратного хода) по формуле

$$D = nL_0 + \frac{1}{2}(r_{np} + r_{обр}),$$

где n – количество уложений ленты,

L_0 – номинальная длина ленты,

r_{np} – остаток (домер) при первом измерении,

$r_{обр}$ – остаток (домер) при втором измерении.

Горизонтальное проложение стороны вычисляется по формуле

$$S = D + \Delta L + \Delta h + \Delta t,$$

где ΔL – поправка за фактическую длину ленты (по результатам компарирования ленты),

Δt – поправка за температуру,

$$\Delta t = D\alpha(t - t_0);$$

где t – температура ленты во время измерений,

t_0 – температура ленты во время компарирования,

α – коэффициент линейного расширения стали, $\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6}$ на один градус температуры;

Δh – поправка за наклон (за превышение),

$$\Delta h = -2D \sin^2(\nu/2) \quad \text{или} \quad \Delta h = -h^2/2D,$$

где ν – угол наклона стороны хода,

h – превышение начала и конца стороны.

Все вычисления следует выполнять до миллиметров, а затем округлить S до сантиметров. На ровной местности (ν) поправку за наклон линии можно не вычислять и принять её равной нулю. Пример вычисления горизонтальных проложений дан в таблице 5.

Таблица 5

Вычисление горизонтальных проложений измеренных расстояний

$$L_0 = 20,000; \quad \Delta l = +0,027; \quad t = t_0$$

№ стор.	Измерен. D м	Угол ν гр. мин.	Пре-выш h м	Поправки			$\sum \Delta$ м	S м
				Δh м	Δt м	Δl м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	124,45	-	2,453	-0,024	-	+0,167	+0,143	124,59
2	41,16	6 45	-	-0,285	-	+0,056	-0,229	40,93
	92,31	0 20	-	0	-	+0,125	-0,125	92,44
								133,37

Примечания: 1) в графу 2 вписывается среднее расстояние из прямого и обратного хода; 2) из двух граф (3 и 4) заполняется только одна; 3) знаки у углов наклона и превышений не ставятся.

3.3. Измерение расстояния нитяным дальномером

На одном конце линии установить теодолит на штативе, выполнить его горизонтирование и центрирование. На другом конце линии вертикально установить нивелирную рейку.

Навести трубу на рейку так, чтобы верхняя дальномерная нить была совмещена с круглым отсчётом N_1 (например, $N_1=1000$); взять отсчёт N_2 по нижней горизонтальной нити (например, $N_2=1116$).

Длина линии вычисляется по формуле $D = C(N_2 - N_1)$, где C – коэффициент дальномера, равный 100. В нашем примере $D = 100(116 \text{ мм}) = 11600 \text{ мм} = 11,6 \text{ м}$. Если отсчёт N_1 или N_2 берётся по центральной горизонтальной нити, то коэффициент дальномера нужно взять равным 200.

Для приближённых измерений полезно помнить, что 1 см на рейке (одно деление рейки) соответствует 1 м на местности, а 1 дм на рейке соответствует 10 м на местности.

3.4. Измерение расстояний электронными приборами

В настоящее время производственные измерения расстояний выполняются в основном электронными приборами: светодальномерами и электронными тахеометрами.

Из отечественных светодальномеров на рынке геодезического оборудования предлагается светодальномер «Блеск-2» (2CN-10). Его рекомендуется применять в полигонометрии и на геодезических сетях сгущения с длинами сторон до 10 км. Этот светодальномер может быть установлен на теодолиты серии 2Т и 3Т для одновременного измерения углов и расстояний. Управление процессом измерения обеспечивается встроенной микро-ЭВМ. Результаты измерений, с учётом поправок на атмосферное давление и температуру, выдаются на табло и могут быть введены в накопитель. В комплект прибора входят: светодальномер, отражатели, источники питания, зарядное устройство, барометр, термометр, штативы, набор инструментов.

Средняя квадратическая погрешность измерения расстояний светодальномером «Блеск-2» оценивается величиной $\pm(5 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм; диапазон измеряемых расстояний от 2 м до 5000 м (при хорошей видимости до 10 000 м); методика измерения расстояний приведена в инструкции, прилагаемой к каждому прибору.

Из электронных тахеометрических следует отметить отечественный ЗТА5 и японский TOPCON GTS-710. Электронные тахеометры серии ЗТА5 применяются для выполнения крупномасштабных топографических съёмок, при инвентаризации земель, создании и обновлении земельного кадастра и решении задач землеотвода (выноса проекта в натуру). Тахеометром можно производить измерения полярных и прямоугольных координат, высотных отметок, площадей земельных участков, а также горизонтальных проложений. Результаты измерений могут быть записаны в карту памяти РСМСІА или непосредственно переданы в персональный компьютер типа ІВМ РС. Средняя квадратическая ошибка измерения углов составляет 5", расстояний - $\pm(5 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм; пределы измерения расстояний до 800 м (с одной призмой) и до 1600 м (с шестью призмами).

Тахеометры серии GTS-710 – это сверхинтеллектуальные электронные инструменты со встроенным компьютером и операционной системой MS-DOS. GTS-710 имеет русифицированный интерфейс, а также допускает использование кодов описания точек на русском языке. Руководствуясь подсказками и значками меню на графическом экране, можно профессионально и качественно выполнить всё, что необходимо во время съёмки, сбора данных и выноса объектов в натуру. Точность измерения углов – от 1" до 5"; погрешность измерения расстояний $\pm(2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм.

Подробная методика измерений приведена в инструкции, прилагаемой к каждому прибору.

3.5. Измерение превышений в ходе технического нивелирования

Отметки любого геодезического пункта *B* обычно получают по формуле

$$H_B = H_A + h,$$

где H_A – известная отметка какого-либо пункта,

h – превышение между определяемым пунктом B и исходным пунктом A .

Для измерения превышений методом геометрического нивелирования нужен нивелир, комплект из пары реек и нивелирные башмаки.

Если расстояние между пунктами невелико (до 150 м) и превышение между ними также небольшое (до 2 м), то превышение можно измерить с одной постановки (одной станции) нивелира и обойтись без башмаков (рис. 10).

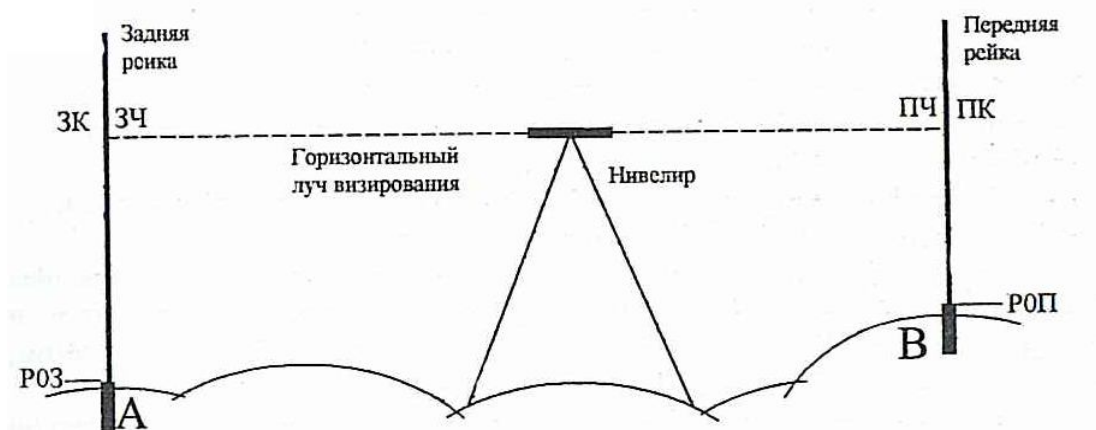


Рис. 10. Схема взятия отсчётов на станции технического нивелирования

Порядок измерения превышения на станции:

1) установить нивелир примерно посередине между пунктами A и B , привести нивелир в рабочее положение; расстояние от нивелира до реек не должно быть слишком большим (не больше 100 м) или слишком маленьким (менее 5 м); если это расстояние по условиям местности получается меньше 5 м, то рекомендуется поставить нивелир в стороне от реек (рис. 11);

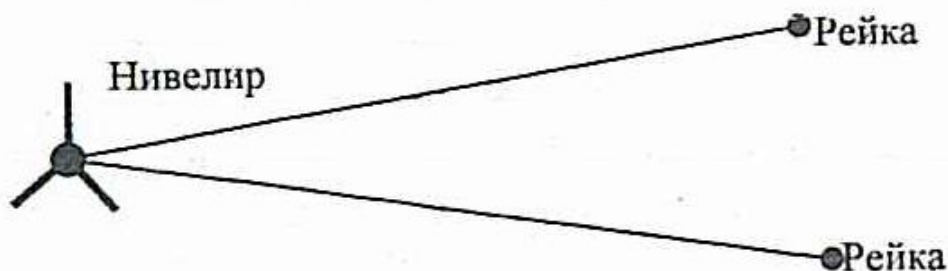


Рис. 11. Одна из возможных схем расположения нивелира и реек

2) установить вертикально рейки на пункте A (задняя рейка) и на пункте B (передняя рейка); рейка устанавливается на центр пункта (верхняя часть марки исходного пункта или шляпка гвоздя на определяемом пункте);

3) навести зрительную трубу на заднюю рейку, отфокусировать изображение рейки и установить его в центр поля зрения; элевационным винтом привести пузырёк уровня точно в нульпункт и взять отсчёт по чёрной стороне рейки по центральной горизонтальной нити *ЗЧ*; записать отсчёт в журнал;

4) дать команду реечнику развернуть рейку красной стороной; проверить положение пузырька точно в нульпункте и взять отсчёт по красной стороне рейки по центральной горизонтальной нити *ЗК*; записать отсчёт в журнал;

5) повернуть нивелир на переднюю рейку и повторить операции 3 и 4 для передней рейки – в результате получатся отсчёты *ПЧ* и *ПК*; записать отсчёты в журнал;

6) выполнить обработку измерений на станции, то есть:

- вычислить разности нулей для задней *Р0З* и передней *Р0П* реек $P0Z = ЗК - ЗЧ$; $P0П = ПК - ПЧ$; записать их в журнал;

- вычислить превышения по чёрным *ЧП* и красным *КП* сторонам реек $ЧП = ЗЧ - ПЧ$; $КП = ЗК - ПК$; записать их в журнал;

- вычислить разность превышений $ЧП - КП$ и записать её в журнал;

- проверить условие $ЧП - КП = Р0П - Р0З$;

- при выполнении предыдущего условия вычислить среднее превышение $СП = \frac{1}{2} \cdot [ЧП + (КП \pm 100)]$, округлить его до миллиметров и вписать в журнал.

Знак «плюс» или «минус» выбирается с таким расчётом, чтобы величина в круглых скобках была почти равна *ЧП*.

Допуски на станции: на расхождение вычисленной и теоретической разности нулей реек ± 5 мм; на расхождение чёрного и красного превышений ± 5 мм.

Образец журнала для технического нивелирования приведён в табл. 6.

Таблица 6

Образец записей в журнале технического нивелирования

№ станции	Расстояния до реек	Отсчёты по рейкам		Превышения мм	Ср. прев. мм
		задняя	передняя		
1 1 – 2		1471 (1)	2163 (3)	- 692 (7)	- 693 (10)
		6172 (2)	6966 (4)	- 794 (8)	
		4701 (5)	4803 (6)	+ 102 (9)	

Примечания: 1) графа «Расстояния до реек» и первая строка в графе «Отсчёты по рейкам» в техническом нивелировании не заполняются; 2) числа в скобках указывают номера операций.

Если хотя бы один допуск будет нарушен, нужно аккуратно зачеркнуть записи станции и повторить на ней все измерения.

Если расстояние между пунктами A и B большое или превышение между ними больше 2 м, то превышение измеряют по частям; в качестве промежуточных пунктов используют нивелирные башмаки. Работа на каждой станции выполняется по описанной выше методике, а превышение между пунктами вычисляется как сумма средних превышений на станциях.

Ход технического нивелирования по пунктам теодолитного хода может быть как разомкнутым, так и замкнутым; он выполняется в одном направлении.

4. ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ И ОТМЕТОК ПУНКТОВ СЪЁМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

4.1. Вычисление координат пунктов разомкнутого теодолитного хода (рис. 1,а)

Порядок действий при обработке разомкнутого хода:

1) вычислить сумму измеренных углов;
 2) вычислить теоретическую сумму углов (для левых измеренных углов); если эти две суммы различаются примерно на 360° , то теоретическую сумму можно изменить точно на 360° ;

3) вычислить угловую невязку хода в секундах или минутах и убедиться, что она не превышает допустимого значения

$$f_{\beta(\text{дон})} = 60'' \cdot \sqrt{n} \text{ или } f_{\beta(\text{дон})} = 1' \cdot \sqrt{n} ;$$

4) вычислить поправку в измеренные значения углов

$$V_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n} ;$$

и округлить её до целых секунд или до десятых долей минуты. Проверить выполнение контроля $\sum V_{\beta} = -f_{\beta}$ и если контроль не выполняется, то изменить одну или несколько поправок, начиная с последней, на $1''$ или до $0,1'$ и добиться выполнения контроля;

5) вычислить исправленные значения углов

$$\beta_{i(\text{испр})} = \beta_{i(\text{изм})} + V_{\beta i} ;$$

6) вычислить дирекционные углы всех сторон хода по формуле для левых углов

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + \beta_{i(\text{испр})} - 180^\circ ;$$

если дирекционный угол получается отрицательным, его нужно увеличить на 360° ; если дирекционный угол получается больше 360° , то его нужно уменьшить на 360° . Следует убедиться, что в конце хода вычисленное значение дирекционного угла исходного направления в точности совпадает с его заданным значением;

7) вычислить приращения координат по каждой стороне хода (в метрах с округлением до 2-го знака после десятичной запятой) по формулам:

$$\Delta X_i = S_i \cos(\alpha_i), \quad \Delta Y_i = S_i \sin(\alpha_i);$$

перед нахождением функций дирекционного угла на микрокалькуляторе нужно перевести его значение в десятичную форму;

8) вычислить суммы приращений координат по всему ходу $\sum \Delta X$ и $\sum \Delta Y$;

9) вычислить теоретические суммы приращений координат по формулам:

$$\sum \Delta X_{теор} = X_{mn46} - X_{mn45};$$

$$\sum \Delta Y_{теор} = Y_{mn46} - Y_{mn45};$$

10) вычислить координатные невязки по формулам:

$$f_x = \sum \Delta X - \sum \Delta X_{теор};$$

$$f_y = \sum \Delta Y - \sum \Delta Y_{теор};$$

и затем абсолютную и относительную невязку хода по формулам:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2},$$

$$\frac{1}{N} = \frac{f_y}{\sum S},$$

где $\sum S$ – сумма горизонтальных проложений сторон хода;

11) вычислить поправки в приращения координат по формулам (в метрах с округлением до 2-го знака после запятой) по формулам:

$$V_{X_i} = -\frac{f_x}{\sum S} S_i;$$

$$V_{Y_i} = -\frac{f_y}{\sum S} S_i;$$

проверить выполнение контролей:

$$\sum V_x = -f_x,$$

$$\sum V_y = f_y;$$

если контроль не выполняется, нужно изменить на 0,01 м одну или несколько поправок (порознь для V_x и V_y), начиная с самой длинной стороны;

12) вычислить исправленные значения приращений координат по формулам:

$$\Delta X_{i(испр)} = X_i + V_{x(испр)},$$

$$\Delta Y_{i(испр)} = \Delta Y_i + V_{Y_i};$$

13) вычислить координаты пунктов хода по формулам:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{i(испр)},$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{i(испр)}.$$

Следует убедиться, что вычисленные значения координат исходного пункта в конце хода в точности равны их заданным значениям.

Пример вычисления координат пунктов разомкнутого теодолитного хода приведён в табл. 8.

4.3. Вычисление координат пунктов стандартного замкнутого теодолитного хода с двумя исходными пунктами (рис. 1-б)

Эти вычисления выполняются в следующем порядке:

- 1) вычислить сумму измеренных углов;
- 2) вычислить теоретическую сумму углов для внутренних измеренных углов (правых по ходу)

$$\sum \beta_{\text{ш}} = 180^\circ (n - 2) ;$$

для внешних углов (левых по ходу)

$$\sum \beta_{\text{ш}} = 180^\circ (n + 2) ;$$

- 3) вычислить угловую невязку хода в секундах или в минутах и убедиться, что она не превышает допустимого значения

$$f_{\beta(\text{дон})} = 60'' \cdot \sqrt{n} \text{ или } f_{\beta(\text{дон})} = 1' \cdot \sqrt{n} ;$$

- 4) вычислить поправку в измеренные значения углов

$$V_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n}$$

и округлить её до целых секунд или до десятых долей минуты. Проверить выполнение контроля $\sum V_{\beta} = -f_{\beta}$ и если контроль не выполняется, то изменить одну или несколько поправок, начиная с последней, на 1'' или на 0,1' и добиться выполнения контроля;

- 5) вычислить исправленные значения углов

$$\beta_{i(\text{испр})} = \beta_{i(\text{изм})} + V_{\beta i} ;$$

6) принять дирекционный угол первой стороны хода равным нулю $\alpha_1 = 0$, затем – дирекционные углы сторон хода до второго исходного пункта по формуле для внутренних (правых по ходу) углов

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^\circ - \beta_{i(\text{испр})} ;$$

7) вычислить приращения координат по каждой стороне хода (в метрах с округлением до 2-го знака после десятичной запятой) по формулам:

$$\Delta X_i = S_i \cdot \cos \alpha_i , \quad \Delta Y_i = S_i \cdot \sin \alpha_i ;$$

перед нахождением функции дирекционного угла на микрокалькуляторе нужно перевести его значение в десятичную форму;

8) вычислить координаты пунктов от первого исходного пункта до второго исходного пункта:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{i(\text{испр})} ,$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{i(\text{испр})} ;$$

9) решить две обратные задачи между исходными пунктами A и B : по заданным координатам пунктов – результат α'_{AB} и S'_{AB} ; убедиться, что S'_{AB} отличается от S_{AB} не более чем на 1/1000 их значений;

- 10) вычислить правильный дирекционный угол первой стороны хода

$$\alpha_1 = \alpha_{AB} - \alpha'_{AB} [+360^\circ] ;$$

11) вычислить правильные дирекционные углы всех остальных сторон хода по формуле для внутренних (правых по ходу) углов

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180^\circ - \beta_{i(\text{внп})} ;$$

12) вычислить приращения координат по всем сторонам хода (в метрах с округлением до 2-го знака после десятичной запятой) по формулам:

$$\Delta X_i = S_i \cdot \cos \alpha_i , \quad \Delta Y_i = S_i \cdot \sin \alpha_i ;$$

перед нахождением функций дирекционного угла на микрокалькуляторе нужно перевести его значение в десятичную форму;

13) вычислить суммы приращений координат по первой ветви хода (от первого исходного пункта до второго) $\sum \Delta X$ и $\sum \Delta Y$;

14) вычислить теоретические суммы приращений координат:

$$\sum \Delta X_{\text{теор}} = X_B - X_A ,$$

$$\sum \Delta Y_{\text{теор}} = Y_B - Y_A ;$$

15) вычислить координатные невязки:

$$f_x = \sum \Delta X - \sum \Delta X_{\text{теор}} ,$$

$$f_y = \sum \Delta Y - \sum \Delta Y_{\text{теор}} ;$$

и затем абсолютную и относительную невязки хода

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} ,$$

где \sum^s – сумма горизонтальных проложений сторон первой ветви хода;

16) вычислить поправки в приращениях координат по формулам (в метрах с округлением до 2-го знака после запятой):

$$V_{xi} = -\frac{f_x}{\sum S} S_i ,$$

$$V_{yi} = -\frac{f_y}{\sum S} S_i ;$$

проверить выполнение контролей:

$$\sum V_x = -f_x ,$$

$$\sum V_y = -f_y ;$$

если контроль не выполняется, нужно изменить на 0,01 м одну или несколько поправок (порознь для V_x и V_y), начиная с самой длинной стороны;

17) вычислить исправленные значения приращений координат по формулам:

$$\Delta X_{i(\text{исп})} = \Delta X_i + V_{xi} ,$$

$$\Delta Y_{i(\text{исп})} = \Delta Y_i + V_{yi} ;$$

18) вычислить координаты пунктов первой ветви хода по формулам:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{i(испр)},$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{i(испр)}.$$

Следует убедиться, что вычисленные значения координат второго исходного пункта в точности равны их заданным значениям.

19) выполнить операции с 13 по 18 для второй ветви хода.

Пример вычисления координат пунктов замкнутого теодолитного хода с двумя исходными пунктами приведён в табл. 10, 11.

4.4. Вычисление отметок пунктов хода технического нивелирования (рис. 12)

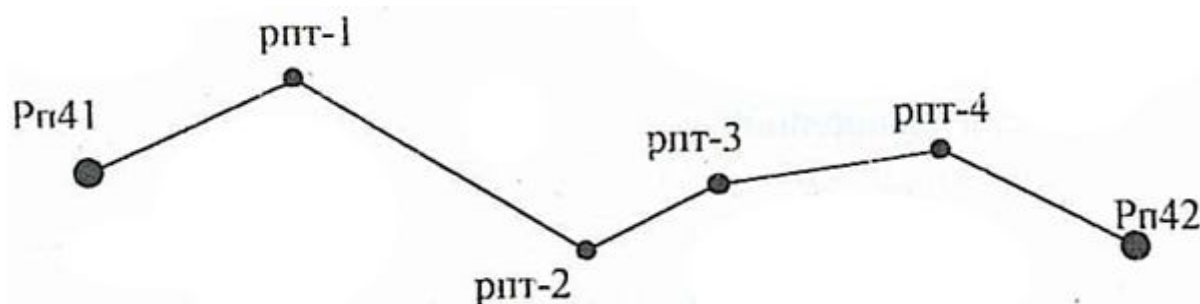


Рис. 12. Схема разомкнутого нивелирного хода

Для вычисления отметок пунктов хода технического нивелирования следует выполнить следующие операции:

вычисление высотной невязки хода по формуле

$$f_h = \sum h_i + \sum h_{теор},$$

где $\sum h_{теор}$ – теоретическая сумма превышений, найденная по формуле

$$\sum h_{теор} = H_{рп42} - H_{рп41},$$

сравнение её с допустимым значением $f_{h(доп)}$;

для технического нивелирования

$$f_{h(доп)} = 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{\sum l_i},$$

где $\sum l$ – длина хода в км;

1) вычисление поправок в измеренные превышения по формуле

$$V_{hi} = -\frac{f_h}{\sum l_i} l_i$$

поправки нужно округлять до миллиметров (или в метрах – до третьего знака после запятой);

2) проверка контроля

$$\sum V_{hi} = -f_h$$

если контроль не выполняется хотя бы на 1 миллиметр, то нужно исправить одну или несколько поправок на 1 миллиметр, начиная с самой длинной секции, до абсолютного выполнения контроля;

4) вычисление исправленных превышений по формуле

$$h_{i(испр)} = h_i + V_{hi}$$

5) вычисление отметок промежуточных реперов по формуле

$$H_i = H_{i-1} + h_{i(испр)}$$

вычисленное значение отметки пункта в конце хода рп42 должно в точности совпадать с его заданным значением.

Пример обработки хода технического нивелирования приведён в табл 7.

Таблица 7

Обработка хода технического нивелирования

№ секции i	Название репера	Измерен. Превыш. h _i (м)	Длина Секции l _i (км)	Поправка в пре- выш. V _{h_i} (м)	Исправл. превыш. h _{i(испр)} (м)	Отметки Реперов H _i (м)
1	рп41	+ 1, 427	3,8	+ 0, 036	+ 1, 463	<u>100, 000</u>
2	рпт-1	+ 0, 540	6,1	+ 0, 058	+ 0, 598	101, 463
3	рпт-2	+ 3, 123	0,9	+ 0, 009	+ 3, 132	102, 061
4	рпт-3	- 2, 268	2,2	+ 0, 021	- 2, 247	105, 193
5	рпт-4	+ 0, 041	1,4	+ 0, 021	+ 0, 054	102, 946
	рп42	+ 0, 041	1,4	+ 0, 021	+ 0, 054	<u>103, 000</u>
	$\sum_{i=1}^n$	+ 2, 863	14, 4	+ 0, 137	+ 3, 000	

Примечание: отметки исходных пунктов подчёркнуты.

$$\sum h_{теор} = 103,000 - 100,000 \text{ м} = +3,00;$$

$$f_h = +2,863 - 3,000 = -0,137 \text{ м};$$

$$f_{h(доп)} = 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{14,4} = 190 \text{ мм} = 0,190 \text{ м}$$

Таблица 8

Вычисление координат пунктов разомкнутого теодолитного хода

Номера пунктов	Измер. углы (левые) β гр мин сек	Исправлен. углы β гр мин сек	Дирекцион. углы α гр мин сек	Горизонт. проложен S , м	Вычисленные приращения коорд.		Исправленные приращения коорд.		Координаты пунктов хода	
					ΔX , м	ΔY , м	ΔX , м	ΔY , м	ΔX , м	ΔY , м
пп44	- 17		<u>36 00 00</u>		+ 9	- 10			<u>43 000. 00</u>	<u>76 000. 00</u>
пп45	96 45 30	96 45 13	312 45 13	267. 48	+ 181. 58	- 196. 40	+ 181. 67	- 196. 50	43 181. 67	75 803. 50
2	175 10 00	175 09 43	307 54 56	301. 73	+ 185. 42	- 238. 04	+ 185. 52	- 238. 15	43 367. 19	75 565. 35
3	198 16 30	198 16 13	326 11 09	128. 95	+ 107. 14	- 71. 76	+ 107. 18	- 71. 81	43 474. 37	75 493. 54
4	225 41 15	225 40 58	11 52 07	194. 62	+ 190. 46	+ 40. 03	+ 190. 52	+ 39. 96	43 664. 89	75 533. 50
5	141 54 18	141 54 01	333 46 08	141. 17	+ 126. 63	- 62. 40	+ 126. 67	- 62. 45	43 791. 56	75 471. 05
6	201 27 15	201 26 58	355 13 06	208. 68	+ 7	- 7	+ 208. 02	- 17. 46	<u>43 999. 58</u>	<u>75 453. 59</u>
пп46	181 37 30	181 37 12	<u>356 50 18</u>		+ 207. 95	- 17. 39				
пп47			<u>ΣS</u>	1242. 33	+ 999. 18	- 545. 96				
$\Sigma \beta_{изм}$	1220 52 18			$\Sigma \Delta$	+ 999. 58	- 546. 41				
$\Sigma \beta_{теор}$	1220 50 18			$\Sigma \Delta_{теор}$	- 0. 40	+ 0. 45				
f_{β}	+ 2 00			f_x, f_y	0. 60					
$f_{\beta доп}$	2 18			$f_s / \Sigma S$	1/2100					

Таблица 9

Вычисление координат пунктов замкнутого теодолитного хода

Имена пунктов	Измер. углы (правые) β гр мин сек	Исправлен. углы β гр мин сек	Дирекцион. углы α гр мин сек	Горизонт. проложен S , м	Вычисленные приращения коорд.		Исправленные приращения коорд.		Координаты пунктов хода		
					ΔX , м	ΔY , м	ΔX , м	ΔY , м	ΔX , м	ΔY , м	
С	прим. левый угол										
А	84 17,5		134 16,3			- 3	+ 5			43 000, 00	76 000, 00
2	- 0,3 140 21,0	140 20,7	38 33,8	117, 41	+ 91, 81	+ 73, 19	+ 91, 78	+ 73, 24			
3	- 0,3 163 32,0	163 31,7	78 13,1	145, 13	- 4 + 29, 63	+ 6 + 142, 07	+ 29, 59	+ 142, 13		43 091, 78	76 073, 24
4	- 0,3 100 47,5	100 47,2	94 41,4	173, 62	- 5 - 14, 20	+ 8 + 173, 04	- 14, 25	+ 173, 12		43 121, 37	76 215, 37
5	- 0,3 104 27,0	104 26,7	173 54,2	134, 68	- 3 - 133, 92	+ 6 + 14, 30	- 133, 95	+ 14, 36		43 107, 12	76 388, 49
6	- 0,3 167 50,5	167 50,2	249 27,5	154, 47	- 4 - 54, 20	+ 7 - 144, 65	- 54, 24	- 144, 58		42 97, 17	76 402, 85
7	- 0,3 126 15,0	126 14,7	261 37,3	157, 36	- 4 - 22, 93	+ 7 - 155, 68	- 22, 97	- 155, 61		42 918, 93	76 258, 27
А 1	- 0,2 96 49,0	96 48,8	315 22,6	146, 24	- 4 + 104, 08	+ 7 - 102, 73	+ 104, 04	- 102, 66		42 895, 96	76 102, 66
$\sum \beta_{изм}$ $\sum \beta_{теор}$ f_{β} $f_{\beta доп}$	900 02,0 900 00,0 + 2,0 2,8		$\sum S$	1028. 91 $\sum \Delta$ $\sum \Delta_{теор}$ f_x, f_y f_s $f_s / \sum S$	+ 0,27 0,00 + 0,27 0,53 1/1940	- 0,46 0,00 - 0,46				43 000, 00	76 000, 00

Таблица 10а

Вычисление координат пунктов замкнутого теодолитного хода с двумя исходными пунктами
(вычисление дирекционного угла первой стороны хода)

Имена пунктов	Измер. углы (правые) β гр мин сек	Исправлен. углы β гр мин сек	Дирекцион. углы α гр мин сек	Горизонт. проложен. S , м	Вычисленные приращения коорд.		Исправленные приращения коорд.		Координаты пунктов хода	
					ΔX , м	ΔY , м	ΔX , м	ΔY , м	ΔX , м	ΔY , м
A 1										
2	- 0,3 140 21,0	140 20,7	0 00,0	117,41	+ 117,41	0,00			43 000,00	76 000,00
3	- 0,3 163 32,0	163 31,7	39 39,3	145,13	+ 111,74	+ 92,62				
4	- 0,3 100 47,5	100 47,2	56 07,6	173,62	+ 96,77	+ 144,15				
5	- 0,3 104 27,0	104 26,7								
6	- 0,3 167 50,5	167 50,2								
7	- 0,3 126 15,0	126 14,7								
A 1	- 0,2 96 49,0	96 48,8								
$\sum \beta_{изм}$	900 02,0			436,16	325,92	236,77				
$\sum \beta_{теор}$	900 00,0			$\sum \Delta_{теор}$	107,12	388,49				
f_{β}	+ 2,0			S	402,98	α				
$f_{\beta доп}$	2,8			S'	402,84	α'				
				$(S-S')/\sum S$	1/2900	$\alpha_1 = \alpha - \alpha'$				
										= 38 35,2

Таблица 106

Вычисление координат пунктов замкнутого теодолитного хода с двумя исходными пунктами
(уравнивание ветвей хода по отдельности)

Имена пунктов	Измер. углы (правые) β гр мин сек	Исправлен. углы β гр мин сек	Дирекцион. углы α гр мин сек	Горизонт. проложен. S, м	Вычисленные приращения коорд.		Исправленные приращения коорд.		Координаты пунктов хода	
					$\Delta X, м$	$\Delta Y, м$	$\Delta X, м$	$\Delta Y, м$	$\Delta X, м$	$\Delta Y, м$
A 1					+ 1	+ 4			<u>43 000, 00</u>	<u>76 000, 00</u>
2		140 20,7	38 35,2	117, 41	+ 91, 78	+ 73, 23	+ 91, 79	+ 73, 27	43 091, 79	76 073, 27
3		163 31,7	78 14,5	145, 13	+ 1	+ 5	+ 29, 58	+ 142, 08	43 121, 38	76 215, 40
B 4		100 47,2	94 42,8	173, 62	+ 1	+ 6	- 14, 27	+ 173, 03	<u>43 107, 12</u>	<u>76 388, 49</u>
			ΣS	436, 16	+107, 09	+388, 34				
				f	+107, 12	+388, 49	f_s	0, 15		
B 4					- 0, 03	- 0, 15	f_s/S	1/2900		
5		104 26,7	173 55,6	134, 68	- 7	+ 7				
6		167 50,2	249 28,9	154, 47	- 133, 92	+ 14, 25	- 133, 99	+ 14, 32	42 973, 13	76 402, 81
7		126 14,7	261 38,7	157, 36	- 8	+ 8	- 54, 14	- 144, 67	42 918, 91	76 258, 22
A 1		96 48,8	315 24,0	146, 24	- 9	+ 8	- 2, 87	- 155, 69	42 895, 95	76 102, 61
					- 8	+ 7	- 22, 96	- 102, 61		
			ΣS	592, 92	+ 104, 13	- 102, 68	+ 104, 05		<u>43 000, 00</u>	<u>76 000, 00</u>
				f	- 106, 80	- 388, 79	f_d	0, 44		
					- 107, 12	- 388, 49	f_s/S	1/1350		

Таблица 11б

Решение обратной геодезической задачи по вычисленным координатам пункта В

№ п/п	Обозначения	Вычисления
3	X_B	43 325, 92
1	X_A	43 000, 00
5	$X_B - X_A$	+ 325, 92
13	$S' = (5) / (11)$	402, 84
11	$\text{Cos } \alpha'$	0, 809 046
7	$\text{tg } r'$	0, 726 467
8	r' (десятичная форма)	35, 997 153°
8'	r' (I четверть)	35° 59' 50"
9	$\alpha' = r'$	35° 59' 50"
10	$\text{Sin } \alpha'$	0, 587 451
12	$S' = (6) / (10)$	402, 84
4	Y_B	76 236, 77
2	Y_A	76 000, 00
6	$Y_B - Y_A$	+ 236, 77
14	$(X_B - X_A)^2$	106 223, 85
15	$(Y_B - Y_A)^2$	56 060, 03
16	$S'^2 = (14) + (15)$	162 283, 88
17	$S' = \sqrt{(16)}$	402, 84

Таблица 11а

Решение обратной геодезической задачи по заданным координатам пункта В

№ п/п	Обозначения	Вычисления
3	X_B	43 107, 12
1	X_A	43 000, 00
5	$X_B - X_A$	+ 107, 12
13	$S = (5) / (11)$	402, 99
11	$\text{Cos } \alpha$	0, 265 814
7	$\text{tg } r$	3, 626 680
8	r (десятичная форма)	74, 584 644°
8'	r (I четверть)	74° 35' 05"
9	$\alpha = r$	74° 35' 05"
10	$\text{Sin } \alpha$	0, 964 024
12	$S = (6) / (10)$	402, 99
4	Y_B	76 388, 49
2	Y_A	76 000, 00
6	$Y_B - Y_A$	+ 388, 49
14	$(X_B - X_A)^2$	11 474, 69
15	$(Y_B - Y_A)^2$	150 924, 48
16	$S^2 = (14) + (15)$	162 499, 17
17	$S = \sqrt{(16)}$	402, 99

5. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЁМКА

5.1. Выполнение полевых измерений

Конечным результатом тахеометрической съёмки является план участка местности, вычерченный в условных знаках на ватмане в принятом масштабе с соблюдением некоторых правил.

Геодезической основой плана являются пункты с известными координатами и отметками, равномерно расположенные на участке съёмки; эти пункты называются пунктами съёмочного обоснования. Каталог координат и отметок таких пунктов составляется после обработки теодолитного хода и хода технического нивелирования. Теоретически съёмка заключается в выборе на местности характерных точек, в определении их координат и нанесении их на план.

Различают съёмку плановой ситуации и съёмку рельефа. Практически при съёмке ситуации выделяют объекты, которые (или границы которых) нужно изобразить на плане, затем выбирают на границах объектов характерные точки (пикеты) и выполняют для них необходимые измерения.

Для каждого пикета, как правило, измеряют полярные координаты, причём полярная система координат вводится на каждом пункте съёмочного обоснования, на котором выполняется съёмка. Съёмку выполняют тем же теодолитом, который использовался при измерении углов в теодолитном ходе.

Порядок работы на станции тахеометрической съёмки:

- 1) установить теодолит на штативе; выполнить центрирование и горизонтирование теодолита;
- 2) выбрать направление полярной оси – на любой другой хорошо видимый пункт съёмочного обоснования; выбор заключается в наведении зрительной трубы на вешку, установленную на выбранном пункте и установке на лимбе горизонтального круга отсчёта $0^{\circ} 00''$;
- 3) выполнить поверку места нуля вертикального круга;
- 4) измерить высоту инструмента i , то есть расстояние по вертикали от центра пункта до оси вращения трубы;
- 5) установить основное положение круга (КЛ или КП);
- 6) нарисовать абрис, на котором указать положение пункта установки теодолита, положение ориентирного пункта, зарисовать плановую ситуацию (объекты местности, подлежащие съёмке), показать местоположение всех пикетов и проставить их номера (рисовку пикетов можно выполнять и в процессе съёмки);
- 7) съёмка одного пикета:
 - установить вертикально рейку на пикет;
 - навести зрительную трубу на рейку;
 - взять отсчёт по горизонтальному кругу и записать его в журнал;

- [привести пузырёк уровня вертикального круга в нульпункт – если есть такой уровень – теодолит Т15] или [легонько постучать пальцем руки по корпусу теодолита – если есть компенсатор углов наклона – теодолит 2Т5К] или [ничего не делать – если нет ни того, ни другого – теодолиты Т30 и 2Т30];

- взять отсчёты по вертикальному кругу теодолита и записать его в журнал;

- измерить дальномерное расстояние с помощью нитяного дальномера, записать его в журнал;

- записать семантическую информацию о пикете.

Пример журнала тахеометрической съёмки приведён в табл. 12.

Теодолит 2Т30 КРУГ ЛЕВО (КЛ) место нуля МО = 0° 00''

Пункт стояния теодолита тт21 ориентировано на тт22

Отметка пункта стояния теодолита $H_{21} = 88,33$ м

Высота прибора $i = 1,35$ м высота наведения $V = 1,35$ м

Таблица 12

Пример записи отсчётов в журнале тахеометрической съёмки

№ пик.	Отсчёты по кругам		Измер. расст. D	Угол накл. ν	Гориз. прол. S	Пре-выш. h м	Отметка Н м	При-меч.
	гориз.	вертик.						
1	280 04	- 7 00	25,3	- 7 00	24,9	- 3,06	85,27	ВП
2	16 49	- 15 41	15,2	- 15 41	14,1	- 3,96	84,37	ВП

Примечание: ВП – высотный пикет.

5.2. Координирование точек

Положение наиболее ответственных точек плановой ситуации (углы капитальных зданий и сооружений, центры крышек колодцев подземных коммуникаций и т.п.) полагается определять с большей точностью, чем положение рядовых пикетов. Как правило, прямоугольные координаты таких точек определяются полярной засечкой с измерением горизонтального угла и расстояния с какого-либо пункта съёмочного обоснования.

На рис. 12 пункты съёмочного обоснования A и B имеют известные координаты X_A, Y_A, X_B, Y_B ; известен также дирекционный угол α_{AB} линии AB (если он не известен, то его вычисляют из решения обратной геодезической задачи между пунктами A и B).

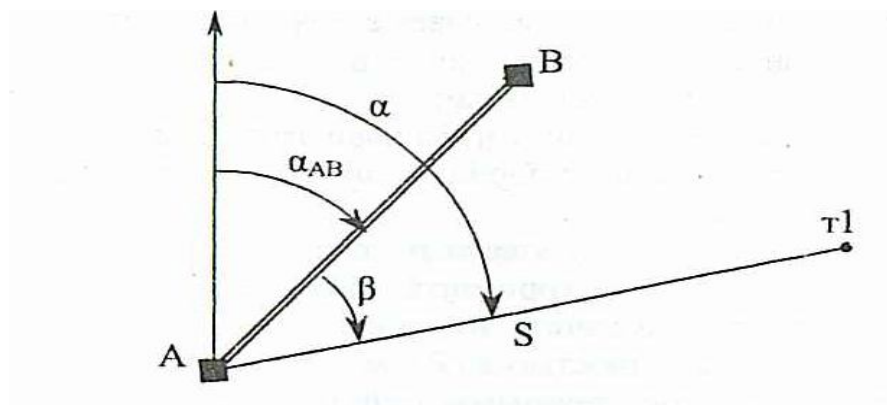


Рис. 12. Схема полярной засечки пункта т1

Угол β измеряется теодолитом способом отдельного угла; расстояние D измеряется мерной рулеткой за одно уложение. Горизонтальное проложение S вычисляется по методике, описанной в разделе 3.2.

Координаты точки 1 вычисляются по формулам:

$$\alpha = \alpha_{AB} + \beta,$$

$$X_1 = X_A + S \cdot \cos(\alpha),$$

$$Y_1 = Y_A + S \cdot \sin(\alpha).$$

Координаты пункта т1 можно получить и из решения прямой угловой засечки; при этом измеряют два угла: один на пункте A и другой – на пункте B .

5.3. Построение плана тахеометрической съёмки

Сначала выполняется обработка журнала съёмки:

- вычислить углы наклона для каждого пикета $\nu = KL - M0$;
- вычислить с точностью до 0,1 м горизонтальные проложения на микрокалькуляторе по формуле $S = D \cdot \cos^2(\nu)$ или выбрать их значения из «Тахеометрических таблиц»;
- вычислить с точностью до 0,01 м тахеометрические превышения на микрокалькуляторе по формуле $h = 0,5 \cdot D \cdot \sin(2\nu)$ или выбрать их значения из «Тахеометрических таблиц»;
- вычислить с точностью до 0,01 м отметки пикетов $H = H_{cm.} + h$.

Пример оформления журнала съёмки приведён в табл. 12.

План можно вычерчивать как на листе ватмана формата А1 (один план на всю бригаду), та и на листах формата А4 (на каждого обучающегося).

Само вычерчивание плана включает следующие операции:

- построить координатную сетку с размером квадратов 10×10 см;
- подписать линии координатной сетки;

- с помощью поперечного масштаба нанести на план пункты съёмочного обоснования (пункт стояния теодолита, пункт ориентирования теодолита и, если есть, другие пункты);

- с помощью тахеографа нанести на план все пикеты по их полярным координатам (отсчёту по горизонтальному кругу и горизонтальному положению); пикет обозначить точкой, рядом с которой подписать номер пикета и его отметку с точностью до 0,1 м;

- соединить пикеты прямыми линиями так, чтобы образовались треугольники; по этим линиям скаты (склоны) местности равномерны, то есть не имеют перегибов;

- по всем сторонам треугольников выполнить интерполирование горизонталей, то есть поставить на линиях точки, через которые пройдут горизонталей; некоторые точки можно подписать. Интерполирование горизонталей лучше выполнять с помощью палетки – небольшого листа прозрачной бумаги с нанесёнными на нём параллельными линиями. Расстояние между линиями палетки должно соответствовать крутизне скатов; практически – 10, 5 или 3 мм. Можно подготовить две палетки – одну с расстояниями 10 мм и другую – с расстояниями 5 мм. Оптимальное количество линий палетки – 20 с подписями от 0 м до 19 м при высоте сечения рельефа 1 м и с подписями от 0,0 м до 9,5 м при высоте сечения рельефа 0,5 м;

- провести горизонталей внутри каждого треугольника, соединив точки с одинаковыми отметками; первое проведение горизонталей следует выполнять с учётом их будущей укладки;

- выполнить укладку горизонталей, то есть провести их так, чтобы расстояние между горизонталями были по возможности параллельны и расстояние между горизонталями изменялось постепенно; форма горизонталей – плавные кривые без резких угловатых поворотов;

- провести контурные линии на плане; чёткие контуры – сплошными линиями, нечёткие – пунктирными линиями;

- нарисовать условные знаки объектов местности и заполняющие значки в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500»;

- оформить рамки плана и проставить необходимые подписи.

6. НАПИСАНИЕ ОТЧЁТА О ПРАКТИКЕ

Отчёт об учебной практике по геодезии входит в перечень обязательных документов, предъявляемых бригадой студентов при сдаче зачёта.

Обязательные разделы отчёта:

- введение;
- административно-территориальное положение участка съёмки;
- геодезическая характеристика района работ; климат, гидрография, растительность, почвы и грунты, населённые пункты, дорожная сеть и т.д.

- топографо-геодезическая изученность района работ;
- съёмочное обоснование: выбор метода создания съёмочного обоснования, выбор измерительных приборов, поверки и исследования приборов и оборудования, методики измерений, контроля и допуски при измерениях, оценка качества выполненных измерений;
- заключение.

Дополнительно рекомендуемый раздел – «Научно-исследовательская работа».

При написании отчёта следует пользоваться учебной, нормативной и справочной литературой.

Примерное содержание разделов отчёта.

Введение. Приводятся сведения о сроках и месте проведения практики, о составе бригады и распределении обязательной в бригаде, о целях и задачах практики. Если бригаде было выдано задание, оно помещается во введении.

Административно-теоретическое положение участка съёмки. Указывается полное административное название участка съёмки, начиная с названия государства. Аналогично указывается территориальное положение, начиная с материка.

Географическая характеристика района работ. Данные для написания этого раздела лучше всего выписать из сборника «Районы Новосибирской области» и взять с топографической карты Новосибирской области (масштаба 1:1 000 000) и карты Новосибирского сельского района (масштаба 1:200 000).

Согласно книге «Единые нормы выработки. Полевые работы» продолжительностью полевого периода в Новосибирской области составляет 5 месяцев (с 10 мая по 10 октября). Что касается категорий земляных работ, то её следует выбрать согласно выписке из той же книги:

I категория. Грунт мягкий – разрыхление производится при помощи штыковых лопат:

- а) грунт растительного слоя без коней кустарников и деревьев;
- б) лёсс влажный, естественной влажности и рыхлый;
- в) песок естественной влажности без примесей;
- г) супесь без примесей;
- д) суглинок лёгкий и лёссовидный;
- е) торф без коней кустарников и деревьев.

II категория. Грунт средней твёрдости – разрыхление производится при помощи штыковых лопат с частичным применением кирки:

- а) гравий мелкий и средний;
- б) глина жирная, мягкая;
- в) грунт растительного слоя с корнями кустарников и деревьев или с примесью щебня и гравия;
- г) лёсс влажный, естественной влажности и рыхлый с примесью гравия;

д) песок естественной влажности с примесью щебня или гравия до 40 % гравия;

е) песок сухой, барханный и дюнный;

ж) супесь с примесью щебня или гравия до 40 % объёма;

з) суглинок с примесью щебня или гравия до 40 % объёма;

и) суглинок тяжёлый;

к) солончак и солонец мягкие;

л) торф с корнями;

м) чернозём и каштановый грунт естественной влажности;

н) щебень мелкий.

III категория. Грунт выше средней твёрдости – разрыхление производится кирками и ломом:

а) галька и гравий мелкие и средние с примесью валунов;

б) глина тяжёлая, ломовая;

в) глина мягкая, ломовая с примесью щебня, гальки и валунов;

г) глина сланцевая;

д) лёсс плотный и отвердевший;

е) песок естественной влажности с примесью щебня или гравия более 40 % объёма;

ж) суглинок тяжёлый с примесью щебня, гравия или валунов.

з) супесь с примесью щебня или гравия более 40 % объёма;

и) чернозём и каштановый грунт сухой отвердевший;

к) щебень крупный.

Грунт более высоких категорий на территории Новосибирского сельского района встречается реже, чем грунты перечисленных трёх категорий.

Топографо-геодезическая изученность района работ. Перечисляются все топографические карты и планы, имеющиеся в распоряжении бригады (или руководителя практики), а также категории координат и отметок пунктов, расположенных на территории участка съёмки.

Съёмочное обоснование. Этот раздел является основным техническим разделом отчёта. При его написании используются разного рода инструкции и учебники. Результаты измерений приводятся по фактическим материалам создания съёмочного обоснования.

Заключение. Дается оценка работе каждого члена бригады (в пятибалльной системе до десятых долей балла), указываются замечания об организации практики и о работе различных служб академии, обеспечивающих процесс практики.

7. СДАЧА ОТЧЁТА

Для получения зачёта вся бригада со всеми материалами практики является в назначенное время к руководителю практики. В оценку зачёта входят следующие промежуточные оценки:

- за умение измерять горизонтальные углы (ставится каждому обучающемуся руководителем практики);
- за умение измерять превышения (ставится каждому обучающемуся руководителем практики);
- за объём и качество съёмочного обоснования (ставится всей бригаде руководителем практики);
- за качество и полноту вычерченного топографического плана (ставится руководителем практики всей бригаде или каждому обучающемуся в отдельности);
- за отношение к практике (ставится руководителем практики каждому обучающемуся в отдельности);
- за участие в работе бригады (из отчёта по практике, ставится бригадиром каждому обучающемуся в отдельности).

Эти шесть оценок могут иметь значение от 0,0 до 5,0 до десятых долей балла.

Общий балл подсчитывается для каждого обучающегося в отдельности как сумма всех шести оценок.

Итоговая оценка за практику выставляется:

- «отлично»: общий балл 27,0 и больше;
- «хорошо»: общий балл от 22,2 до 26,9 включительно;
- «удовлетворительно»: общий балл от 16,8 до 22,1 включительно;
- «неудовлетворительно»: общий балл меньше 16,8.

Если обучающийся пропустил по разным причинам не более 4 дней (при продолжительности практики 4 недели), 3 дней (при продолжительности практики 3 недели) и 2 дней (при продолжительности практики 2 недели), то подсчитанная итоговая оценка не изменяется.

Если обучающийся пропустил по разным причинам от 7 до 12 дней (при продолжительности практики 4 недели), от 6 до 9 дней (при продолжительности практики 3 недели) и 5–6 дней (при продолжительности практики 2 недели), то подсчитанная итоговая оценка не может быть выше «удовлетворительно».

Если обучающийся пропустил больше 50 % от продолжительности практики, то независимо от причин пропусков занятий учебная практика по геодезии ему не засчитывается.

За нарушение правил техники безопасности и культурного поведения, за умышленную порчу приборов и оборудования, за хищение материальных ценностей, за саботаж и дезорганизацию работы бригады обучающийся может быть отстранён от практики распоряжением начальника полигона или руководителя практики.

ЛИТЕРАТУРА

Дьяков, Б.Н. Геодезия. Общий курс [Текст]: учеб. пособие для вузов / Б.Н. Дьяков; изд. 2-е, перераб. и доп. Новосибирск: СГГА, 1997, 173 с.

Дьяков, Б.Н., Федорова, Н.В. Учебная практика по геодезии [Текст]: учеб. пособие по геодезии для студентов 1 курса. – Новосибирск: СГГА, 2002. 50 с.

Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов [Текст] // Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР. М.: Недра, 1990. 167 с.

Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [Текст] // Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР. М.: Недра, 1982. 160 с.

Маслов, А.В., Гордеев, А.В., Батраков, Ю.Г. Геодезия [Текст] / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. М.: КолосС, 2006. 589 с.

Неумывакин, Ю.К., Смирнов, А.С. Практикум по геодезии [Текст]: учеб. пособие / Ю.К. Неумывакин, А.С. Смирнов. М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1995. 315 с.

Поклад, Г.Г., Гриднев, С.П. Геодезия [Текст]: учеб. пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев. М.: Академический Проект. 2007. – 592с.

Сборник инструкции по производству поверок геодезических приборов [Текст] // Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР. М.: Недра, 1988. 77 с.

Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [Текст] // Главное управление геодезии и картографии при СМ СССР. М.: Недра, 1989. 286 с.

Электронные ресурсы:

Науки о Земле – Geo-Science [сайт]. URL: www.geo-science.ru.

Геодезия на Аграрном факультете РУДН [сайт]. URL: www.rudngeo.wordpress.com.

АГП Навгеоком [сайт]. URL: www.navgeokom.ru, www.agp.ru.

Журнал «Геопрофи» [сайт]. URL: www.geoprofi.ru.

ГИС Ассоциация [сайт]. URL: www.gisa.ru.

Журнал «Professional Surveyor» [сайт]. URL: www.profsurv.com.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [сайт]. URL: <http://www.tech.ru>.

Министерство экономического развития Российской Федерации [сайт] URL: www.economy.gov.ru.

Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости Российской Федерации [сайт]. URL: <http://www.rosreest.ru>.

Федеральное агентство по управлению государственным имуществом Российской Федерации [сайт]. URL: <http://www.rosim.ru>.

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Московской области [сайт]. URL: www.msh.mosreg.ru/

Некоммерческое партнерство «Кадастровые инженеры» [сайт]. URL: www.roskadastr.ru www.mgi.ru/