

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

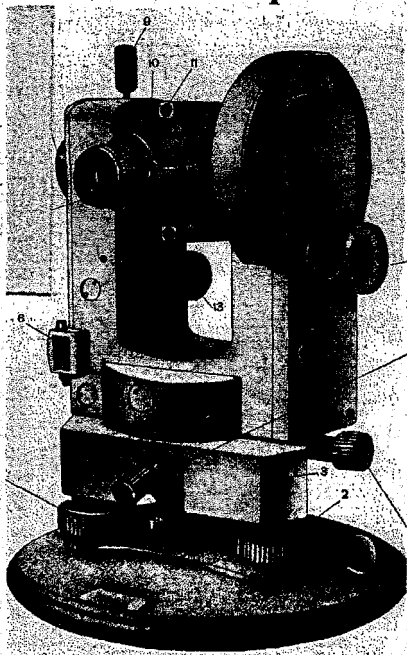
ПО ДИСЦИПЛИНЕ:

"ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ"

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Часть II

"Геодезические работы"



БРЕСТ 1999

Настоящие указания являются практическим руководством при выполнении лабораторных работ и предназначены для студентов специальностей: Т.19.01 "Промышленное и гражданское строительство", Г.11.15 "Архитектура", Т.19.06 "Водоснабжение, водоотведение, очистка природных и сточных вод", С.04.02 "Мелиорация и водное хозяйство".

Одобрены кафедрой оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии. 24 ноября 1998 года, протокол №2

Составители: **А.М.Зеленский**, доцент, к.т.н.
Г.В.Фолитар, ст. преподаватель.

Рецензент: **И.И. Кулеш**, заместитель начальника отдела изысканий ОАО "Брестпроект".

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ТЕОДОЛИТА

Теодолит-геодезический инструмент, предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных углов, а также дальномерных расстояний. На рис.1.1 представлена схема устройства теодолита.

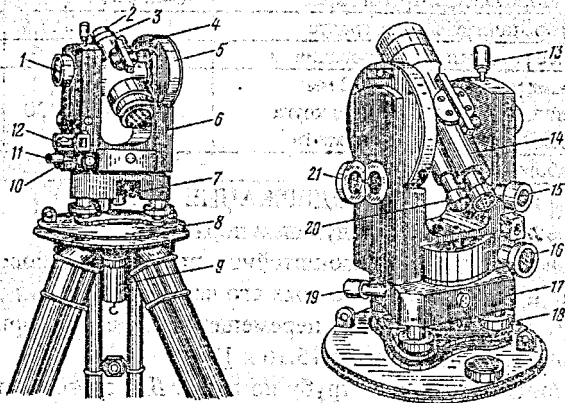


Рисунок 1.1 Устройство теодолита.

1-кремальера; 2-диоптрийное кольцо; 3-колпачек, прикрывающий исправительные винты сетки нитей; 4-оптический визир; 5-вертикальный круг; 6-колонка; 7-закрепительный винт лимба; 8-основание футляра; 9-становой винт; 10-исправительные винты уровня; 11-закрепительный винт алидады; 12-уровень; 13-закрепительный винт зрительной трубы; 14-зрительная труба; 15-наводящий винт зрительной трубы; 16-наводящий винт алидады; 17-подставка; 18-подъемные винты; 19-наводящий винт лимба; 20-окуляр микроскопа; 21-зеркало.

Основными частями теодолита являются горизонтальный и вертикальный круг, зрительная труба, наводящие устройства и отсчетные приспособления.

Теодолиты различаются по точности измерения углов и конструктивным особенностям. Шифр теодолита содержит заглавную букву Т и цифры, соответствующие величине средней квадратической погрешности измерения угла. В зависимости от точности они подразделяются на три категории:

- высокоточные
- точные
- технические.

Основные характеристики теодолитов приведены в табл.1.1

Таблица 1.1 Основные характеристики теодолитов

Название параметра	Тип теодолита					
	T-1	T-2	T-5	T-15	T-30	T-60
Средняя квадратическая погрешность измерения одним приемом, угл. с:						
Горизонтального угла	1	2	5	15	30	60
вертикального угла	1,5	3	12	25	45	-
Увеличение зрительной трубы, крат	30-40	25	25	25	18	15
Угол поля зрения трубы, угл. градус	1	1,5	1,5	1,5	2	-
Наименьшее расстояние визирования, м	5	2	2	1,2	1,2	1
Цена деления уровня, угл. с, на 2 мм:						
при алидаде горизонтального круга	10	15	30	60	60	60
при алидаде вертикального круга	15	20	25	45	-	-
Масса прибора, кг	11	5	4,5	3,5	2,5	2

1.1 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Задание выполняется в следующем порядке:

1. Закрепить теодолит на кронштейне с помощью станкового винта и изучить название и назначение основных его частей, используя при этом теодолит и рис.1.1. Пронаблюдать за перемещением лимба и зрительной трубы при вращении наводящих винтов 15,16 и 19.

2. Установить зрительную трубу по глазу. Для этого поступают следующим образом: наводят трубу на светлый фон и вращением диоптрийного кольца 2 добиваются четкого изображения сетки нитей.

3. Навести зрительную трубу на точку предмета. Для этого открепить винты 11 и 13 и приближенно навести трубу на точку, пользуясь оптическим визиром 4 и закрепить винты 11,13. Затем вращением кремальеры 1 добиться четкого изображения точки и действуя наводящими винтами 15,16 пересечение сетки нитей (рис.1.2) совместить с изображением точки предмета.

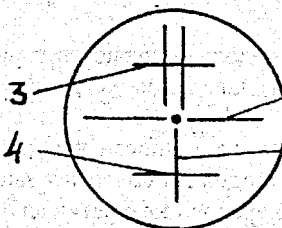


Рисунок 1.2 Поле зрения зрительной трубы теодолита

- 1-вертикальная нить;
- 2-средняя нить;
- 3,4-дальномерные нити.

4. Изучить отсчетные устройства теодолитов и научиться брать отсчеты. В теодолитах Т-30 и 2Т-30 отсчеты берут соответственно по штриховому (рис.1.3) и шкаловому (рис.1.4) микрокопам. В поле зрения микроскопа видны одновременно деления вертикального (В) и горизонтального (Г) кругов. Наименьшее деление лимба для теодолита Т-30 составляет $10'$, а для теодолита 2Т-30 - $1''$.

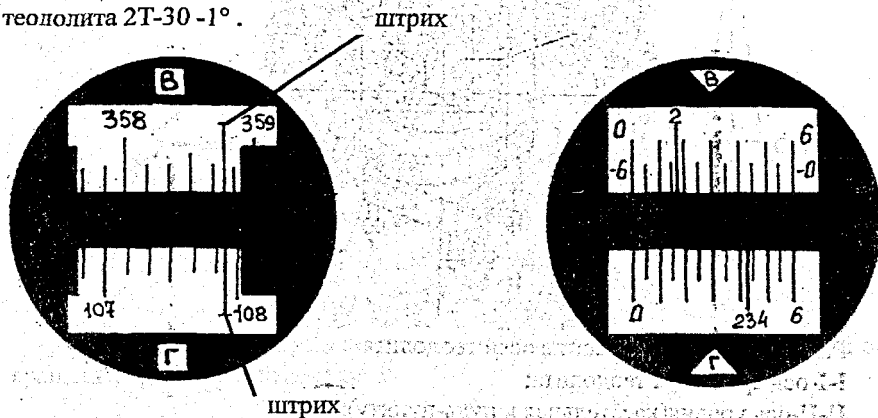


Рисунок 1.3 Поле зрения штрихового микроскопа Т-30. Рисунок 1.4 Поле зрения шкалового микроскопа 2Т-30

Сделать отсчет по микроскопу Т-30 - это значит определить расположение делений лимба относительно одного штриха-индекса. При этом десятые доли делений лимба оцениваются на глаз. На рис.1.3 отсчет по вертикальному кругу $B=358^{\circ}45'$, по горизонтальному кругу $\Gamma=107^{\circ}54'$. Отсчет по микроскопу теодолита 2Т-30 берут по расположению нулевого штриха шкалы относительно градусного деления. На рис.1.4 $B=2^{\circ}17'$; $\Gamma=234^{\circ}43'$.

5. В тетради для лабораторных работ зарисовать полученные отсчеты по горизонтальному кругу теодолитов Т-30 и 2Т-30.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКА ТЕОДОЛИТА

Взаимное расположение частей теодолита должно удовлетворять ряду геометрических условий. Наличие этих условий устанавливают производя проверки инструмента. При обнаружении невыполнения какого-либо условия выполняют юстировку (регулировку) теодолита. Основные оси теодолита показаны на рис.2.1

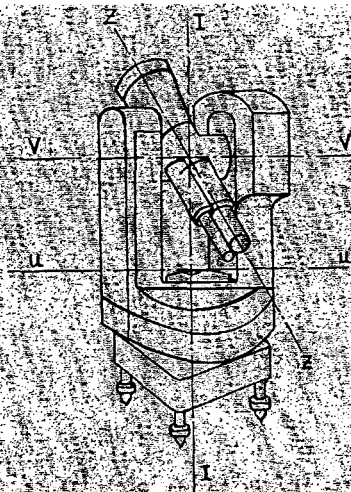


Рисунок 2.1 Расположение осей теодолита.

I-I-ось вращения теодолита;

U-U-ось уровня(касательная к нуль-пункту);

Y-Y-ось вращения зрительной трубы;

Z-Z-визирная ось зрительной трубы (прямая, проходящая через центр объектива и пересечение сетки нитей).

Соблюдение основных требований, которым должен удовлетворять теодолит, проверяется выполнением следующих проверок:

1. Ось цилиндрического уровня U-U должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита I-I.

Поворотом верхней части теодолита (алидады) уровень устанавливается по направлению двух подъемных винтов и, вращая их, приводят пузырек уровня в нуль-пункт. Затем поворачивают уровень на 180° . Если пузырек уровня остался на середине, то условие выполнено (допуск 1 деление уровня). В противном случае на половину отклонения перемещают пузырек уровня к нуль-пункту исправительными винтами уровня, а на оставшуюся часть - подъемными. Далее проверку повторяют.

2. Одна из нитей сетки должна быть параллельна, а другая перпендикулярна к оси вращения теодолита I-I.

Наводят визирную ось трубы на точку и, работая наводящим винтом трубы, наклоняют трубу вверх и вниз. Если при этом точка не будет сходиться с вертикальной нити, то условие выполнено. В противном случае ослабляют стопорный винт крепления окулярного колена к трубе и поворотом окулярного колена добиваются правильного положения сетки нитей. После выполнения юстировки стопорный винт закрепляют.

3. Ось вращения зрительной трубы Y-Y должна быть перпендикулярна к оси теодолита I-I.

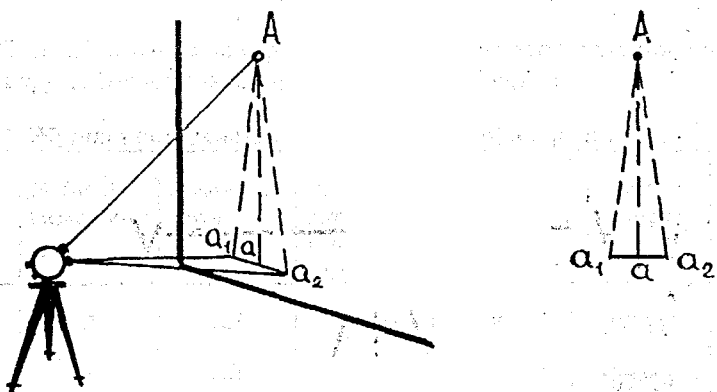


Рисунок 2.2 К определению перпендикулярности горизонтальной оси вращения трубы к оси теодолита.

Устанавливают теодолит в 3-5 м. от стены и наводят на какую-либо высоко расположенную точку А (рис. 2.2) при одном из положений вертикального круга, например, при "круге право". (Здесь и в дальнейшем будем различать два положения вертикального круга по отношению к наблюдателю и зрительной трубе, направленной в сторону наблюдаемого объекта: "круг право" (КП) и "круг лево" (КЛ). Наклоном зрительной трубы проектируют верхнюю точку в нижнюю часть стены (примерно на уровень инструмента), где помощник помечает карандашом проекцию пересечения сетки нитей (точки a_1 и a_2). Условие будет выполнено, если проекции верхней точки при КП и КЛ совпали. В случае несовпадения средняя точка из двух проекций (точка a) будет соответствовать правильному расположению осей. В современных конструкциях теодолитов невыполнение условия может быть устранено только в мастерской или в заводских условиях.

4. Визирная ось трубы $Z-Z$ должна быть перпендикулярна к оси вращения зрительной трубы $Y-Y$.

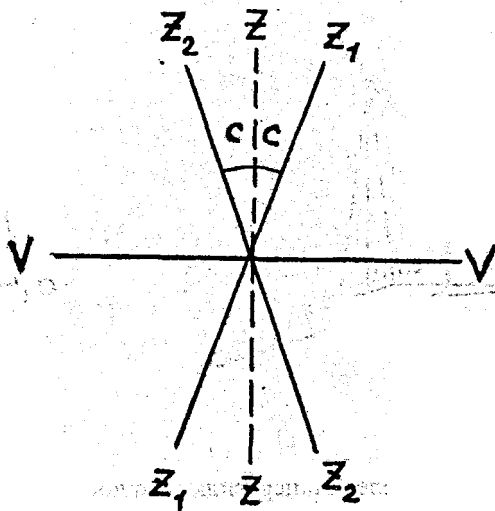


Рисунок 2.3 Коллимационная погрешность.

ZZ -положение визирной оси при соблюдении условия;

Z_1Z_1 и Z_2Z_2 -при несоблюдении условия соответственно при КП и КЛ.

Невыполнение этого условия (рис.2.3) приводит к погрешности в отсчете по лимбу теодолита, которая называется **коллимационной погрешностью С**. Коллимационную погрешность выявляют путем визирования на одну и ту же точку при двух положениях вертикального круга (КП и КЛ). При этом поступают следующим образом:

1. Приводят теодолит в рабочее положение.
2. Закрепляют лимб и, работая винтами алидады и зрительной трубы, наводят визирную ось на точку при одном положении вертикального круга и берут отсчет по горизонтальному кругу.
3. Наводят на ту же точку при другом положении вертикального круга и берут отсчет. Коллимационную погрешность вычисляют по формуле

$$C = 0.5 * (КП - КЛ \pm 180^{\circ}), \quad (2.1)$$

где КП и КЛ -отсчеты по горизонтальному кругу теодолита при соответствующем круге. Отсчеты записывают в журнал (табл.2.1).

Таблица 2.1 Журнал определения коллимационной погрешности

№№ стан-ции	№№ точек визирова-ния	Положение круга	Отсчет по горизонтальному кругу	2С С	Правиль-ный отсчет	Примеча-ние
5	2	КП	27°21'	-6'	27°24'	До исправ-ления
	2	КЛ	207°27'	-3'	207°24'	
5	6	КЛ	226°55'	-5'	226°52.5'	
	6	КП	46°50'	-2.5'	46°52.5'	
5	6	КП	46°52'	-1'		После ис-правления
	6	КЛ	226°53'	-0.5'		

Правильность определения коллимационной погрешности проверяют повторными наблюдениями. Если $|C| \leq 1'$, то условие считается выполненным.

Исправление коллимационной погрешности выполняют следующим образом (рис.2.4):

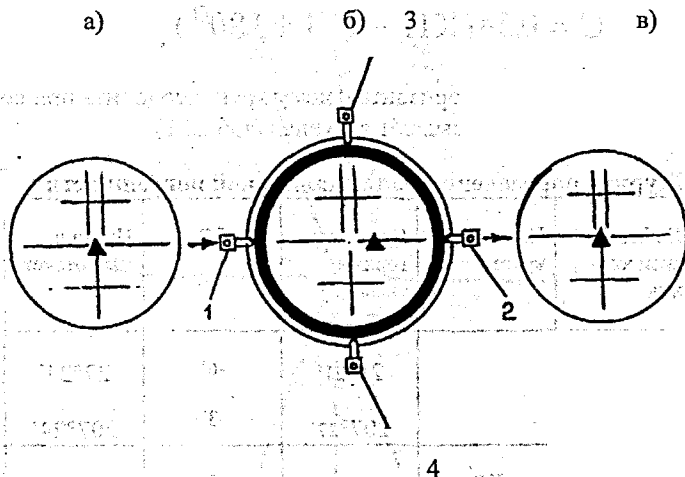


Рисунок 2.4 Порядок исправления коллимационной погрешности.

- а).-до установки правильного отсчета;
- б).-после установки правильного отсчета;
- в).-после исправления коллимационной погрешности.

1.Наводящим винтом алидады устанавливается на лимбе правильный отсчет, вычисленный по формуле:

$$N=(КП+КЛ\pm 180^\circ)*0.5 \quad (2.2)$$

При этом верхняя часть теодолита повернется на угол C , вследствие чего изображение точки в поле зрения трубы сместится с пересечения нитей (рис.2.3,б).

2. Действуя боковыми исправительными винтами 1 и 2 (рис.2.3,б) сетки, последнюю перемещают до совмещения пересечения нитей с изображением точки (рис.2.3,в).

3. После исправления поверку повторяют.

ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ

3.1. Способ отдельного приема.

Для измерения горизонтального угла при неподвижном лимбе вращением алидады последовательно наводят зрительную трубу на точки B^1 и C^1 местности (рис.3.1), при этом коллимационная плоскость последовательно проходит через стороны AB^1 и AC^1 измеряемого угла, т.е. совмещается с плоскостями P и N . С помощью отсчетного приспособления делаются отсчеты по лимбу b_1 и c_1 , а измеряемый угол вычисляют как разность отсчетов $\beta = b_1 - c_1$.

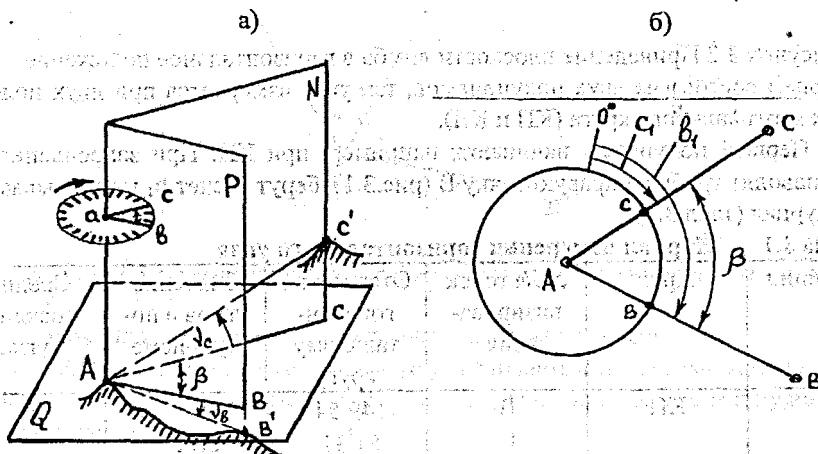


Рисунок 3.1 Схема измерения углов на местности.

Для измерения угла при точке А (рис.3.1) поступают следующим образом:

1. Устанавливают теодолит над точкой А и приводят его в рабочее положение, т.е. центрируют при помощи нитяного или оптического отвеса с ошибкой 0,5-1 см и нивелируют (горизантируют) при помощи уровня. Для этого устанавливают уровень по направлению двух подъемных винтов, например, 1-2 (рис.3.2,а). Вращая подъемные винты 1 и 2 в противоположных направлениях, устанавливают пузырек на середину ампулы. Затем теодолит поворачивают на 90° (рис.3.2,б) и, вращая винт 3, приводят пузырек в нуль-пункт. При исправном уровне при любом его положении пузырек должен оставаться на середине (в нуль-пункте).

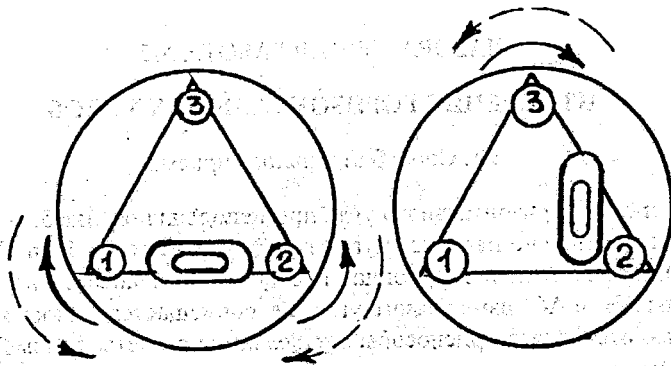


Рисунок 3.2 Приведение плоскости лимба в горизонтальное положение.

Прием состоит из двух полуприемов, т.е. угол измеряется при двух положениях вертикального круга (КП и КЛ).

2. Первый полуприем начинают, например, при КП. При закрепленном лимбе наводят трубу на правую точку В (рис.3.1), берут отсчет b_1 и записывают его в журнал (табл.3.1)

Таблица 3.1 Журнал измерения горизонтального угла

№ станции	Круг	№№ точек визирования	Отсчеты по горизонтальному кругу	Значение углов в полуприеме	Среднее значение угла
А	КП	В	149°54'	68°17'	68°17'30"
		С	81°37'		
А	КЛ	В	327°26'	68°18'	
		С	259°08'		

3. Наводят трубу на точку С и берут отсчет c_1 . Угол β_1 , полученный при КП, вычисляют по формуле:

$$\beta_1 = b_1 - c_1 \quad (3.1)$$

В примере табл.3.1. $\beta_1 = 149^\circ 54' - 81^\circ 37' = 68^\circ 17'$.

4. Перед вторым полуприемом смещают лимб на 2-3° и закрепляют. Переводят трубу через зенит и уже при КЛ в той же последовательности, как и в первом полуприеме, визируют на точки В и С, берут соответственно отсчеты b_2 и c_2

$$\beta_2 = b_2 - c_2 \quad (3.2)$$

В примере $\beta_2 = 327^\circ 26' - 259^\circ 08' = 68^\circ 18'$.

В случае, если отсчет на правую точку меньше отсчета на левую, к нему прибавляют 360°.

5. При $|\beta_1 - \beta_2| \leq 1'$ из двух значений угла вычисляют среднее

$$\beta = (\beta_1 + \beta_2) / 2 \quad (3.3)$$

$$\beta = (68^\circ 17' + 68^\circ 18') / 2 = 68^\circ 17' 30''$$

В табл.3.2

3.2 Способ круговых приемов

Способ круговых приемов используют в случае, когда в одной точке сходятся более двух направлений (рис.3.3).

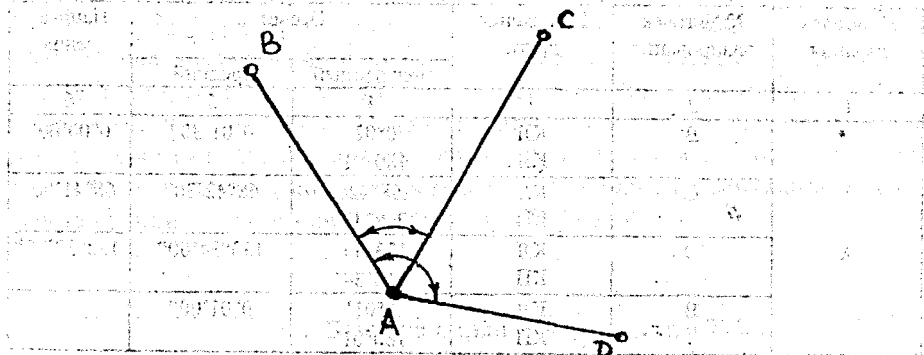


Рисунок 3.3 Схема измерения горизонтальных углов способом круговых приемов.

Измерения выполняют в следующей последовательности:

1. Рабочее положение теодолита устанавливают при КЛ. Работая винтами алидады отсчет по горизонтальному кругу устанавливают близким к нулю и закрепляют алидаду.

2. Работая винтами лимба визирную ось наводят на точку, принятую за исходную (например В). Закрепляют лимб и проверяют отсчет. Он должен остаться близким к нулю. Полученный отсчет записывают в графу 4 (табл.3.2).

3. При закрепленном лимбе вращают алидаду по ходу часовой стрелки, поочередно наводя визирную ось на точки С, Д и снова на В и берут при этом отсчеты по горизонтальному кругу, которые записывают в графу 4 (табл.3.2).

4. Устанавливают рабочее положение теодолита КП, наводят на точку В, и вращая теодолит против хода часовой стрелки визируют на точки Д, С и В. Отсчеты записывают в графу 4 снизу вверх. Вычисляют средние значения отсчетов, полученных при КЛ и КП по формуле:

$$N = (КЛ + КП - 180^\circ) / 2, \quad (3.4)$$

которые записывают в графу 5.

В графе 6 получают направления, подсчитанные по формуле:

$$n_i = N_i - N_1,$$

(3.5)

где $i=1,2,3$ -номера направления.

Таким образом в примере (табл.3.2) угол $BAC=68^{\circ}41'00''$; угол $BAD=133^{\circ}32'30''$

Таблица 3.2 Журнал измерения горизонтальных углов способом круговых приемов.

№№ точек стояния	№№ точек визирования	Положение круга	Отсчет		Направление
			полученный	средний	
1	2	3	4	5	6
А	В	КЛ	0°02'	0°01'30"	0°00'00"
		КП	180°01'		
	С	КЛ	68°42'	68°42'30"	68°41'00"
		КП	248°43'		
	D	КЛ	133°34'	133°34'00"	133°32'30"
		КП	313°34'		
В	КЛ	0°01'	0°01'00"		
	КП	180°01'			

Изучение устройства вертикального круга теодолита Т-30, 2Т-30.

Место нуля вертикального круга.

Вертикальный круг теодолита предназначен для измерения вертикальных углов. Угол (v_c и v_b , рис.3.1 а), образованный горизонтальной плоскостью Q и направлением визирной оси зрительной трубы теодолита (АС и АВ) называется вертикальным углом v (углом наклона). Лимб вертикального круга неподвижно скреплен с осью вращения зрительной трубы и вращается вместе с ней, а отсчетный индекс остается неподвижным при любом положении зрительной трубы. Отсчет по вертикальному кругу при горизонтальном положении визирной оси называется "место нуля" (МО).

4.1. Вертикальный круг теодолита Т-30.

Вертикальный круг теодолита Т-30 скреплен с зрительной трубой по диаметру 90° - 270° и оцифрован против хода часовой стрелки от 0° до 360° . На рис.4.1 показаны два положения вертикального круга при наведении на одну и ту же точку при КЛ (рис.4.1,б) и КП (рис.4.1,а).

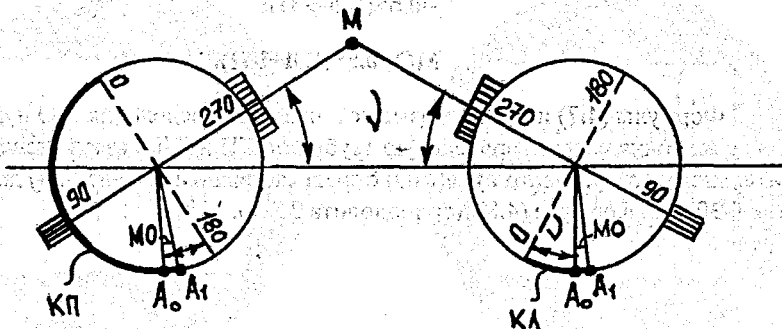


Рисунок 4.1 Положение вертикального круга теодолита Т-30 при КП и КЛ.

На рис.4.1 A_0 положение отсчетного индекса при отсутствии МО и A_1 - при наличии МО. Из рисунка следует, что

$$v = \text{КЛ} - \text{МО} \quad (4.1)$$

$$v = 180^\circ - \text{КП} + \text{МО}, \quad (4.2)$$

где КЛ и КП- отсчеты по вертикальному кругу при соответствующем круге.

Решим выражения (4.1) и (4.2) относительно v и МО, получим

$$v = 0.5 * (\text{КЛ} - \text{КП} + 180^\circ), \quad (4.3)$$

$$\text{МО} = 0.5 * (\text{КЛ} + \text{КП} - 180^\circ). \quad (4.4)$$

4.2. Вертикальный круг теодолита 2Т-30.

Вертикальный круг теодолита 2Т-30 скреплен с зрительной трубой по диаметру $90^\circ-90^\circ$ и оцифрован в обе стороны от 0° до 90° . Против хода часовой стрелки нанесены положительные деления, а по ходу часовой стрелки- отрицательные(рис.4.2). По рисунку

$$v = \text{КЛ} - \text{МО} \quad (4.5)$$

$$v = \text{МО} - \text{КП} \quad (4.6)$$

Решая (4.5) и (4.6) относительно v и МО, получим:

$$v = 0.5 * (\text{КЛ} - \text{КП}); \quad (4.7)$$

$$\text{МО} = 0.5 * (\text{КЛ} + \text{КП}). \quad (4.8)$$

Формулы (4.7) и (4.8) показывают, что для определения МО нужно на одну и ту же точку навести зрительную трубу при КП и КЛ и взять отсчеты по вертикальному кругу. Место нуля(МО) определяется по формуле (4.4) для теодолита Т-30 и по формуле (4.8) для теодолита 2Т-30.

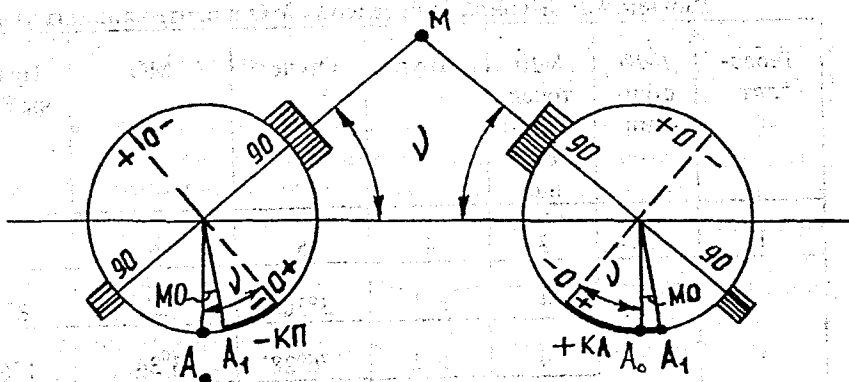


Рисунок 4.2 Положение вертикального круга теодолита 2Т-30 при КИ и КП.

Шкала вертикального круга имеет два ряда цифр: по верхнему ряду со знаком плюс, по нижнему - со знаком минус. Оцифровку подписей по верхнему ряду берут тогда, когда в пределах шкалы находится штрих лимба со знаком плюс, а по нижнему ряду - когда штрих лимба имеет знак минус. Следует учесть, что подписи верхней шкалы возрастают слева-направо, нижней-справа-налево. Отсчеты по вертикальному кругу: $2^{\circ}23'$ (рис.4.3,а); $-7^{\circ}05'$ (рис.4.3,б).

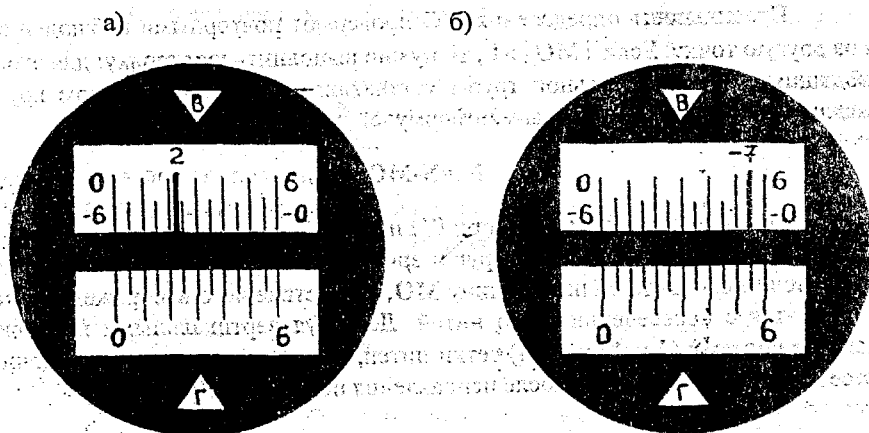


Рисунок 4.3 Поле зрения отсчетного микроскопа теодолита 2Т30 при положительном (а) и отрицательном (б) угле наклона трубы.

Результаты измерений и вычисления записывают в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 Журнал определения МО и вертикальных углов

Теодолит	№№ станций	№№ точек визи-рования	Круг	Отсчет	МО	Правиль-ный отсчет
1	2	3	4	5	6	7
Т-30	12	4	КЛ	3°36'	2'	3°34''
		4	КП	176°28'	3°34'	176°26'
		5	КЛ	2°45'	1'30''	2°43'30''
		5	КП	177°18'	2°43'30''	177°16'30''
2Т-30	14	6	КЛ	4°17'	-30''	4°17'30''
		6	КП	-4°18'	4°17'30''	-4°17'30''
		5	КЛ	3°48'	-1'	3°49'
		5	КП	-3°50'	3°49'	-3°49'

Правильность определения МО проверяют повторными наблюдениями на другую точку. Если $|\text{МО}| > 1'$, то нужно выполнить юстировку: для этого наводящим винтом зрительной трубы устанавливают на вертикальном круге правильный отсчет, вычисленный по формуле:

$$N_0 = N - \text{МО}, \quad (4.9)$$

где N-полученный отсчет при КП и КЛ.

При этом вертикальный круг и зрительная труба повернутся относительно отсчетного индекса на величину МО, вследствие чего изображение точки сместится с пересечения сетки нитей. Действуя вертикальными исправительными винтами (3 и 4 рис. 2.4) сетки нитей, ее перемещают до совмещения пересечения нитей с точкой. После исправления поверку повторяют.

Тахеометрическая съемка (полевые работы)

Тахеометрическая съемка местности- это съемка, в результате которой получают план с изображенным на нем рельефом в виде горизонталей. При этом плановое положение точек определяют относительно точек съемочного обоснования полярным способом, а высотное- тригонометрическим нивелированием.

В аудиториях 209,213 в качестве съемочного обоснования используются кронштейны для установки инструментов и визирные цели (марки) на стенах аудиторий. В качестве снимаемых точек (пикетов) используются подвешенные нивелирные рейки.

При тахеометрической съемке все измерения выполняются при положении вертикального круга при КЛ. Плановое положение пикета определяют по измеренному наклонному расстоянию нитяным дальномером и отсчету по горизонтальному кругу ГК. Превышение вычисляют по углу наклона v и расстоянию D (рис.5.1). Угол наклона вычисляют по формуле:

$$v = \text{КЛ} - \text{МО}, \quad (5.1)$$

где КЛ-отсчет по вертикальному кругу теодолита;

МО-место нуля вертикального круга.

Значение отметки пикета вычисляют по формуле:

$$H = H_{\text{ст.}} + h, \quad (5.2)$$

где $H_{\text{ст.}}$ -отметка станции;

h -превышение между станцией и пикетом, которое вычисляют по формуле:

$$h = h + i - v, \quad (5.3)$$

$$h = 1/2 * D * \sin 2v, \quad (5.4)$$

где i -высота инструмента;

v -высота наведения.

Горизонтальное положение вычисляется по формуле:

$$d = D * \cos^2 v. \quad (5.5)$$

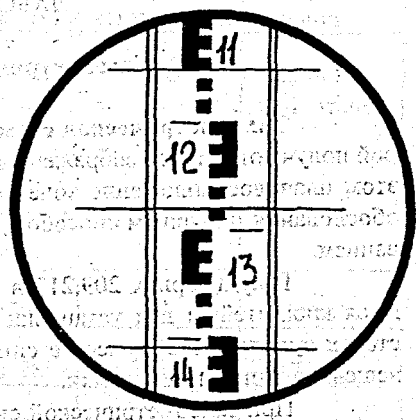
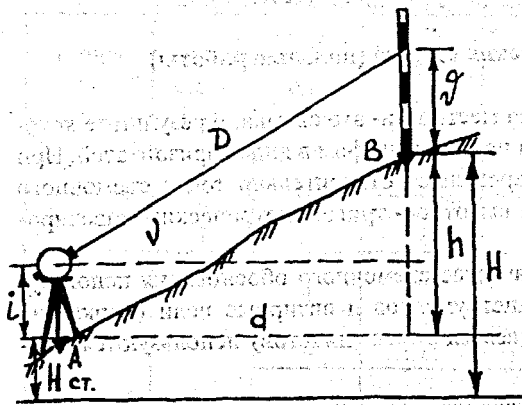


Рисунок 5.1 Схема тригонометрического нивелирования

Рисунок 5.2 Определение расстояния нитяным дальномером

Работу выполняют в следующем порядке:

1. Теодолит, установленный на кронштейне, приводят в рабочее положение и измеряют его высоту i нивелирной рейкой с точностью до 0.01м. Все измерения записывают в журнал тахеометрической съемки (табл.5.1).
2. Определяют значение МО вертикального круга и записывают его в журнал.

Таблица 5.1 Журнал тахеометрической съемки

Станция № 12

$H_{ст.}=100.00м.$

Отсчет: $KП=3^{\circ}56'$

Ориентир. на т.6

$i=1.30$

$KП=176^{\circ}06'$

$МО=1'$

№ пикетов	Дальномерное расстояние D, м	Высота наведения V, м	Отсчет		$v=KП-МО$	Горизонтальное проложение d, м	$h'=0,5D\sin 2v$	i-v	$h=h'+i-v$	$H=H_{ст.}+h$
			ГК	ВК						
1	47.0	1.00	304°15'	0°15'	+0°15'	47.0	+0.20	+0.3	+0.5	101.5
2	45.3	1.40	320°40'	359°11'	-0°10'	45.3	-0.92	-0.10	-1.02	98.98

Рабочее положение теодолита устанавливают при КЛ.

3. Работая винтами алидады, отсчет по горизонтальному кругу устанавливают равным нулю, закрепляют алидаду и, работая винтами лимба, визирную ось зрительной трубы наводят на марку. Этот процесс называется ориентированием лимба. Далее работают только винтами алидады.

4. Наводят среднюю нить на какую-либо высоту наведения v (по усмотрению наблюдателя) и записывают отсчет по средней нити в графу 3. Берут отсчет по вертикальному и горизонтальному кругам, которые записывают в соответствующие графы 4 и 5.

5. Определяют дальномерное расстояние от теодолита до рейки с точностью до 0.1м., при этом удобно нижнюю дальномерную нить наводящим винтом трубы совместить с ближайшим дециметровым или полудециметровым делением (на рис.5.2 совмещено с 1150), а по верхней берут отсчет (1410). Разность отсчетов в сантиметрах умножают на коэффициент 100 и получают расстояние. На рис.5.2 $141.0-115.0=26.0$ см. Полученное расстояние $D=26.0$ м. записывают в графу 2 табл.5.1.

6. Выполняют обработку журнала тахеометрической съемки (табл.5.1). Вычисления в графах 6-11 выполняют по формулам (5.1)-(5.5). В процессе лабораторной работы каждый студент должен выполнить измерения не менее 3-х пикетов и нанести их на абрис (рис.5.3).

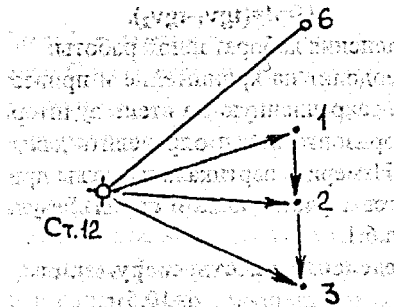


Рисунок 5.3 Абрис тахеометрической съемки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Определение высоты сооружения

Для определения высоты сооружения теодолит устанавливают над точкой С (рис.6.1), удаленной от сооружения примерно на 2/3 его высоты. Из-

меряют вертикальные углы (v_1 и v_2) на верхнюю В и нижнюю А точки сооружения при двух положениях вертикального круга.

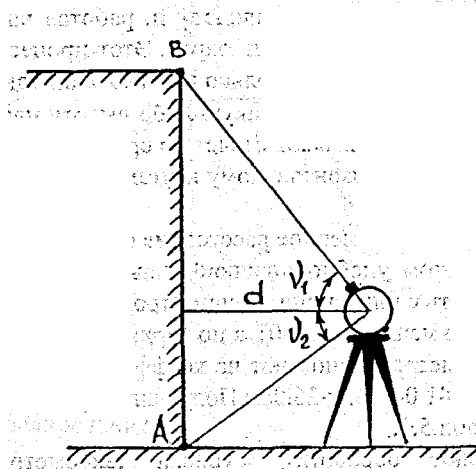


Рисунок 6.1 Определение высоты сооружения.

Расстояние d измеряют с точностью $1/2000$. Высоту сооружения вычисляют по формуле:

$$H = d * (tg v_1 - tg v_2) \quad (6.1)$$

Порядок выполнения лабораторной работы:

Установить теодолит на кронштейне и привести его в рабочее положение. Выбрать марку, закрепленную на стене аудитории, поставить зрительную трубу примерно горизонтально и определить дальномерное расстояние d от теодолита до стены. Измерить вертикальные углы при двух положениях круга на марку и на низ стены (линия пола и стены). Результаты измерений и вычислений занести в табл. 6.1.

Таблица 6.1 Определение высоты сооружения $d=10.5м.$

№№ точек	№№ точек визирования	Положение круга	Отсчет по вертикальному кругу	МО Вертикальный угол v	$tg v$	$d * tg v$
1	2	3	4	5	6	7
11	5	КЛ	+13°30'	+1'		
	5	КП	-13°28'	+13°29'	0.23977	2.52м.
	пол	КЛ	-1°25'	+1'		
	пол	КП	+1°27'	-1°26'	-0.02502	-0.26м.

$$H = d * (tg v_1 - tg v_2) = 2.52 - (-0.26) = 2.78м.$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Подготовка геодезических данных для выноса проекта в натуру полярным способом

Способ полярных координат применяется, если сооружение находится вблизи геодезической разбивочной сети и окружающая его местность удобна для производства линейных измерений.

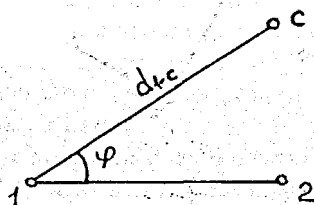


Рисунок 7.1 Способ полярных координат.

Положение точки C на местности определяют установив на т.1 теодолит и отложив от направления 1-2 угол φ , а от пункта 1 расстояние d_{1C} (рис.7.1). Разбивочными элементами для данного способа являются угол φ и расстояние d_{1C} .

Исходным материалом для подготовки является план участка местности, (расчетно-графическая работа № 1), на котором студент проектирует карандашом сооружение размером 3×4 см. В масштабе плана так, чтобы оси сооружения не совпадали с направлением координатных осей, а точки осей не совпадали с точками исходной основы и с пересечениями координатной сетки (рис.7.2), выбирает самостоятельно ось сооружения, которая будет выноситься в натуру и от каких точек исходной основы она будет выноситься.

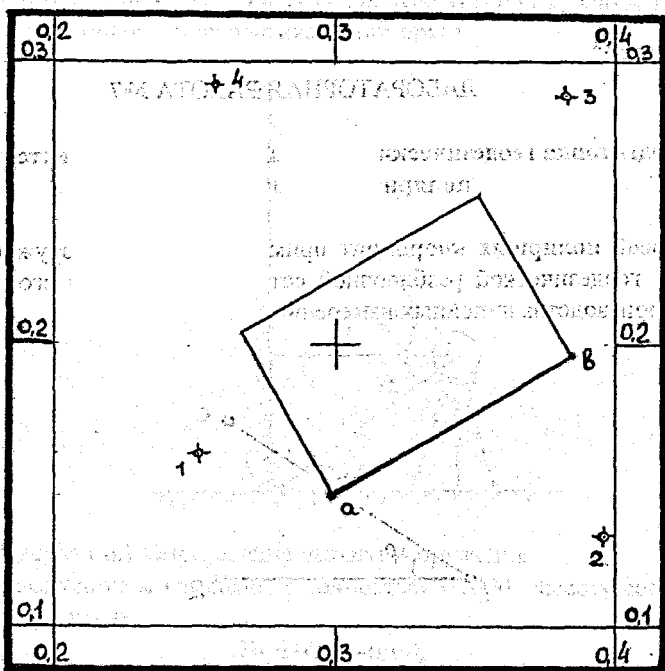


Рисунок 7.2 План участка местности и проект сооружения.

Далее делается вспомогательный чертеж в произвольном масштабе в тетради для лабораторных работ, поясняющий схему определения разбивочных элементов.

Например, ось а-в сооружения намечена выноситься от точек 1 и 2. Вспомогательный чертеж будет иметь вид, показанный на рис.7.3: Здесь схематически показываются схемы определения разбивочных углов ϕ_1 и ϕ_2 по дирекционным углам и показаны необходимые расстояния $d_{1-а}$ и $d_{2-б}$ для определения на местности точек а и б.

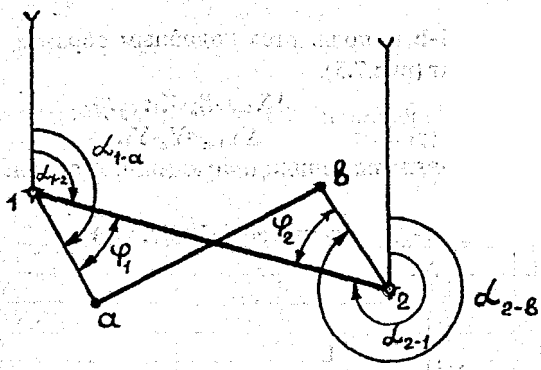


Рисунок 7.3 Вспомогательный чертёж.

Все графические операции по определению координат точек **a** и **b** оси выполняются на плане (рис.7.2). Для этого используется масштабная линейка и измеритель. Для нахождения дирекционных углов и расстояний решается обратная геодезическая задача. Для этого:

1. Определяют прямоугольные координаты точек **a** и **b** оси (X_a, Y_a, X_b, Y_b). Из точки **a** (рис.7.4) опускают перпендикуляры на оси координатной сетки. Длины ΔX и ΔY перпендикуляров измеряют с точностью масштаба плана с помощью измерителя и масштабной линейки. Пример: $X_a = 0.1 \text{ км} + \Delta X = 100 \text{ м} + \Delta X$, $Y_a = 0.2 \text{ км} + \Delta Y = 200 \text{ м} + \Delta Y$.

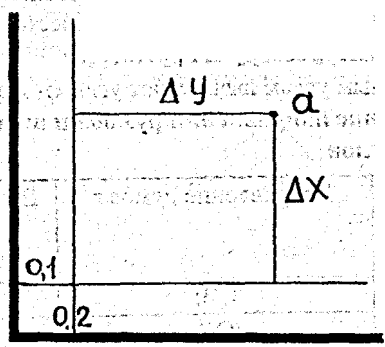


Рисунок 7.4 Схема определения прямоугольных координат.

2. Из ведомости вычисления координат точек теодолитного хода выписываются координаты точек **1** и **2** (X_1, Y_1, X_2, Y_2).

3. По формулам обратной геодезической задачи находят дирекционные углы α_{1-2} и α_{2-1} и расстояние d_{1-2} для направления **1-а** (здесь и в дальнейшем будем рассматривать одно направление **1-а**). Решение обратных задач по

направлениям 1-2 и 2-b выполняются подобным образом. Для этого находят приращения координат (рис.7.5).

$$\Delta X_{1-a} = X_a - X_1; \quad (7.1)$$

$$\Delta Y_{1-a} = Y_a - Y_1. \quad (7.2)$$

По вычисленным значениям приращений координат определяют румб линии 1-a (r_{1-a}).

$$r_{1-a} = \arctg(\Delta Y_{1-a} / \Delta X_{1-a}) \quad (7.3)$$

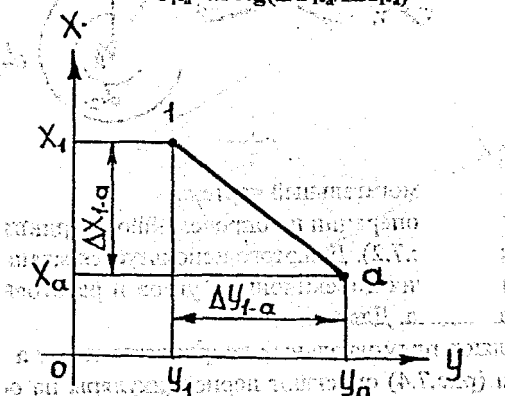


Рисунок 7.5 К решению обратной геодезической задачи.

Направление румба определяют по знакам приращений координат. По румбам находят дирекционный угол направления (табл.7.1). Далее по известным румбам и приращениям координат вычисляют расстояния

$$d_{1-a} = \Delta X_{1-a} / \cos r_{1-a} = \Delta Y_{1-a} / \sin r_{1-a}. \quad (7.4)$$

4. По дирекционным углам вычисляют углы ϕ_1 и ϕ_2 (рис.7.3).

Таблица 7.1 Определение направлений румбов и вычисление дирекционных углов

Знаки приращений		Направление румба r	Вычисление дирекционного угла α
ΔX	ΔY		
+	+	СВ:	$\alpha = r$
-	+	ЮВ:	$\alpha = 180^\circ - r$
-	-	ЮЗ:	$\alpha = 180^\circ + r$
+	-	СЗ:	$\alpha = 360^\circ - r$

Вычисления по решению обратной геодезической задачи рекомендуется выполнять на микрокалькуляторе или с использованием таблиц тригонометрических функций с оформлением результатов в виде табл.7.2.

Таблица 7.2 Расчет разбивочных элементов переноса в натуру осей сооружения

№ пп.	Формулы и обозначения	Направления		
		1-а	2-б	1-2
1	Y_a	299.80	384.17	394.36
2	Y_1	250.36	394.36	250.36
3	$\Delta Y_{1-a} = Y_a - Y_1$	+49.44	-10.19	+144.00
4	X_a	144.04	195.46	131.08
5	X_1	161.25	131.08	161.25
6	$\Delta X_{1-a} = X_a - X_1$	-17.21	+64.38	-30.17
7	$\text{tg} r_{1-a} = \Delta Y_{1-a} / \Delta X_{1-a}$	2.87275	0.15828	4.77295
8	$r_{1-a} = \arctg(\Delta Y_{1-a} / \Delta X_{1-a})$	ЮВ:70°48'30"	СЗ:8°59'30"	ЮВ:78°10'00"
9	α_{1-a}	109°11'30"	351°00'30"	101°50'00"
10	$\sin r_{1-a}$	0.94444	0.15633	0.97875
11	$\cos r_{1-a}$	0.32875	0.98770	0.20506
12	$d_{1-a} = \Delta Y_{1-a} / \sin r_{1-a}$	52.35	65.18	147.13
13	$d_{1-a} = \Delta X_{1-a} / \cos r_{1-a}$	52.35	65.18	147.13
14	φ	$\varphi_1 = 7^\circ 21' 30''$	$\varphi_2 = 69^\circ 10' 30''$	$\alpha_{2-1} = 281^\circ 50' 00''$
15	дср	52.35	65.18	147.13

Примечание: в графе "Формулы и обозначения" обозначения даны применительно к направлению 1-а. При решении задач с другими направлениями следует заменить соответствующие обозначения.

4. Составляют разбивочный чертеж, на котором выписывают все необходимые данные для разбивки сооружения на местности.

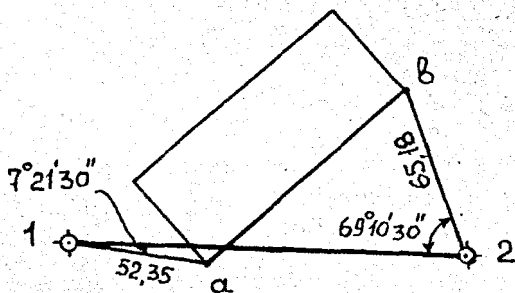


Рисунок 7.6 Разбивочный чертеж.

Учебное издание

Составили: Зеленский Алексей Михайлович
Фолитар Георгий Владимирович

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ»
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ. ЧАСТЬ 2
«ТЕОДОЛИТНЫЕ РАБОТЫ»**

Ответственный за выпуск: Фолитар Г.В.
Редактор: Строкач Т.В.

Подписано к печати 24.11.98 г. Формат 60x84 1/16 Бумага писч. Усл. п.л. 1,6 Уч. изд.
л. 1,75 Тираж 150 экз Заказ № 510. Бесплатно. Отпечатано на ризографе Брестского
политехнического института. 224017. Брест, ул. Московская, 267.