

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

"БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Кафедра оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА

ПО

ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ

(ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЪЁМКИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ. Часть I.



БРЕСТ 2002

УДК 528.74

Настоящие методические указания являются практическим руководством при прохождении учебной геодезической практики и предназначены для студентов специальностей: 70.01.01 – "Производство строительных изделий и конструкций", 70.02.01 – "Промышленное и гражданское строительство", 70.03.01 – "Автомобильные дороги", 70.04.03 – "Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов", 74.05.01 – "Мелиорация и водное хозяйство".

Методические указания одобрены кафедрой оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии 2 февраля 2001 г,
протокол № 5

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

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

Учреждение образования

© «Брестский государственный технический университет» 2002

Раздел 1. Общие положения

1.1 Цель, задачи и организация практики

Учебная геодезическая практика по геодезии предназначена для закрепления теоретических знаний, полученных студентами на первом курсе обучения, для детального изучения инструментов и приобретения практических навыков работы с ними в полевых условиях при промышленном, гражданском, дорожном и гидромелиоративном строительстве, для получения навыков организации работ и оформления полевой документации.

Учебная практика проводится академической группой под руководством преподавателя. Для выполнения отдельных видов работ группа делится на бригады по 5-6 человек. В бригадах назначаются бригадиры из числа наиболее успевающих, дисциплинированных студентов, имеющих организаторские способности. Бригадиры занимаются организацией работ в своих бригадах.

Для ежедневного учета выполненной работы отдельными студентами и бригадой в целом ведется дневник, в который записывают полученные инструменты, фамилии студентов, ответственных за их сохранность, календарный план работ и его ежедневное выполнение. Записи в дневнике должны быть краткими, четкими, аккуратными, с достаточной полнотой освещающими весь ход работы.

Дневник должен находиться на месте работы бригады

До начала практики изучаются правила безопасного ведения топографо-геодезических работ на территории геополигона. Руководитель группы проверяет знания и составляет акт инструктажа по технике безопасности.

Лица, не прошедшие инструктаж по технике безопасности, к учебной практике не допускаются.

Инструменты и принадлежности бригада получает в присутствии руководителя. При получении необходимо обращать внимание на исправность и комплектность инструментов. По окончании практики инструменты сдаются в геокамеру в исправном состоянии.

Ответственность за сохранность инструментов несет бригада в целом.

Для прохождения практики бригадир составляет график чередования. График должен предусматривать равномерное выполнение каждым студентом всех видов работ и отдельных операций.

Бригада самостоятельно выполняет все виды геодезических работ, предусмотренные программой и установленные для них сроки (табл.1.1) Обязательным условием является выполнение каждым студентом всех видов работ.

В конце практики бригады представляют отчет по полевым и камеральным работам. При выполнении, всех видов работ, предусмотренных программой, проводится зачет по *пятибалльной* системе.

1.2. Тренировочные работы

Началу каждого нового вида работ предшествуют тренировочные работы. Цель тренировочных работ – обучение студентов правильному, сознательному выполнению предстоящих геодезических работ.

Объем тренировочных работ устанавливается руководителем в зависимости от степени подготовленности бригады, ее отдельных членов и сложности предстоящей работы.

1.3 Инструменты, снаряжение и принадлежности

Для выполнения работ каждая бригада получает в геокамере, готовит самостоятельно или приобретает следующие инструменты и принадлежности:

Получает в геокамере:

- | | |
|------------------------|---------------------------------|
| 1. Теодолит | 1 комплект |
| 2. Нивелир | 1 комплект |
| 3. Мензульный комплект | 1 комплект (для спец. 74.05.01) |
| 4. Лента мерная | 1 шт. |
| 5. Вешки | 3 шт. |
| 6. Топоп | 1 шт. |

Готовит самостоятельно:

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Колья | 15-20 штук |
| 2. Журнал измерения горизонтальных углов | 1 |
| 3. Журнал технического нивелирования | 1 |
| 4. Журнал тахеометрической съемки | 1 |
| 5. Журнал мензульной съемки | 1 (для спец. 74.05.01) |
| 6. Пикетажный журнал | |

Таблица 1.1

Перечень работ и предусмотренные для них сроки выполнения

№№ п/п	Виды работ	Ед. изм.	Специальность						
			70.01.01		70.04.03		74.05.01		
			Объем	Число дней	Объем	Число дней	Объем	Число дней	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Изучение правил техники безопасности и получение инструмента			1,0		1,0			1,0

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	Поверки инструментов. Тренировочные измерения. Компарирование лент.			1,0		1,0		1,0
3.	Создание планово-высотного обоснования: а) создание планового обоснования (измерение углов и длин линий теодолитного хода) б) техническое нивелирование вдоль теодолитного хода в) камеральная обработка результатов измерений	Точ.	7-8	1,0	7-8	1,0	7-8	1,0
		Точ.	7-8	1,0	7-8	1,0	7-8	1,0
				0,5		0,5		0,5
4.	Теодолитная и тахеометрическая съемки (масштаб 1:1000) а) теодолитная б) тахеометрическая в) камеральная обработка съемок	га	5-8	3,0			4-5	2,5
		га	5-8	5,0			4-5	3,5
				3,0	-			2,0
5.	Изучение элементов мензуральной съемки			-		-		3,0
6.	Нивелирование поверхности по квадратам (квадраты 10x10 м)	кв.	25	1,0	25	2,0	25	1,0
7.	Геодезические работы при изысканиях для сооружений линейного типа	Км угл. по- пер.	10 2-3 2-3	2,5	1,4 1,0 2-3	3,0	1,0 2-3 2-3	2,5
8.	Решение типовых инженерно-геодезических задач	за- дачи	4	2,0	2	0,5	4	2,0
9.	Неплановые работы			2,0		1,0		2,0
10.	Сдача инструментов			0,5		0,5		0,5
11.	Сдача работ. Зачет			0,5		0,5		0,5
	ВСЕГО			24		12		24

1.4 Поверки геодезических инструментов.

Компарирование мерных лент

Поверки каждого прибора выполняются бригадой многократно, до овладения каждым студентом всеми приемами поверок. Результаты поверок записываются в особую тетрадь, где фиксируются результаты поверки каждым студентом.

1.4.1 Поверки и юстировка теодолита.

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

1. Ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.

Поворотом верхней части теодолита (алиадады) 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 поверку повторяют.

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

Наводят визирную ось трубы на точку и, работая наводящим винтом трубы, наклоняют трубу вверх и вниз. Если при этом точка не будет сходить 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 должна быть перпендикулярна к оси теодолита.

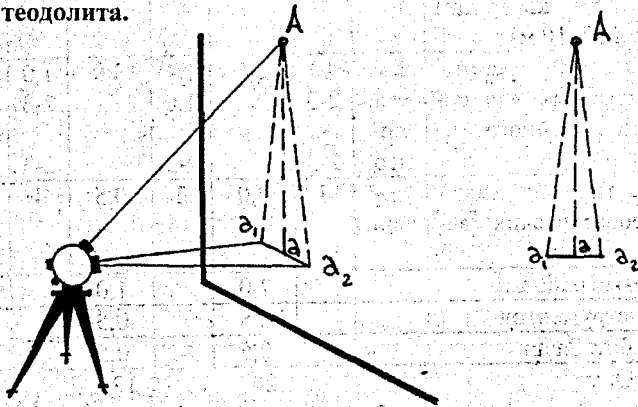


Рисунок 1.1.К определению перпендикулярности горизонтальной оси вращения трубы к оси теодолита.

Устанавливают теодолит в 3-5 м. от стены и наводят на какую-либо высоко расположенную точку А (рис.1.1) при этом 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 а) 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 должна быть перпендикулярна к оси вращения зрительной трубы.

Невыполнение этого условия 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

$$C = 0,5 * (КП - КЛ \pm 180^\circ) \quad (1.1)$$

где КП и КЛ – отсчеты по горизонтальному кругу теодолита при соответствующем круге. Отсчеты записывают в журнал (табл. 1.2.)

Таблица 1.2

Журнал определения коллимационной погрешности

№№ стан-ции	№№ точек визи-рования.	Положе-ние круга	Отсчет по горизонт. кругу	2С С	Правильный отсчет	Примечание
5	2	КП	27°21'	-6'	27°24'	До исправления
	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 исправления
	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. 1.2)

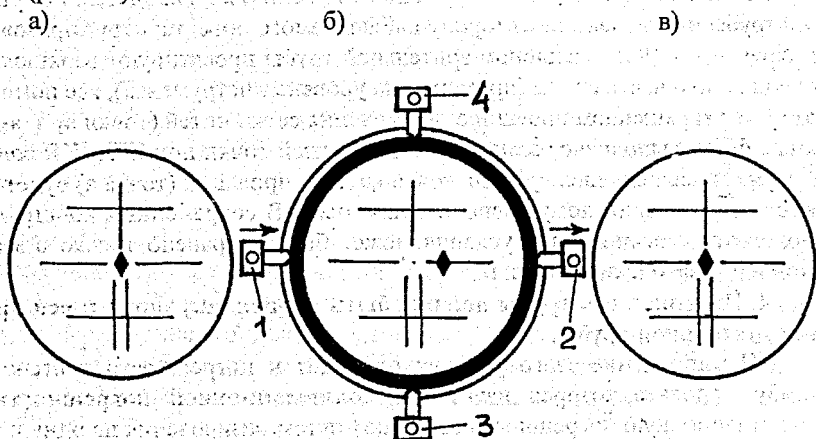


Рис.1.2 Порядок исправления коллимационной погрешности:

- 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:

$$N = (КП + КЛ \pm 180^\circ) * 0,5 \quad (1.2)$$

При этом верхняя часть теодолита повернется на угол C , вследствие чего изображение точки в поле зрения трубы сместится с пересечения нитей (рис. 1.2.б).

2. Действуя боковыми исправительными винтами 1 и 2 (рис. 1.2б) сетки, последнюю перемещают до совмещения пересечений нитей с изображением точки (рис. 1.2 в).

3. После исправления поверку исправляют.

5. Место нуля вертикального круга должно быть близким к нулю

Для определения МО нужно на одну и ту же точку навести визирную ось трубы при КП и КЛ и взять отсчеты по вертикальному кругу. Место нуля определяется по формуле:

$$МО = 0,5 * (КЛ + КП - 180^\circ) \quad (1.3)$$

для теодолита Т-30 и по формуле:

$$МО = 0,5 * (КЛ + КП) \quad (1.4)$$

для теодолита 2Т-30.

Результаты измерений и вычислений записывают в таблицу 1.3.

Таблица 1.3.

Журнал определения МО и вертикальных углов

Гео-долит	№№ стан-ций	№№ то-чек ви-зирова-ния	Круг	Отсчет	МО	Правильный отсчет
1	2	3	4	5	6	7
Т-30	1	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	2	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 $|МО| > 1$, то нужно выполнить юстировку: для этого наводящим винтом зрительной трубы устанавливают на вертикальном круге правильный отсчет, вычисленный по формуле:

$$N_0 = N - MO, \quad (1.5)$$

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.1.2.) сетки нитей, ее перемещают до совмещения пересечения нитей с точкой. После исправления поверку повторяют.

1.4.2 Поверки и юстировка нивелира.

Для нивелиров Н-3, Н-3К должны соблюдаться следующие условия.

1. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Поверку этого условия выполняют приведением пузырька круглого уровня в нуль-пункт при помощи подъемных винтов и поворота нивелира на 180°. При этом пузырек не должен отклоняться более одного деления (рис.1.3). Если отклонение не допустимое, выполняют юстировку юстировочными винтами на половину схода пузырька. Поверку повторяют.

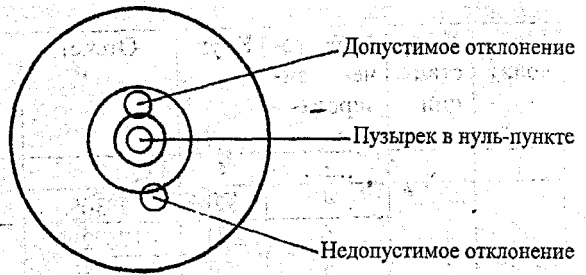


Рис. 1.3. Поверка круглого уровня.

2. Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна к оси вращения нивелира.

Поверку второго условия выполняют при помощи рейки, установленной вертикально на расстоянии 25 м. от нивелира, предварительно установленного по круглому уровню. Берут отсчеты по правому и левому краям средней нити (для этого трубу перемещают наводящим винтом). Отсчеты не должны отличаться более чем на 2 мм. Выполнение этого условия гарантируется заводом-изготовителем.

3. Ось цилиндрического уровня у нивелира Н-3 должна быть параллельна визирной оси. Визирная ось нивелира Н-3К должна быть горизонтальна (в пределах угла компенсации).

Это условие называется главным условием нивелира.

Главное условие нивелиров можно проверить двойным нивелированием. Для этого на ровной местности на расстоянии примерно 75 м. друг от друга забивают колышки, на которые устанавливают нивелирные рейки (рис. 1.4)

Нивелир вначале устанавливают вблизи (6-8 м.) одной рейки (см. рис. 1.4) и берут отсчеты по ближней рейке B_1 , и дальней D_1 . Затем вблизи другой рейки (см. рис. 1.4) берут отсчеты по ближней рейке B_2 и дальней D_2 .

При несоблюдении главного отсчета дальние отсчеты будут содержать одинаковую погрешность, которую вычисляют по формуле:

$$X = \frac{D_1 + D_2}{2} - \frac{B_1 + B_2}{2} \quad (1.6)$$

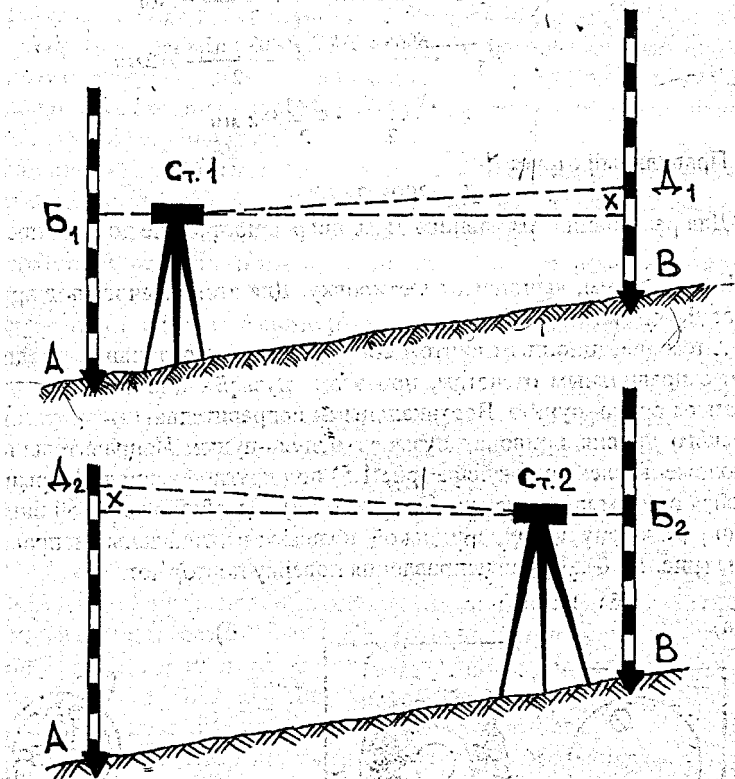


Рис. 1.4 Проверка главного условия нивелира

Результаты проверки главного условия оформляют в виде таблицы 1.4
Таблица 1.4

Проверка главного условия

№№ станций	№№ точек визирн.	Наименование отсчетов	Отсчеты по рейкам, мм		Контроль (разность нулей)
			Красная сторона	Черная сторона	
1	2	3	4	5	6
1	A	B ₁	6409 (1)	1624 (2)	4785 (3)
	B	A ₁	6065 (4)	1282 (5)	4783 (6)
2	B	B ₂	6536 (7)	1754 (8)	4782 (9)
	A	A ₂	6882 (10)	2098 (11)	4784 (12)

Величину ошибки X вычислить по «красным» и «черным» отсчетам по формуле 1.6 для контроля.

Для табл. 1.4

$$X_c = \frac{1282 + 2098}{2} - \frac{1624 + 1754}{2} = 1 \text{ мм}$$

$$X_k = \frac{6065 + 6882}{2} - \frac{6409 + 6536}{2} = 2 \text{ мм}$$

$$X = \frac{X_c + X_k}{2} = \frac{2 + 1}{2} \approx 2 \text{ мм}$$

Правильный отсчет

$$D_{02} = 2098 - 2 = 2096$$

Для расстояния АВ равного 75 м. погрешность X не должна превышать 4 мм.

Если $X > 4$ мм, выполняют юстировку. Для этого вычисляют правильный отсчет $D_{02} = D_2 - X$.

Затем элевационным винтом совмещают горизонтальную среднюю нить сетки с правильным отсчетом, при этом пузырек цилиндрического уровня сместится с нуля-пункта. Вертикальными исправительными винтами цилиндрического уровня приводят пузырек в нуль-пункт. Исправительные винты расположены слева от окуляра (рис. 1.5) под круглой защитной крышкой, крепящейся винтом к корпусу трубы (рис. 1.5 а). Ослабив отверткой винт, отводя крышку в сторону вверх, шпилькой вращают вертикальные исправительные винты (рис. 1.5 б). После исправления поверку повторяют.

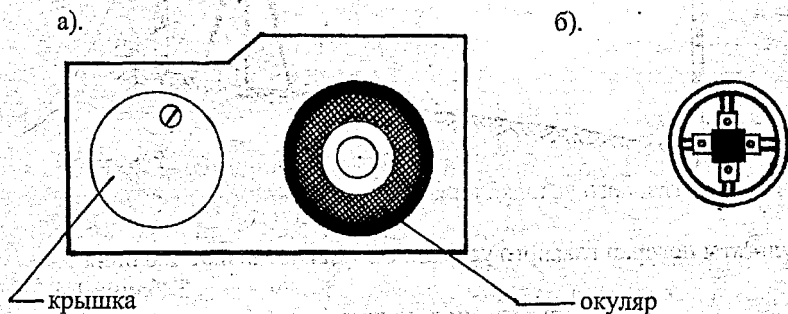


Рис. 1.5. Исправительные винты цилиндрического уровня.

1.4.3 Поверки мензулы и кипрегеля

Перед началом полевых измерений производится механический осмотр мензулы, кипрегеля и принадлежностей. Затем испытывается работа подъемных винтов подставки, крепежных и микрометрических винтов мензулы и кипрегеля, надежность крепления ножек штатива с его металлической головкой и башмаками. После этого выполняются следующие поверки.

Поверки мензулы

1. Мензула должна быть устойчива. На прочно установленную мензулу ставят кипрегель, центр сетки нитей его трубы наводят на удаленную хорошо видимую точку. На край планшета нажимают рукой. Если центр сетки не возвращается в исходное положение, то устанавливают причины неустойчивости мензулы и устраняют их.

2. Верхняя поверхность планшета должна быть плоскостью. Требование считается выполненным, если ребро хорошо выверенной линейки уклоняется в разных местах от планшета не более, чем 0,5 мм.

3. Верхняя плоскость планшета должна быть перпендикулярна к оси его вращения.

Проверка производится с помощью хорошо выверенного цилиндрического уровня кипрегеля. Для этого вращением подъемных винтов подставки планшет приводится в рабочее (горизонтальное) положение и вращается. Если при этом пузырек цилиндрического уровня при линейке кипрегеля уклоняется от середины более, чем на два деления, то необходимо найти причину отклонения и ликвидировать ее.

Поверки кипрегеля.

1. Скошенный край линейки кипрегеля должен представлять прямую линию, а нижняя поверхность ее должна быть плоскостью.

Линейку кипрегеля проверяют как всякую линейку, по которой прочерчивают прямые линии. Нижнюю поверхность проверяют прикладыванием линейки к какой-то поверхности, принимаемой за плоскость.

2. Дополнительная линейка кипрегеля должна перемещаться параллельно скошенному ребру основной линейки.

Проверка производится прочерчиванием линий по скошенному ребру основной линейки и несколько раз по дополнительной, при ее перемещениях по плоскости планшета, с последующим измерением расстояний между этими линиями с помощью измерителя и масштабной линейки.

3. Ось цилиндрического уровня на линейке должна быть параллельна ее нижней опорной части.

Для проверки планшет мензулы устанавливается в горизонтальное положение, кипрегель поверяемым уровнем ориентируется по направлению двух подъемных винтов подставки. Их вращением в противоположные стороны пузырек уровня приводится на середину. У скошенного ребра линейки прочерчивается линия. Кипрегель переставляется около этой линии на 180° . Если пузырек сошел с середины, то на половину дуги отклонения он возвращается к середине вращением шпилькой исправительного винта уровня. Оставшаяся половина устраняется вращением подъемных винтов, после чего проверка повторяется.

4. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы.

Это условие проверяют точно так, как определяют С-коллимационную ошибку теодолита, лишь вместо отсчетов по лимбу прочерчивают линии на планшете вдоль линейки кипрегеля после наведения на точку при обоих положениях вертикального круга.

Планшет мензулы приводится в горизонтальное положение. Кипрегель устанавливается примерно посередине планшета, и центр его сетки нитей наводится на удаленную точку, расположенную примерно в плоскости горизонта прибора. По скошенному краю линейки прочерчивается линия. Труба переводится через зенит, прибор переставляется у линии на 180° , центр сетки его нитей вновь наводится на эту же точку. По скошенному краю линейки повторно проводится линия. Она должна совпасть с первой или быть параллельна ей.

5. Ось вращения зрительной трубы должна быть параллельна нижней (опорной) плоскости линейки.

Проверка соответствует третьей проверке теодолита. Для ее выполнения планшет мензулы приводится в горизонтальное положение. Кипрегель устанавливается примерно посередине планшета, выбирается высоко расположенная точка М, которая проектируется вниз дважды при КП и КЛ, где помощник помечает карандашом проекцию пересечения сетки нитей (точки M_1 и M_2). Условие выполняется при совпадении точек M_1 и M_2 .

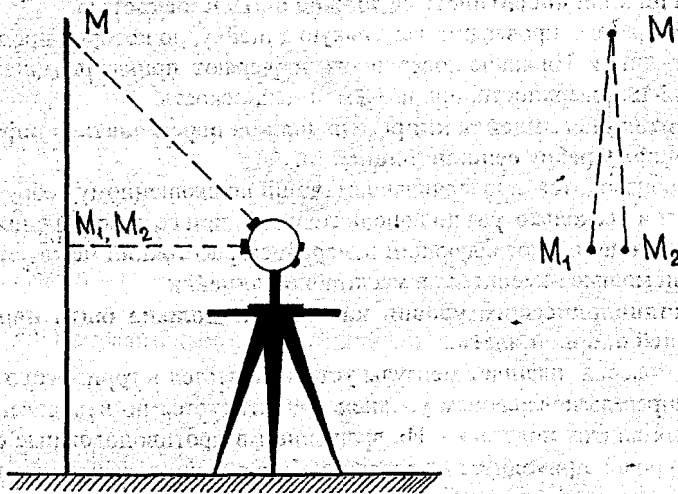


Рис. 1.6 К определению параллельности оси вращения зрительной трубы нижней плоскости линейки.

6. Вертикальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси кипрегеля (оси вращения зрительной трубы).

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. Исправление производится поворотом сетки нитей.

7. Коллимационная плоскость зрительной трубы должна проходить через скошенный край линейки или быть ему параллельной.

Для проверки планшет приводится в горизонтальное положение, кипрегель устанавливается примерно посередине планшета и выполняется визирование на удаленную хорошо видимую точку. Затем у концов скошенного края линейки устанавливаются отвесно две тонкие иглы. Плоскость визирования через середины этих игл должна быть направлена на точку. В современных кипрегелях это условие гарантируется заводом.

8. Место нуля (МО) вертикального круга должно быть равно 0° у кипрегелей КБ и КН и 90° у кипрегелей КБ-1 и КА-2.

Из наблюдений на 2-3 точки определяют значение МО по формуле:

$$MO = \frac{KP - KL}{2} \quad (1.7)$$

При $MO > 1'$ место нуля необходимо привести к нулю. Для этого наводят трубу на одну из точек при КП и вращением наводящего винта 4 вертикального круга (рис.2.8) устанавливают в поле зрения отсчет, соответствующий величине угла наклона, вычисленной по формулам:

$$v = \frac{KP + KL}{2} \quad (1.8)$$

$$v = KP - MO \quad (1.9)$$

$$v = KL + MO \quad (1.10)$$

Затем исправительным винтом 3 уровня, соединительного с вертикальным кругом, приводят пузырек уровня в нуль-пункт. Для того, чтобы получить доступ к исправительным винтам уровня, необходимо снять колпачок 2 (см. рис.2.8).

Результаты измерений и вычислений записывают в таблицу.

Таблица 1.5

Журнал определения МО

№№ точек визир.	Круг	Отсчет	МО v
1	2	3	4
1	КП	+5°11'	+9'30"
	КЛ	+4°52'	+5°01'30"
2	КП	+4°13'	+9'00"
	КЛ	+3°55'	+4°04'

1.4.4 Компарирование мерной ленты.

После осмотра и изучения мерной ленты приступают к ее компарированию на полевом компараторе. Полевой компаратор размещен вдоль пешеходной дороги от общежития к ул. Московская и состоит из 3-х центров (рис.1.7)

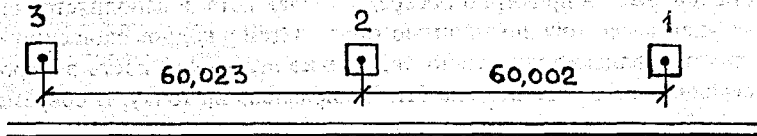


Рис.1.7.Схема полевого компаратора.

Расстояние между центрами измерено с погрешностью ± 2 мм.

При компарировании каждая пара студентов бригады измеряет базисы 1-2 и 2-3 в прямом и обратном направлениях. Всего измерений должно быть выполнено не менее шести. Результаты записывают в ведомость вычисления поправки за компарирование. (Таблица 1.6.)

Таблица 1.6

Ведомость вычислений поправки за компарирование

Наименование базиса и его длина	Направление измерения	Результаты измерений, м	ϑ , см	ϑ^2 , см ²	Вычисления
1	2	3	4	5	6
$\frac{1-2}{60.002}$	Прямо	60.03	+0,2	0.04	$\delta_{cl} = \frac{60.002 - 60.028}{3} = -8 \text{ мм}$ $m = \pm \sqrt{\frac{2.84}{6-1}} = \pm 7 \text{ мм}$ $M = \pm \frac{7}{\sqrt{6}} = \pm 3 \text{ мм}$ $\frac{M}{D} = \frac{3}{60000} = \frac{1}{20000}$
	Обратно	60.04	+1,2	1.44	
	Прямо	60.02	-0,8	0.64	
	Обратно	60.03	+0,2	0.04	
	Прямо	60.03	+0,2	0.04	
	Обратно	60.02	-0,8	0.64	
	Среднее	60.028	+0,2	$[\vartheta^2] = 2.84$	

1	2	3	4	5	6
$\frac{2-3}{60.023}$	Прямо	60.04	+0.5	0.25	$\delta_{x2} = \frac{60.023 - 60.035}{3} = -4\text{мм}$ $m = \pm \sqrt{\frac{1.50}{6-1}} = \pm 5\text{мм}$ $M = \pm \frac{5}{\sqrt{6}} = \pm 2\text{мм}$ $\frac{M}{D} = \frac{2}{60000} = \frac{1}{30000}$
	Обратно	60.03	-0.5	0.25	
	Прямо	60.03	-0.5	0.25	
	Обратно	60.04	+0.5	0.25	
	Прямо	60.03	-0.5	0.25	
	Обратно	60.04	+0.5	0.25	
	Среднее	60.035	0	$[\vartheta^2] = 1.50$	
$\delta_x = -\frac{8+4}{2} = -6\text{мм}$					

Поправку в длину ленты за компарирование вычисляют по формуле:

$$\delta_x = \frac{D_s - D_n}{K} \quad (1.11)$$

где D_n - измеренная длина компаратора; D_s - эталонная длина компаратора; K - количество уложений мерной ленты в длине компаратора.

Одновременно с вычислением поправки за компарирование производят оценку точности измерений для каждого пролета. Для этого, после определения среднего значения D_n , находят отклонения от него каждого измерения

$$\vartheta_i = D_i - D_n \quad (1.12)$$

Погрешность одного измерения определяют по формуле:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\vartheta^2]}{n-1}}, \quad (1.13)$$

где n - количество прямых и обратных измерений, а погрешность арифметического среднего по формуле:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (1.14)$$

Далее находят относительную погрешность измерений $\frac{M}{D} = \frac{1}{N}$, которая не должна превышать $\frac{1}{10000}$.

За окончательное значение поправки компарирования вычисляют среднюю из двух

$$\delta_x = \frac{K_1 + K_2}{2} \quad (1.15)$$

Раздел 2. Инженерно-геодезические съемки

2.1 Создание плано-высотного обоснования

Топографические съемки осуществляются по принципу от общего к частному, т.е. сначала определяется взаимное положение основных (съемочных) точек (съемочное обоснование), а затем производится съемка подробностей ситуации и рельефа. Заканчивается работа составлением топографического плана участка.

2.1.1 Плановое обоснование

Плановое съемочное обоснование создается проложением теодолитного хода в виде замкнутого полигона, точки которого расположены примерно по границе участка. В связи с тем, что на участке нет пунктов опорной геодезической сети, плановое обоснование создается в условной системе координат. Исходные координаты и высоты задаются преподавателем для каждой бригады. Ориентирование выполняется по магнитному азимуту.

Приборы и принадлежности: теодолит, штатив, отвес, две вешки, мерная лента, топор, 8-10 кольщиков и столько же сторожков, журналы, измерения горизонтальных углов и длин линий, микрокалькулятор, бланк ведомости вычисления координат, ручки, рабочие тетради.

Создание планового обоснования выполняют в следующие этапы:

1. Рекогносцировка участка.
2. Измерение горизонтальных углов.
3. Измерение магнитного азимута.
4. Измерение длин сторон теодолитного хода.
5. Обработка результатов измерений.

Рекогносцировка участка служит для выбора положения на местности вершин теодолитного хода. Рекогносцировка выполняется при непосредственном участии всех членов бригады. Одна из вершин теодолитного хода принимается за начальную и закрепляется на местности временным знаком. Смежные с ней вершины выбираются с таким расчетом, чтобы было удобно выполнять угловые и линейные измерения, а так же производить съемочные работы. Между вершинами должна быть хорошая видимость и благоприятные условия для линейных измерений. Видимость между точками считается хорошей, если вешка видна на $3/4$ высоты. После установления видимости начальную точку закрепляют окончательно (забивают вровень с землей), а процесс рекогносцировки продолжают, переходя на следующую точку. Для облегчения отыскания точки, ее окапывают, а рядом забивают сторожок, на котором подписывают номер точки и номер бригады.

Измерение горизонтальных углов

Перед измерением горизонтального угла теодолит центрируют над точкой, приводят его в рабочее положение, а трубу устанавливают для наблюдений.

1. Центрирование - установка центра горизонтального круга над вершиной измеряемого угла. Выполняется с помощью нитяного отвеса или оптического центрира перемещением ножек штатива с последующим передвижением прибора на головке штатива. Погрешность центрирования зависит от требуемой точности выполняемых работ и не должна превышать 3 мм. при измерении горизонтальных углов.

2. Горизонтирование - приведение плоскости лимба горизонтального круга в горизонтальное положение, т.е. установка вертикальной оси вращения теодолита в отвесное положение. Для этого устанавливают цилиндрический уровень параллельно двум подъемным винтам и, вращая их в разные стороны, приводят пузырек уровня на середину. Открепив закрепленный винт алидады, поворачивают ее на 90° и, вращая третий подъемный винт, приводят пузырек уровня на середину. Уточняют центрирование теодолита.

При установке трубы для наблюдений необходимо добиться четкого изображения сетки нитей вращением окулярной трубки, вращением винта кремальеры - четкого изображения наблюдаемого предмета и устранить параллакс сетки нитей.

Вехи устанавливают на следующую и предыдущую точки хода вертикально позади кола так, чтобы они находились в створе наблюдаемой линии.

При коротких сторонах хода рекомендуется при возможности визировать на воткнутую в кол шпильку от комплекта ленты.

При измерении горизонтального угла на веху наводят вертикальную нить или биссектор сетки. Наведение выполняют строго по центру вехи так, чтобы пересечение нитей находилось на самой нижней видимой части ее, т.е. как можно ближе к поверхности земли. Этим исключается погрешность за возможную неперпендикулярность вехи.

Углы измеряются способом приемов. Один полный прием состоит из двух полуприемов. Полуприем - это измерение угла при одном положении круга: «круг право» или «круг лево». На каждой станции необходимо измерить угол одним полным приемом, т.е. при «круге право» и «круге лево». Результаты измерений записывают в специальный журнал (таблица 2.1)

При переходе от одного полуприема ко второму зрительную трубу переводят через зенит и смещают лимб горизонтального круга на $1:1.5^\circ$. Эти действия позволяют обнаружить возможные грубые ошибки при отчетах на лимбе и уменьшить приборные погрешности. Так как лимб оцифрован по ходу часовой стрелки, наведение зрительной трубы принято выполнять сначала

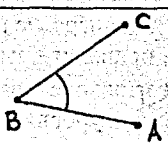
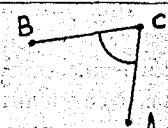
на правую точку, а затем на левую. Контролем измерения горизонтального угла является разность значений угла, полученная из двух измерений (КЛ и КП), не превышающая двойной точности отсчетного устройства.

Угол получают как разность отсчетов на правую точку минус отсчет на левую.

Таблица 2.1

Журнал измерения горизонтальных углов

Дата _____ Прибор: Теодолит 2ТЗ0 (ТЗ0, ТОМ) № _____

№ станции	Круг	№ точки наблюдения	Отсчет по горизонтальному кругу	Горизонтальный угол		Схема измеряемого угла β
				Измеренный	Среднее	
В	КЛ	А	224° 15'	47° 05'	47° 05.5'	
		С	177° 10'			
	КП	А	47° 05'	47° 06'		
		С	359° 59'			
С	КЛ	В	301° 49'	80° 59'	80° 58.0'	
		А	220° 50'			
	КП	В	123° 57'	80° 57'		
		А	43° 00'			

Измерение магнитного азимута.

В начальной точке теодолитного хода измеряют магнитные азимуты на два направления. Для этого рабочее положение теодолита устанавливают «круг лево» и крепят к нему буссоль. Совмещают нули лимба и алидады и в таком положении закрепляют алидаду. Открепив лимб, вращают теодолит в ту или другую сторону до совмещения магнитной стрелки со штрихом буссоли и закрепляют лимб. Убедившись, что отсчет по горизонтальному кругу остался равным 0°00' открепляют алидаду и, вращая теодолит по ходу часовой стрелки, поочередно наводят на смежные точки теодолитного хода и берут отсчеты по горизонтальному кругу. Полученные отсчеты будут являться магнитными азимутами направлений.

Измерение сторон теодолитного хода.

Стороны теодолитного хода измеряют стальной лентой или рулеткой. Каждая сторона измеряется дважды: в прямом и обратном направлениях. Расхождения между двумя измерениями не должны превышать 5 см на 100 метров или в относительной мере, не грубее 1:2000.

В процессе измерения мерный прибор укладывают в створе измеряемой линии на глаз (или по теодолиту). При длинах более 100 м. их предварительно провешивают, т.е. устанавливают в створе ряд дополнительных вех.

Длину измеряемой линии вычисляют по формуле:

$$D = ln + r, \quad (2.1)$$

где l - длина мерного прибора; n - число уложений; r - длина остатка.

Измерение длин производят два мерщика – передний и задний. Ленту разматывают с кольца вдоль измеряемой линии передним концом вперед. При комплекте 6 шпилек задний мерщик шпильку удерживает воткнутой по середине кольщика, цепляет за нее крючок ленты и направляет переднего мерщика вдоль измеряемой линии. После этого передний мерщик встряхивает ленту, добываясь, чтобы вся она находилась в створе линии, натягивает ее и фиксирует ее конец шпилькой. Задний мерщик выдергивает шпильку из земли и несет ее с собой, а передний оставляет шпильку воткнутой.

Подойдя к воткнутой шпильке, задний мерщик зацепляет за нее крючок ленты, и все действия повторяются. При подходе к концу измеряемой линии лента протягивается за кол на всю ее длину и, положив ее на землю, передний мерщик подходит к задней шпильке, считает количество метров, дециметров и сантиметров до центра кола. При этом ленту необходимо натягивать и следить, чтобы она не перевернулась, во избежание грубых ошибок в отсчитывании метров. В измерениях участвуют три студента. Один из них ведет абрис и запись результатов измерений в журнал (таблица 2.2.)

Таблица 2.2

Журнал измерения сторон теодолитного хода

Линия	Результат измерений, м			Угол наклона (превышение)	Погрешность		Поправки		Значение линии, м
	Прямо	Обратно	Среднее		ΔD , см	$\frac{\Delta D}{D}$	$\Delta D_{\text{пр}}$, см	$\Delta D_{\text{об}}$, см	
1-2	101.36	101.32	101.34	3°30'	4	1:2500	-19	-3	101.12
2-3	64.40	64.42	64.41	0°00'	1	1:6400	0	-2	64.39
3-4	89.19	89.22	89.20	2,5 м	3	1:3000	-3	-3	89.24

Каждая линия теодолитного хода измеряется дважды – прямо и обратно. Измерения считаются правильными, если расхождение между двумя измерениями не превышает 1:2000 от всей длины линии. В среднее значение измеренной линии вводят поправки:

■ за компарирование ленты, вычисленную по формуле

$$\Delta D_{\text{к}} = \frac{D}{l_0} \delta_{\text{к}}, \quad (2.2)$$

где D – измеренная длина линии; l_0 – номинальная длина ленты, равная 20 м; δ_k – поправка за компарирование, полученная по результатам компарирования на полевом компараторе.

■ за приведение линии к горизонту, вычисленную по формуле:

$$\Delta D_v = 2D \sin^2 \frac{v}{2}, \quad (2.3)$$

где v – измеренный вертикальный угол, или по формуле:

$$\Delta D_v = \frac{h^2}{2D}, \quad (2.4)$$

где h – превышение между точками.

Вычисление координат точек теодолитного хода.

Вычислительные работы начинают с составления рабочей схемы теодолитного хода (рис. 2.1). На схему выписывают из журнала измерения горизонтальных углов значения углов и длин линий из журнала измерения длин линий

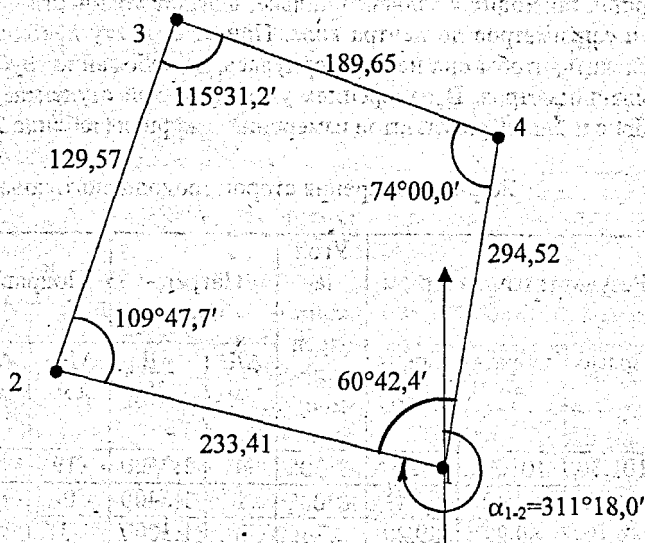


Рис. 2.1 Схема планового обоснования.

Для удобства и наглядности вычислений, вычисления ведут в таблице установленной формы, которая называется «Ведомость вычисления координат теодолитного хода (табл. 2.3). Вычисления ведут в следующем порядке:

1. В графу 1 вписывают номера точек теодолитного хода, а в графу 2 измеренные углы. Находят практическую сумму измеренных углов $\Sigma \beta_{np}$ и сравнивают ее с теоретической суммой, которая вычисляется по формуле:

$$\sum \beta_m = 180^\circ(n-2) \quad (2.5)$$

для замкнутого теодолитного хода, и по формуле:

$$\sum \beta_m = \alpha_n - \alpha_k + 180^\circ n \quad (2.6)$$

для разомкнутого теодолитного хода,

где n - количество углов теодолитного хода; α_n и α_k - исходные дирекционные углы соответственно в начале и в конце теодолитного хода.

Разность между практической и теоретической суммой называют угловой невязкой

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{пр}} - \sum \beta_m \quad (2.7)$$

которая не должна превышать по абсолютной величине допустимое значение, вычисленное по формуле:

$$f_\beta = 1' \sqrt{n} \quad (2.8)$$

Если полученная невязка f_β не превышает $f_{\text{доп}}$, то первую распределяют поровну с обратным знаком во все измеренные углы, поправки в измеренные углы округляют до $0,1'$ так, чтобы их сумма была равна невязке с обратным знаком, и вычисляют уравненные углы

$$\beta_{\text{ур}} = \beta_{\text{изм}} + v \quad (2.9)$$

где $\beta_{\text{изм}}$ - измеренный угол:

$$v = -\frac{f_\beta}{n} \quad (2.10)$$

Уравненные углы записывают в графу 3.

В примере (табл. 2.3) приведены результаты вычислений для замкнутого теодолитного хода.

Для рассматриваемого примера:

$$\sum \beta_{\text{пр}} = 360^\circ 01,3'; \sum \beta_m = 360^\circ 00'; f_\beta = 360^\circ 01,3' - 360^\circ 00' = 1,3';$$

$$f_{\text{доп}} = 1' \sqrt{4} = 2'; 1,3' < 2'; v = -\frac{1,3'}{4} \approx 0,3'.$$

Поправки распределены следующим образом:

В 1-й угол $-0,4'$; 2-й $-0,3'$; 3-й $-0,3'$; 4-й $-0,3'$;

$$\sum v = -0,4' - 0,3' - 0,3' - 0,3' = -1,3' = -f_\beta.$$

2. Вычисляют дирекционные углы сторон теодолитного хода и румбы

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + 180^\circ - \beta_{i+1} \quad (2.11)$$

где α_{i+1} и α_i - дирекционные углы соответственно последующей и предыдущей стороны теодолитного хода; β_{i+1} - правый уравненный угол, образованный предыдущей и последующей стороной теодолитного хода.

Контролем вычисления дирекционных углов является вычисление дирекционного угла исходной стороны.

В приведенном примере (табл. 2.3):

$$\alpha_{2,3} = \alpha_{1,2} + 180^\circ - \beta_2 = 311^\circ 18,0' + 180^\circ - 109^\circ 47,4' = 381^\circ 47,4' = 381^\circ 30,6' - 360^\circ = 21^\circ 30,6'.$$

Примечания: 1) если результат более 360° , то от него нужно отнять 360° ;

2) если результат получается отрицательным, то к нему нужно прибавить 360° ;

3) вычиляют и уравнивают приращение координат. Приращения координат теоретически определяют по формулам:

$$\Delta x = \pm d \cdot \cos r; \quad (2.12)$$

$$\Delta y = \pm d \cdot \sin r; \quad (2.13)$$

где d – горизонтальное проложение стороны теодолитного хода; r – румб той же стороны.

Вычисленные приращения Δx и Δy записывают в графы 7 и 8 табл. 2.3, округляя их до 0.01 м.

Практические значения $\cos r$ и $\sin r$ находят по таблицам натуральных значений тригонометрических функций (не менее пяти знаков после запятой), либо на микрокалькуляторе.

В последнем способе могут возникнуть следующие случаи в зависимости от типа калькулятора:

а) калькулятор воспринимает только градусы.

Здесь минуты необходимо перевести в десятые доли градуса.

$$\text{Например: } \sin(48^\circ 42,0') = \sin\left(48 + \frac{42,0}{60}\right) = \sin(48,700^\circ);$$

б) калькулятор воспринимает только радианную меру угла.

Здесь минуты необходимо перевести в десятые доли градуса, а затем в радианы.

$$\text{Например: } \sin(48,700^\circ) = \sin\left(48,700 \cdot \frac{\pi}{180}\right) = \sin(0,84954).$$

После вычисления приращений координат находят их сумму, т.е. $\sum \Delta x_{\text{выч}}$ и $\sum \Delta y_{\text{выч}}$ и теоретическую сумму. Для замкнутого хода теоретическая сумма равна нулю, т.е. $\sum \Delta x_{\text{т}} = \sum \Delta y_{\text{т}} = 0$.

Для разомкнутого хода теоретическая сумма вычисляется по формуле

$$\sum \Delta x_{\text{т}} = x_{\text{к}} - x_{\text{н}} \quad (2.14)$$

$$\text{и} \quad \sum \Delta y_{\text{т}} = y_{\text{к}} - y_{\text{н}}, \quad (2.15)$$

где $x_{\text{к}}$ и $x_{\text{н}}$ – абсциссы конечной и начальной точек теодолитного хода; $y_{\text{к}}$ и $y_{\text{н}}$ – их ординаты.

Невязку в приращениях координат определяют по формулам:

$$f_x = \sum \Delta x_{\text{выч}} - \sum \Delta x_{\text{т}}, \quad (2.16)$$

$$f_y = \sum \Delta y_{\text{выч}} - \sum \Delta y_{\text{т}} \quad (2.17)$$

Для того, чтобы установить допустимость этих невязок, находят сначала абсолютную невязку

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad (2.18)$$

а затем относительную

$$f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{P}, \quad (2.19)$$

где P – периметр (длина) хода.

Таблица 2.3

Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода

№№ точек теодолитного хода	Измеренные горизонтальные углы $\beta_{изм}$	Уравненные горизонтальные углы $\beta_{ур}$	Дирекционные углы сторон хода α румбы, г	Sin и Cos румбов	Горизонтальные проложения, d (м)	Приращения координат, м				Координаты		№№ точек хода
						Вычисленные		Уравненные		X	Y	
						Δx	Δy	Δx	Δy			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-4 60°42,4'	60°42,0'	311°18,0' СЗ:48°42,0'	0,751264 0,660002	233,41	+6 +154,05	-3 -175,35	+154,11	-175,38	19,73	630,36	1
2	-3 109°47,7'	109°47,4'	21°30,6' СВ:21°30,6'	0,366664 0,930354	129,57	+4 +120,55	-2 +47,51	+120,59	+47,49	173,84	454,98	2
3	-3 115°31,2'	115°30,9'	85°59,7' СВ: 85°59,7'	0,997558 0,069844	189,65	+5 +13,25	-3 +189,19	+13,30	+189,16	294,43	502,47	3
4	-3 74°00,0'	73°59,7'	192°00,0' ЮЗ:12°00,0'	0,207912 0,978148	294,52	+8 -288,08	-4 -61,23	-288,00	-61,27	307,73	691,63	4
1			311°18,0'			+287,85 -288,08 -0,23	+236,70 -236,58 +0,12	+288,00 -288,00 0,00	+236,65 -236,65 0,00	19,73	630,36	1

$$\Sigma\beta_{пр}=360^{\circ}0,1';$$

$$\Sigma\beta=360^{\circ}00,0';$$

$$P=\Sigma d=847,15 \text{ м}$$

$$f_y=\Sigma\Delta y=+0,12$$

$$f_x=\Sigma\Delta x=-0,23;$$

$$f_{пр}=+1,3';$$

$$f_{доп}=2'$$

$$f_{ош} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \pm 0,26$$

$$f_{ош} = \frac{f_{ош}}{P} = \frac{0,26}{847,15} = \frac{1}{3258} < \frac{1}{2000}$$

Если $f_{\text{отн}} \leq \frac{1}{2000}$, то невязки приращения координат f_x и f_y распределяют пропорционально горизонтальным проложениям сторон теодолитного хода. Поправки округляют до 0.01 м и вносят с обратным знаком.

Далее вычисляют уравненные приращения. Для этого алгебраически складывают вычисленные приращения с поправками. Контролем правильности уравнивания является равенство теоретической суммы и суммы исправленных (уравненных) приращений.

В примере табл. 2.3 (замкнутый ход) $\sum \Delta x = -0,23$ м; $\sum \Delta y = +0,12$ м;
 $f_{\text{отн}} = \frac{0,26}{847,15} = \frac{1}{3258} < \frac{1}{2000}$.

Суммы поправок невязки с обратным знаком, т.е.

$$\sum v_x = +0,06 + 0,04 + 0,05 + 0,08 = +0,23 = -f_x \quad \text{и}$$

$$\sum v_y = -0,03 - 0,02 - 0,03 - 0,04 = -0,12 = -f_y$$

Сумма исправленных приращений равна теоретической, т.е.

$$\sum \Delta x_{\text{испр.}} = \sum \Delta y_{\text{испр.}} = 0$$

5) Вычисляют координаты точек теодолитного хода по формулам

$$x_{i+1} = x_i + \Delta x \quad (2.20)$$

$$\text{и} \quad y_{i+1} = y_i + \Delta y \quad (2.21)$$

где x_{i+1} и x_i – абсциссы соответственно последующей и предыдущей точек; y_{i+1} и y_i – то же ординаты; Δx и Δy – уравненные приращения между этими точками.

Контролем правильности вычисления координат точек теодолитного хода является, равенство вычисленных и исходных координат.

В рассматриваемом примере:

$$x_2 = x_1 + \Delta x = 19,73 + 154,11 = 173,84;$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y = 630,36 - 175,38 = 454,98.$$

2.1.2 Высотное обоснование определения превышений.

С целью определения высот точек съёмочного обоснования выполняется техническое нивелирование по точкам теодолитного хода. Измерение превышений производится нивелиром НЗ или НВ-1 по двухсторонним нивелирным рейкам с сантиметровыми делениями. Отсчеты по рейкам производят по средней нити. Рейки устанавливают на вбитые в землю колышки-вершины теодолитного хода. В том случае, если превышение между вершинами теодолитного хода невозможно определить с одной станции, вбивают в землю вспомогательные колышки, которые называют «иксовыми» (связующими) точками, и производят последовательное нивелирование через эти точки.

Порядок работы на станции при техническом нивелировании:

а) устанавливают нивелир примерно посередине между точками и по круглому уровню приводят в рабочее положение;

б) визируют на заднюю рейку, пузырек цилиндрического уровня приводят в нуль-пункт, берут отсчеты по черной и красной сторонам рейки и записывают их в графу 3 журнала технического нивелирования (табл.2.4.);

в) визируют на переднюю рейку, пузырек приводят в нуль-пункт, берут отсчеты по черной и красной сторонам реек и записывают их в графу 4 журнала;

г) не убирая нивелир, вычисляют пяточные разности реек и превышения по черной и красной сторонам реек (графа 5 журнала). Пяточные разности не должны отличаться от номинала более чем на 5 мм;

д) если превышения, измеренные по черной и красной сторонам реек отличаются не более, чем на 5 мм, то вычисляют средние превышения и записывают их в графу 6, округляя до целых миллиметра.

При разности превышений более чем на 5 мм. изменяют высоту нивелира и измерения повторяют.

При техническом нивелировании соблюдают следующие требования:

а) расстояние от нивелира до рейки не должно превышать более 100 м;

б) расхождения в превышениях, полученных по черной и красной сторонам реек, не должны превышать 5 мм;

в) пяточная разность так же не должна отличаться более чем на 5 мм от номинала.

Таблица 2.4

Журнал технического нивелирования

№№ стан-ций	№№ точек	Отсчеты, мм		Превышения, мм			Высоты точек, м
		Задний	Передний	Вычис-ленные	Средние	Исправ-ленные	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Реп- Т.1	1011	0810	+201	+1	+201	100.000
		5697	5498	+199	+200		100.201
		4686	4688	-2			
2	Т.1- Т.2	2622	0610	+2012	+2	+2016	102.01
		7310	5295	+2015	+2014		102.217
		4688	4685	+3			
3	Т.2- Х.1	1036	1248	-212	+1	-211	102.217
		5720	5932	-212	-212		102.006
		4684	4684	0			
4	Х.1- Т.3	1022	1318	-296	+2	-293	102.006
		5708	6002	-294	-295		101.713
		4686	4684	+2			
5	Т.3 - репер	0865	2580	-1715	+1	-1713	101.713
		5552	7265	-1713	-1714		100.000
		4687	4685				
Контрольные вычисления		$\Sigma 3=36543$	$\Sigma П=36558$	$\Sigma h=-15$	$\Sigma h_{ср}=-7$	$\Sigma h_{испр}=0$	
		$\Sigma 3-\Sigma П=-15$		$f_n=-7$ мм			
				$f_{дон}=\pm 22$ мм			

Обработка результатов нивелирования

Вычислительная обработка начинается с проверки журнала. Для этого в строке журнала (табл. 2.4) «Контрольные вычисления» подсчитывают суммы отсчетов на задние рейки, суммы отсчетов на передние рейки, суммы вычисленных превышений и суммы средних. Контролем является равенство:

$$\sum Z - \sum \Pi = \sum h_{\text{выч}} \approx 2 \sum h_{\text{ср}} \quad (2.22)$$

Последнее равенство может не совпадать на 1-2 мм за счет округлений.

После этого вычисляют невязку по формулам:

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - \text{для замкнутого хода} \quad (2.23)$$

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - (H_k - H_n) - \text{для разомкнутого хода} \quad (2.24)$$

где H_n и H_k – высоты точек в начале и конце хода.

Допустимую невязку подсчитывают по формулам:

$$f_{\text{доп}} = \pm 10 \sqrt{n} \text{ м или } f_{\text{доп}} = \pm 50 \sqrt{L} \text{ мм}, \quad (2.25)$$

где n – число станций в ходе; L – длина хода, выраженная в километрах.

При допустимых невязках их распределяют с обратным знаком поровну на все средние превышения, находят исправленные превышения (графа 7 табл. 2.4) и вычисляют высоты точек по формуле:

$$H_n = H_{n-1} + h_{\text{исп}} \quad (2.26)$$

2.2 Теодолитная съемка

Горизонтальная (теодолитная) съемка выполняется способами полярным, перпендикуляров (прямоугольных координат), угловых и линейных засечек и створов. Результаты съемки контуров местности, их взаимное расположение относительно сторон теодолитного хода заносятся в специальную тетрадь – абрис. Записи в абрисе ведут простым карандашом. Прямые участки контуров проводят при помощи линейки.

а) полярный способ

Положение полярной точки определяется полярным углом β_i и расстоянием S_i (рис. 2.2).

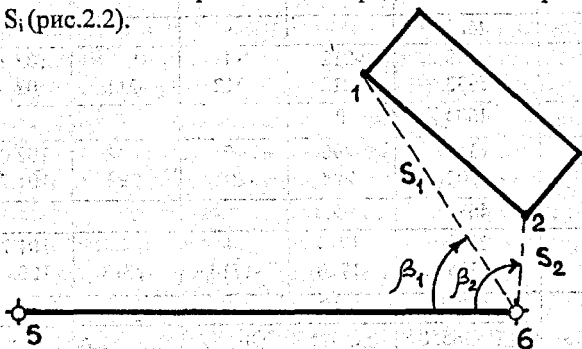


Рис 2.2 Полярный способ

Полярный способ целесообразно применять на открытой местности при съемке внутриквартальной застройки. Горизонтальные углы β_i измеряют теодолитом с точностью до $1'$, а расстояние S_i - мерной лентой со средней квадратической погрешностью для масштаба 1:1000 – 0,16 м для четких контуров капитальных сооружений, округляя результаты до 5 см и 10 см. Расстояния до снимаемых контуров при масштабе съемки 1:1000 не должны превышать 180 м до четких контуров капитальных сооружений и 250 м – до четких контуров некапитальных сооружений. При измерении длин линий нитяным дальномером, эти расстояния не должны превышать соответственно 60, 150 м.

б) способ перпендикуляров (прямоугольные координат)

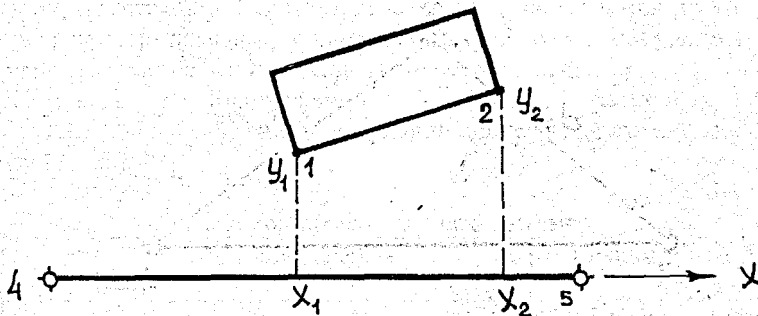


Рис. 2.3 Способ прямоугольных координат (перпендикуляров)

Положение точки (рис.2.3) определяется абсциссой x – вдоль стороны теодолитного хода и длиной перпендикуляра – y . Величины перпендикуляров, восстановленные на глаз, для масштаба съемки 1:1000 не должны превышать 40 м при съемке четких капитальных контуров и 125 м при съемке нечетких контуров. Указанные расстояния можно увеличить в 2 раза, если перпендикуляры восстанавливать при помощи эккера.

в) Способ прямых угловых засечек

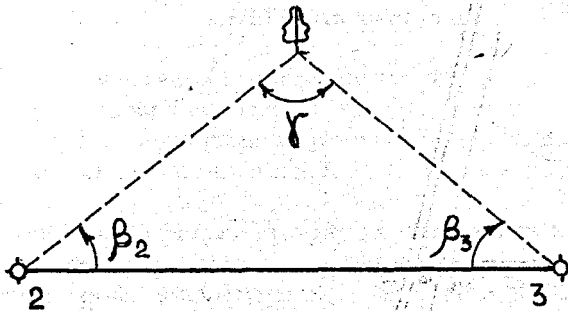


Рис. 2.4 Способ угловых засечек

Способ прямых угловых засечек (рис. 2.4) целесообразно применять на открытых участках, где затруднительно выполнять измерения непосредственным образом. Положение снимаемой точки определяют по двум измеренным углам β ; с точек съемочного обоснования одним полуприемом, с точностью до 1'. Угол γ при определяемой точке должен быть не менее 30° и не более 150° . Расстояния до снимаемых точек для масштаба 1:1000 не должны превышать 200 м при съемке контуров капитальных сооружений и 600 м — для некапитальных сооружений.

г) способ линейных засечек

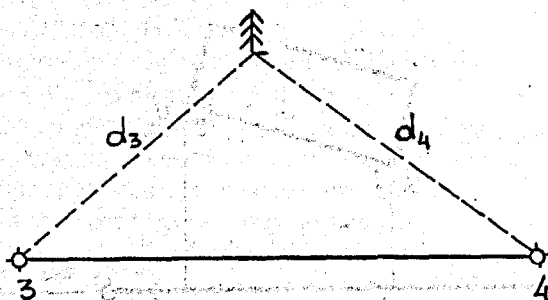


Рис. 2.5 Способ линейных засечек

Этот способ применяют в тех случаях, когда можно легко выполнить линейные измерения. Расстояния до снимаемых точек четких капитальных и некапитальных сооружений не должны превышать соответственно 60 и 180 м.

д) способ створов

Способ створов (рис. 2.6) позволяет снимать контуры объектов вдоль линий теодолитного хода, одновременно с измерением длин линий теодолитного хода.

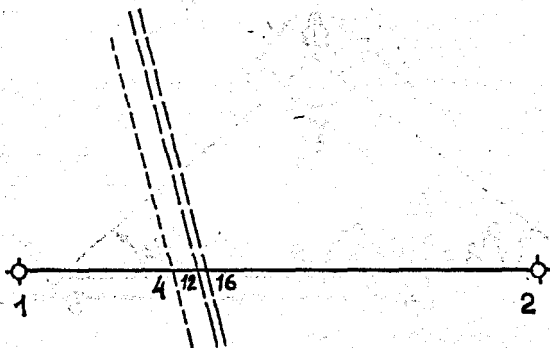


Рис. 2.6 Способ створов

2.3 Тахеометрическая съемка

2.3.1 Общие сведения.

Тахеометрическая съемка местности применяется для создания планов небольших участков. Сущность тахеометрической съемки заключается в определении положения точки местности в плане и по высоте с точек съемочного обоснования.

Плановое положение точки определяется полярным способом по горизонтальному углу и расстоянию. Высотное положение точки определяется методом тригонометрического нивелирования, т.е. по вертикальному углу и измеренному расстоянию. Горизонтальные углы определяются по горизонтальному кругу, вертикальные - по вертикальному, а расстояния по нитяному дальномеру теодолита с использованием нивелирной рейки.

Инструкцией по топографическим съемкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 установлены следующие допуски для съемки масштаба 1:1000 (табл. 2.5)

Таблица 2.5

Допуски при тахеометрической съемке

№№ п/п	Наименование допуска	Сечение рельефа	
		0,5 м	1,0 м
1.	- максимальное расстояние между пикетами, м	20	30
2.	- максимальное расстояние от инструмента до рейки при съемке рельефа, м	150	200
3.	- максимальное расстояние от инструмента до рейки при съемке нечетких контуров, м	100	100
4.	- максимальное расстояние от инструмента до рейки при съемке четких контуров, м	80	80

2.3.2 Работа на станции

Работа между членами бригады при тахеометрической съемке распределяется следующим образом: один работает у инструмента; двое ведут журнал с вычислением отметок реечных точек; один - составляет кроки; один - выбирает точки для постановки рейки и один или двое обходят намеченные точки с рейкой.

Работа на станции начинается с приведения инструмента в рабочее положение (центрирование, нивелирование, ориентирование). Затем рулеткой или рейкой измеряют высоту инструмента от верха кола до оси вращения зрительной трубы с точностью до 1 см. Результаты измерений записывают в журнал тахеометрической съемки (табл. 2.6)

Таблица 2.6

Журнал тахеометрической съемки

№№ точек	Высота наведения	Отсчеты			Угол на-кло-на v	Горизонтальное продолжение, м	h , м	$i-l$, м	h , м	H , м	Кроки
		По дал. бн. о. рме. еру.	ГК	ВК							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.37	28.4	168° 20'	357° 41'	-2° 20'	28.3	-1.15	0	-1.15	151.60	
2	1.00	38.5	227° 05'	357° 40'	-2° 21'	38.4	-1.57	0.37	-1.20	151.55	
3	2.00	17.2	247° 30'	357° 30'	-2° 31'	17.1	-0.75	-0.63	-1.38	151.37	

Для удобства вычислений горизонтальную нить целесообразно наводить на 1 м, 2 м, 3 м или сделать на рейке метку, соответствующую высоте инструмента, и визировать на эту метку.

Определяют место нуля вертикального круга, записывают его в журнал и устанавливают рабочее положение при круге лево. Далее поступают следующим образом.

1. Ориентируют лимб горизонтального круга по какому-либо направлению. Для этого устанавливают отсчет по горизонтальному кругу равным $0^{\circ}00'$, закрепляют винт алидады, открепляют лимб и наводят зрительную трубу на какую-либо точку съемочного обоснования и закрепляют винт лимба. Далее работают только винтами алидады. В этом случае полярный угол β будет равен отсчету по горизонтальному кругу при визировании на реечную точку (шкет).

2. Наблюдатель, записатор и реечники приводят рекогносцировку (осмотр) участка съемки и намечают реечные точки, т.е. точки, где будет устанавливаться рейка. На местности эти точки не закрепляют. Реечные точки выбирают таким образом, чтобы по ним можно было изобразить на плане рельеф и ситуацию. Рейку устанавливают на всех характерных точках рельефа. При съемке ситуации реечные точки должны быть на всех поворотах контуров и указывать положение и конфигурацию местных предметов. Реечные точки должны равномерно покрывать весь участок съемки. Расстояния между соседними точками должны быть не более 2 см в масштабе будущего плана.

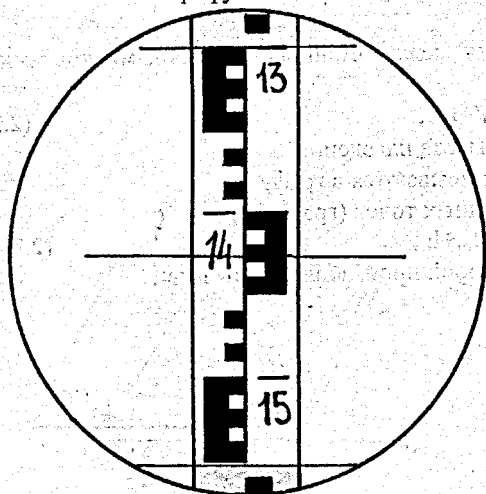
3. Записывающий в процессе съемки составляет абрис (кроки). Абрис представляет собой схематический чертеж, составленный от руки в произвольном масштабе. На нем наносится станция, точка обоснования, на которую ориентирован лимб, расположение всех реечных точек и их нумерация.

Снимаемые объекты и контуры обозначаются условными знаками, а формы рельефа-стрелками по направлению скатов и пунктирными линиями водоразделы и водосливы. На абрисе указывают названия населенных пунктов, рек и водоемов, направление дорог и другие сведения, необходимые при составлении плана.

4. Поочередно рейку устанавливают на всех выбранных точках, заносят ее номер в графу 1 тахеометрического журнала. Реечные точки обязательно имеют сквозную нумерацию по всем станциям съемки.

При визировании наводят вертикальную нить сетки на ось рейки, а среднюю горизонтальную нить совмещают с 1 м, 2 м, 3 м или полоской обозначающей высоту инструмента. Высоту наведения записывают в графу 2 (табл. 2.5). Далее отсчеты берут в следующей последовательности:

а) по дальномеру с точностью до 0,1 м, при этом удобно нижнюю дальномерную нить микрометренным винтом трубы наводить на ближайший отсчет целого дециметра, тогда дальномерное расстояние легко вычисляется из разности отсчетов по верхней и нижней дальномерной нити (рис.2.6). Результаты записывают в графу 3.



$l=25,2 \text{ см}$

$D=25,2 \text{ м}$

Рис. 2.7 Определение дальномерного расстояния.

б) по горизонтальному кругу с точностью до $5'$ и записывают в графу 4;

в) по вертикальному кругу с точностью до $1'$ и записывают в графу 5;

г) наносят на абрис номер реечной точки и глазомерно сравнивают его расположение на местности относительно станции.

6. По окончании съемки на станции выполняется наведение зрительной трубы на точку съемочного обоснования, по которой был ориентирован лимб. Расхождение между полученным отсчетом по горизонтальному кругу и начальным его значением не должна быть более удвоенной точности отсчитывания теодолита $2'$.

2.3.3 Обработка журнала тахеометрической съемки.

Целью обработки журнала является вычисление отметок реечных точек. Обработку материалов тахеометрической съемки начинают с проверки журналов. Вычисление отметок реечных точек выполняется в следующей последовательности:

1. Вычисляют вертикальные углы и записывают их в графу 6 журнала:

$$v = \text{КЛ-МО} \quad (2.27)$$

2. В графу 7 записывают горизонтальные проложения, найденные по тахеометрическим таблицам или вычисляют по формуле:

$$d = D \cdot \cos^2 v \quad (2.28)$$

где D – наклонное расстояние, измеренное дальномером;

v – измеренный вертикальный угол.

- В графу 8 заносят значения h' , найденные по тахеометрическим таблицам, или вычисляют по формуле:

$$h' = \frac{1}{2} D \cdot \sin 2v \quad (2.29)$$

3. Вычисляют превышения между станцией и реечными точками по формуле:

$$h = h' + i - l \quad (2.30)$$

где i – высота инструмента; l – высота наведения.

Результаты вычислений записываются в графу 10.

4. Вычисляют отметки реечных точек (графа 12):

$$H = H_{\text{ст}} + h \quad (2.31)$$

где $H_{\text{ст}}$ – отметка станции, с которой производилась съемка.

2.4 Мензультная съемка.

2.4.1 Общие сведения

Мензультная съемка производится с целью создания топографического плана местности при помощи мензульты (столика размерами 60x60x30 см), и установленного посредством подставки на штативе кипрегеля. Ее отличительная особенность — получение топографического плана непосредственно на местности. При этом горизонтальные углы не измеряют, а получают путем графических построений. Все построения производят на листе чертежной бумаги прикрепленной к планшету.

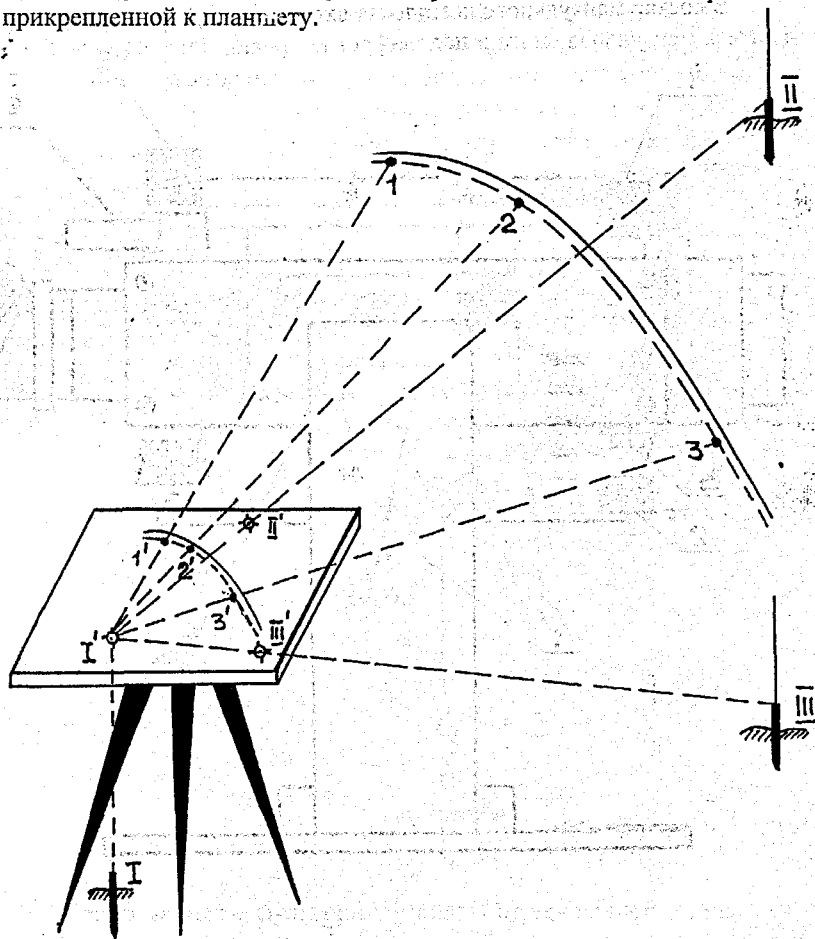


Рис. 2.8 Схема мензультной съемки

где I, II, III и I', II', III' — точки съемочного обоснования на местности и на планшете

Одновременно со съемкой ситуации снимают рельеф, т.е. определяют высоты характерных точек рельефа (пикетов), по которым проводят горизонтали. При съемке ситуации и рельефа применяют главным образом полярный метод и реже метод засечек.

При мензульной съемке абрис не составляют, (горизонтальные проложения), измеренные на местности, откладывают на планшет при помощи циркуля-измерителя и масштабной линейки. Расстояния и превышения редуцированные на горизонтальную плоскость определяется при помощи кипрегеля при одном наведении зрительной трубы на вертикальную рейку.

В состав мензульного комплекта входят: мензула, кипрегель, ориентир-буссоль, мензульная вилка и полевой зонт.

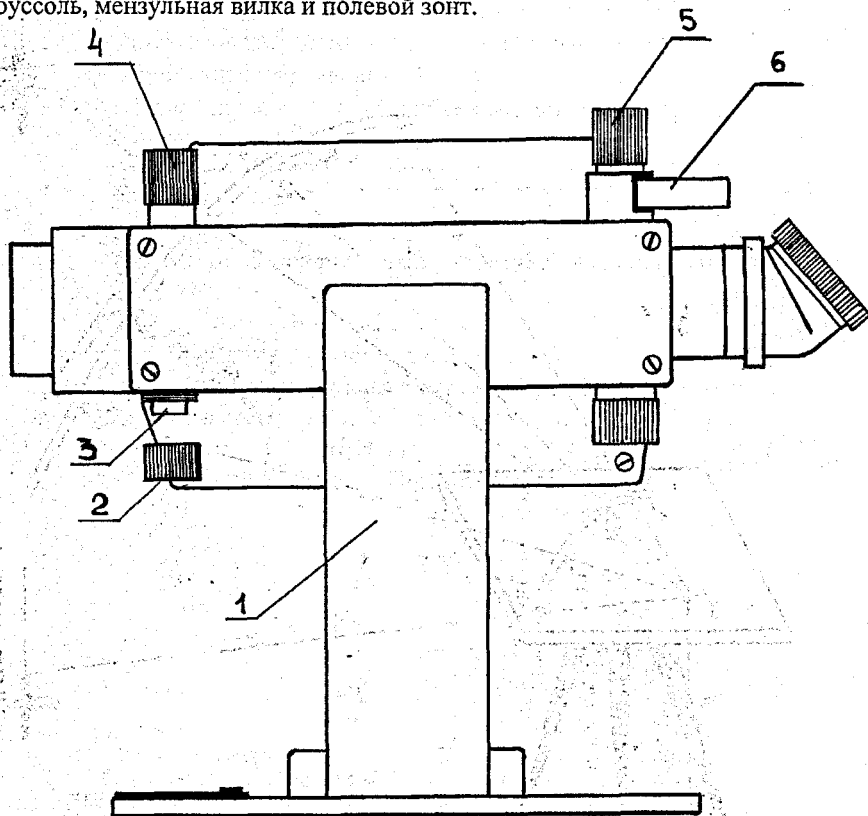


Рис. 2.9 Кипрегель КН

1 - колонка; 2 - копачок; 3 - винт юстировочный; 4 - винт наводящий круга; 5 - винт наводящий трубы; 6 - винт закрепительный трубы.

2.4.2 Работа на станции при мензульной съемке

1. На точке съемного обоснования устанавливается мензула на высоту, удобную для выполнения графических работ. Мензула в собранном виде центрируется над станцией, приводится в рабочее положение и фиксируется. В результате точка местности I и соответствующая ей точка I' планшета (рис.2.8) должны с необходимой точностью располагаться на одной отвесной линии, поверхность мензульной доски - быть горизонтальной, а планшет развернут (ориентирован) так, чтобы линии съемочного обоснования на нем были параллельны одноименным линиям местности

Для центрирования планшета применяют центрировочную вилку, входящую в мензульный комплект.

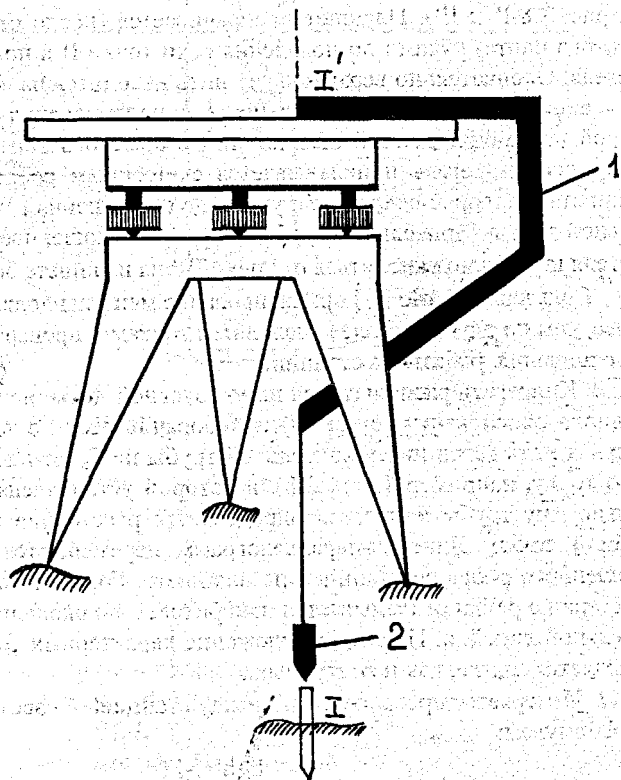


Рис. 2.10. Центрирование мензулы при помощи центрировочной вилки.

- 1) центрировочная вилка;
- 2) отвес.
- I - точка съемочного обоснования на местности.
- I' - точка съемочного обоснования на планшете.

При съемках в масштабе 1:5000 и мельче планшет центрируют на глаз, так как погрешность центрирования в большинстве случаев допускается примерно равной половине точности масштаба.

Погрешность в центрировании мензулы не должна превышать [3] см:

25 – при съемке в масштабе 1:5000;

10 – при съемке в масштабе 1:2000;

5 – при съемке в масштабе 1:1000 и 1:500

В горизонтальное положение мензурная доска приводится с помощью выверенного цилиндрического уровня линейки кипрегеля.

Для ориентирования планшета скошенное ребро линейки кипрегеля прикладывается к двум точкам съемочного обоснования на планшете, одна из которых станция, а вторая хорошо видна при установке у нее вехи

(на рис. 2.8-I' и II'). Планшет поворачивается (после открепления закрепительного винта) руками до появления вехи точки II в поле зрения трубы кипрегеля. Окончательно вертикальная нить наводится на веху точки II наводящим винтом подставки. Правильность ориентирования устанавливается по второй видимой с данной станции точке съемного обоснования (точка III). Для этого кипрегель прикладывается скошенным ребром к точке-станции планшета и поворачивается вокруг нее до совмещения вехи точки III с вертикальной нитью зрительной трубы. При этом скошенное ребро линейки кипрегеля не должно уклоняться от точки III' на планшете более чем на 0,5 м.

Согласно п.2.186 [3] ориентирование мензулы должно производиться не менее, чем по двум наиболее удаленным точкам и проверяться во время и после окончания работы на станции.

2. Кипрегель располагается на мензурной доске недалеко от точки съемочного обоснования (станции) и поворачивается до тех пор, пока вертикальная нить сетки нитей зрительной трубы не будет направлена на снимаемую точку, например 1 (рис.2.8), в которой установлена отвесно рейка. По дальномеру трубы кипрегеля определяется расстояние от станции до снимаемой точки. Линейка-параллелограмм перемещается до совпадения ее скошенного ребра со станцией на планшете. Горизонтальное расстояние от прибора до рейки откладывается измерителем по скошенному ребру вспомогательной линейки. Плановое положение характерных точек по рельефу определяется так же, как и контурных.

3. Измеряется превышение h' между станцией и рассматриваемой точкой по формулам:

$$h = h' + i - l \quad (2.32)$$

$$H = H_{ст} + h \quad (2.33)$$

вычисляются ее отметки,

где $H_{ст}$ – отметка станции; i – высота инструмента; l – высота наведения; h' – превышение, полученное по результатам наблюдений.

Результаты заносятся в «Журнал мензурной съемки».

где K_n – коэффициент номограммы кривых превышений; l_n – число сантиметровых делений рейки между начальной кривой и номограммой превышений с соответствующим коэффициентом.

На рис. 2.11 $h' = -10,9,5 \text{ см} = -0,95 \text{ м}$.

Вертикальный угол наклона линии визирования составляет $v = -2^\circ 50'$.

4. Таким же методом находится положение остальных снимаемых точек. Соответствующие точки ситуации соединяются условным знаком контура. В результате получается его изображение на планшете.

5. Между характерными по рельефу точками по линиям равномерного ската производится интерполирование горизонталей.

Густота снимаемых точек согласно пункту 2.187 [3] приведена в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Расстояние между пикетами и расстояние от прибора до рейки

Масштаб съемки	Высота сечения рельефа, м	Максимально допустимые расстояния между пикетами, м при съемке		Максимально допустимые расстояния от прибора до рейки при съемке, м	
		мензуральный	тахеометрический	рельефа	четких контуров ситуации
1:5000	0,5	70	60	250	150
	1,0	100	80	300	150
	2,0	120	100	350	150
	5,0	150	120	350	150
1:2000	0,5	50	40	200	100
	1,0	60	50	250	100
	2,0	70	60	250	100
1:1000	0,5	30	20	150	80
	1,0	40	30	200	80
1:500	0,5	20	15	100	60
	1,0	30	20	150	60

2.5 Составление плана

Программой практики предусмотрено составление совместного плана теодолитной и тахеометрической съемок.

Составление плана выполняют в следующем порядке.

1. Построение координатной сетки.
2. Нанесение по координатам точек теодолитного хода.
3. Построение ситуационного плана по результатам теодолитной съемки.
4. Нанесение речных точек по результатам тахеометрической съемки.
5. Проведение на плане горизонталей.
6. Оформление плана.

2.5.1 Построение координатной сетки

Координатную сетку строят при помощи линейки Дробышева следующим образом. Берут лист ватмана, отступив от нижнего края листа бумаги на 4-6 см, проводят карандашом по скошенному ребру линейки тонкую линию АВ (рис. 2.12)

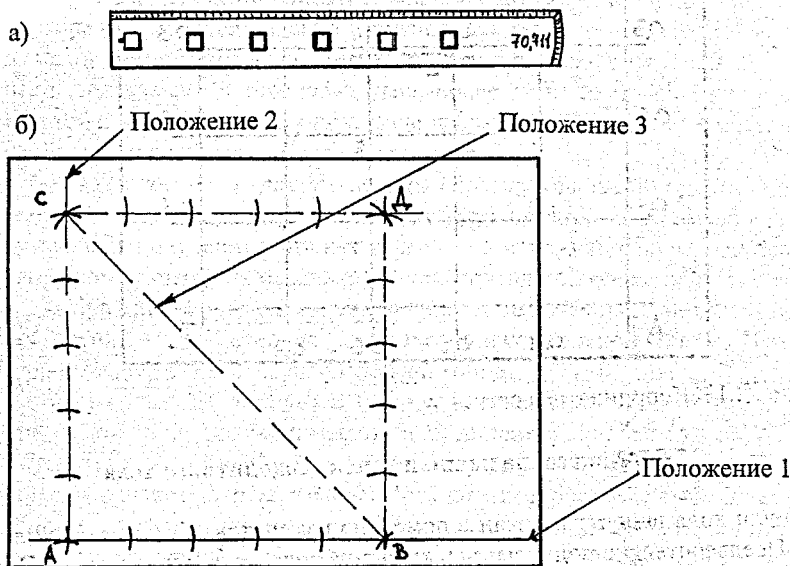


Рис. 2.12 Построение координатной сетки

а) Линейка Дробышева

Накладывают на эту линию линейку так, чтобы нулевой штрих первого окошка совпадал с линией (положение 1), а в остальных была видна поперечная линия и проводят по скошенным краям окошек черточки, получают пять интервалов по 10 см. Прикладывают линейку перпендикулярно к начальной линии, соединяют нулевой штрих первого окошка с точкой А (положение 2) и прочерчивают дуги по скошенным краям всех окошек. Прикладывают линейку по диагонали так, чтобы нулевой штрих линейки совпадал с точкой В, а конец линейки находился на пересечении с шестой чертой предыдущего положения. В пересечении получают точку С. Аналогично производят построение треугольника с прямым углом в точке В и получают точку Д. Прикладывают линейку к линии СД и прочерчивают короткие штрихи по скошенным краям окошек. Соединив тонкими линиями точки А и С, С и Д, Д и В, а также одноименные точки на противоположных сторонах прямоугольника АВСД, получают сетку квадратов (рис.2.13). Погрешность построения сетки не должна превышать $\pm 0,2$ мм.

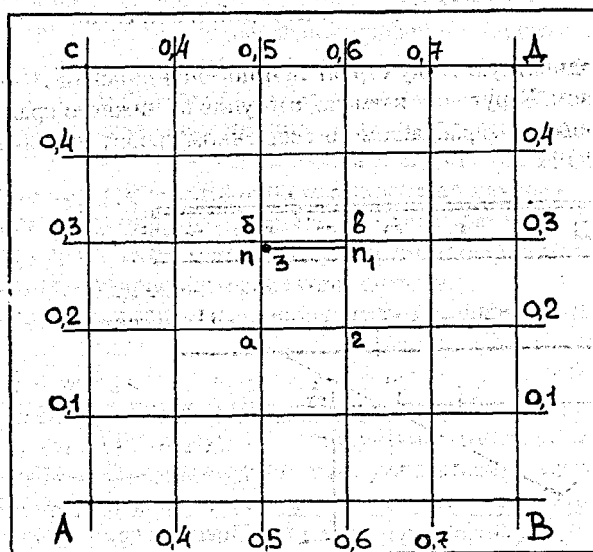


Рис. 2.13 Координатная сетка

2.5.2 Нанесение на план точек теодолитного хода

Точки хода наносят на план с помощью измерителя и масштабной линейки. Предварительно подписывают координатную сетку в километрах. При этом следует помнить, что ось X располагается с юга на север, а Y с запада на восток. Подписи координатной сетки выполняют так, чтобы точки съёмочного обоснования располагались равномерно. На рис. 2.13 подписи выполнены для масштаба 1:1000 применительно к координатам табл. 2.3

Здесь следует помнить, что для масштаба 1:1000 сторона квадрата равняется 0,1 км, следовательно подписи должны быть кратными 0,1 км.

При нанесении точек находят квадрат, в котором должна располагаться данная точка 3 теодолитного хода с координатами $X=294,43$ м и $Y=502,47$ м. находится в квадратах $X_0=0,2$ и $Y_0=0,6$ (рис.2.13). Квадрат абвг от точек а и г откладывают измерителем с помощью масштабной линейки отрезки $\Delta x=294,43$ м-200 м=94,43 м и соединяем полученные точки линий pp_1 . От точки п по линии pp_1 откладывают отрезок $\Delta y=502,47$ м-500 м=2,47 м и получают точку 3. обоснования. Аналогично выполняют построение всех других точек съёмочного обоснования. Каждую точку накалывают и обводят кружком диаметром 1,5 мм. Правильность построения точек контролируют сравнением расстояний, измеренных на плане и записанные в графе б. (табл. 2.3)

2.5.3 Построение ситуационного плана

По результатам теодолитной съемки ситуацию наносят на план при помощи измерителя, транспортира и масштабной линейки.

Построение на плане характерных точек ситуации осуществляется в зависимости от способа съемки.

Точки, снятые *полярным способом* наносят на план при помощи транспортира и измерителя. Центр транспортира совмещают с точкой-полусом, а нулевой диаметр транспортира направляют по исходному направлению. Карандашом отмечают полярный угол, после этого полярную точку с меткой. На этой линии от полуса откладывают в масштабе полярное расстояние. Все необходимые данные выбирают из абриса.

При способе *перпендикуляров* (прямоугольных координат) от начала опорной линии откладывают в масштабе расстояния до оснований перпендикуляров. В полученных точках при помощи транспортира восстанавливают перпендикуляры и откладывают на них отрезки, обозначенные на абрисе.

При способе *угловых засечек* нанесение точек на план выполняется при построении транспортиром углов на концах базисной линии. Пересечения сторон углов дает положение искомой точки.

При способе *линейных засечек* нанесение на план точек выполняют при помощи измерителя и масштабной линейки. При этом из опорных точек измерителем описывают дуги соответствующих радиусов. В пересечении дуг получают искомую точку. Во всех случаях построения внимательно изучают абрис. Если форма контура вызывает сомнение, то необходимо на местности выносить дополнительные или контрольные измерения.

При построении контуров все вспомогательные линии выполняют тонкими линиями, которые в последующем стирают. Значения углов и расстояний на план не выписывают.

2.5.4 Нанесение речных точек по результатам тахеометрической съемки

Речные точки (пикеты) наносят на план при помощи измерителя и транспортира (лучше кругового) или тахеографа. При этом используют кроки тахеометрической съемки и графу 4 «Отсчет по горизонтальному кругу» и 7 «Горизонтальные проложения» журнала тахеометрической съемки (табл. 2.6) Центр транспортира (тахеографа) совмещают с точкой, с которой выполнялась съемка, а нулевой диаметр транспортира устанавливают по начальному направлению (по направлению ориентирования нуля лимба при съемке). От этого направления по шкале транспортира из графы 4 «отсчет по ГК» отмечают карандашом ставят на плане точки. Эти точки соединяют тонкими (вспомогательными линиями) с точкой съемочного обоснования (с полусом).

От полюса в масштабе откладывают горизонтальные проложения из графы 7 (табл.2.6)

Полученные точки оформляют диаметром 0,6 мм, справа от которых выписывают их отметки (высоты) из графы 11 журнала тахеометрической съемки.

2.5.5 Проведение на плане горизонталей

Горизонталю на плане проводят по отметкам точек. Отметки горизонталей должны быть кратны высоте сечения рельефа. Так при высоте сечения 0,5 м горизонталю должны иметь отметки 0; 0,5; 1;...10; 10,5 и так далее, т.е. кратны 0,5 метрам. Определение положения горизонталю на плане между пикетами с известными отметками называют *интерполяцией*.

Интерполяцию можно выполнить аналитическим или графическим способами.

Аналитическую интерполяцию можно выполнить при помощи калькулятора.

Например необходимо найти положение горизонталей между точками А и В если отметки точек равны $H_A=31,20$ $H_B=29,91$. Между этими точками, очевидно пройдут горизонталю, кратные 0,5 м с отметками $H_1=30,00$; $H_2=30,50$; $H_3=31,00$. Расстояние между точками АВ на плане равно 28 мм (рис. 2.14), а превышение между ними $h=H_A-H_B=31,20-29,91=1,29$ м.

Следовательно, расстояние до горизонталей от точки В по направлению к точке А составит (рис. 2.14)

$$l_1 = \frac{AB}{h}(H_1 - H_B) = \frac{28}{1,29}(30,00 - 29,91) = 21,70 \cdot 0,09 = 2,0 \text{ мм}$$

$$l_2 = \frac{AB}{h}(H_2 - H_B) = 21,70(30,50 - 29,91) = 21,70 \cdot 0,59 = 12,8 \text{ мм}$$

$$l_3 = \frac{AB}{h}(H_3 - H_B) = 21,70(31,00 - 29,91) = 21,70 \cdot 1,09 = 23,6 \text{ мм}$$

Полученные расстояния при помощи миллиметровой шкалы откладывают по направлению ВА (рис.2.14)

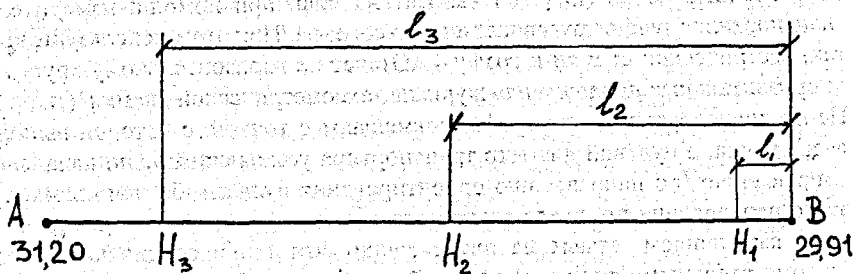


Рис. 2.14 Аналитическая интерполяция

Графическую интерполяцию можно выполнить при помощи палетки. Палетка – это ряд параллельных линий, нанесенных на восковке (кальке) через равные расстояния (2-5 мм), каждая линия обозначается отметками через 0,5 м, условно соответствующими интерполируемым горизонталям. Палетку накладывают на линию плана, например АВ; и поворачивают ее так, чтобы точки с известными отметками заняли положение, соответствующее их отметкам (рис. 2.15). Затем точки пересечения линий АВ с линиями, условно имеющими отметки горизонталей, перекальвают на линию плана (в нашем случае 30,0; 30,5; 31,0).

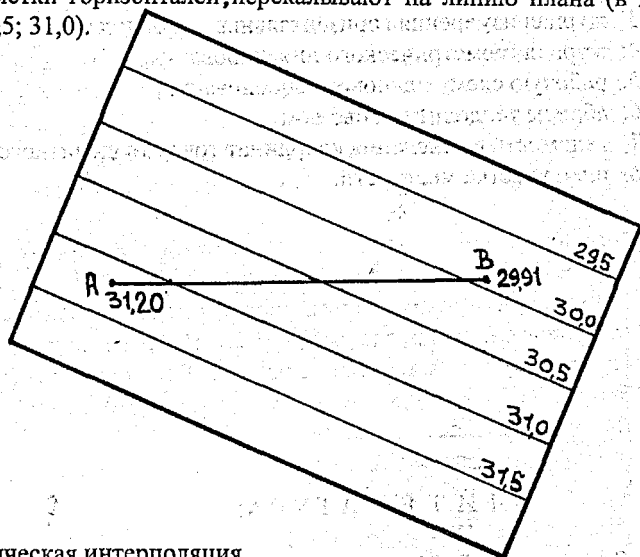


Рис. 2.15 Графическая интерполяция

2.5.6 Оформление плана

Оформление плана начинают с построения рамки (рис. 2.16). Рамку располагают таким образом, чтобы план разместился примерно посередине. Внутреннюю границу рамки либо совмещают со сторонами квадратов, либо смещают ее на несколько сантиметров.

Составленный в черновике план перед окончательным вычерчиванием корректируют в поле, сравнивая его с местностью. Под руководством преподавателя может быть осуществлен контроль определения положения контуров и горизонталей.

После оформления рамки вычерчивают ситуацию в условных знаках (табл. 2.17) тщательно выдерживая их размеры. Перед вычерчиванием горизонталей их «укладывают» так, чтобы они были плавными линиями, а на равномерных склонах расстояния между горизонталями было одинаково. Горизонталю проводят четкой линией толщиной 0,1 мм. Горизонталю кратные четырем сечениям рельефа (при высоте сечения 0,5) утолщают в 2,5 раза и под-

писывают их отметки в разрывах горизонталей. При этом верх цифр должен быть обращен в сторону повышения рельефа. Все подписи отметок речных точек и точек съемочного обоснования должны быть ориентированы верхом на север.

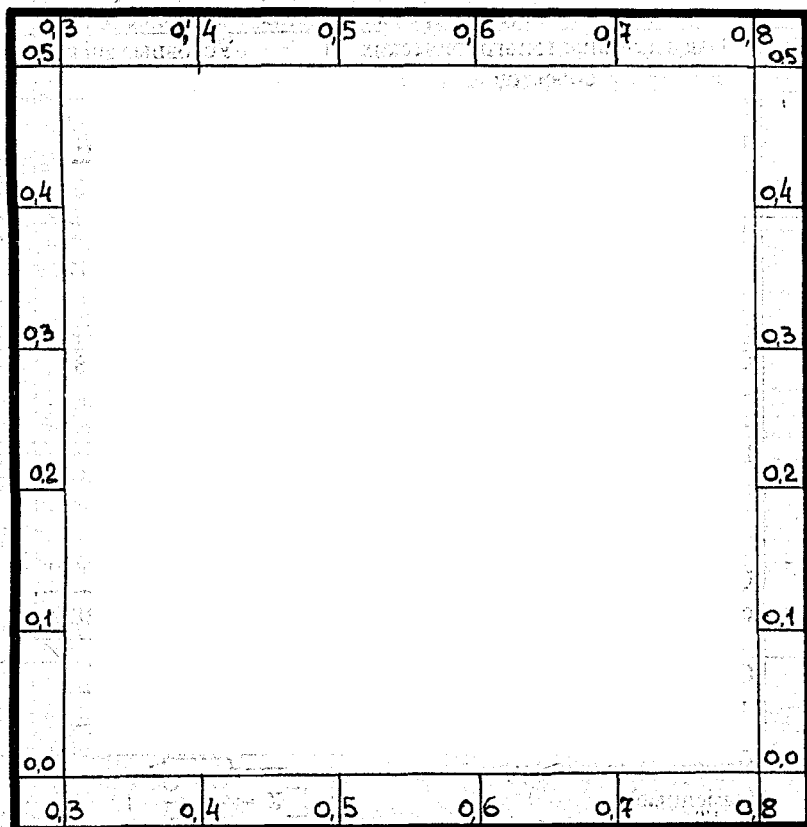
После завершения работ по инженерно-геодезическим съемкам бригада представляет:

1. журнал (тетрадь) поверок теодолита и нивелира;
2. результаты компарирования мерной ленты;
3. журнал измерения горизонтальных углов и длин линий;
4. журнал геометрического нивелирования;
5. рабочую схему планового обоснования;
6. абрисы теодолитной съемки;
7. ведомость вычисления координат точек теодолитного хода;
8. план участка местности.

Л И Т Е Р А Т У Р А:

1. Соломонов А.В. Инженерная геодезия: 1 учебное пособие для высших с-х учебных заведений – Мн: Высшая школа, 1983-328с, ил.
2. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия. Учебное пособие для вузов - М.: Недра, 1980. 616 с.
3. СНиП 1.02.07-87 Инженерные изыскания для строительства.
4. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000; 1:2000; 1:1000; 1:500.- М., Недра 1989

План строительного участка



Бригада № 4

1. Тышук О.Л. — бригадир
2. Цой В.П.
3. Петров О.Г.
4. Григоренко А.И.
5. Витковский И.И.
6. Семенов В.И.

1:1000

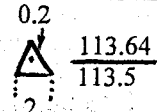
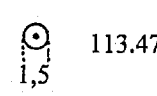
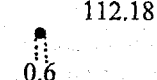
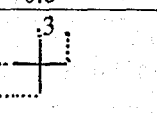



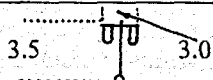
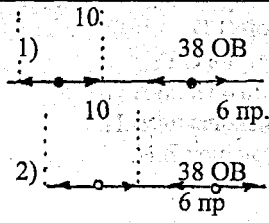

в 1 см. - 10 м

Высота сечения рельефа 0,5 м.

Принял доцент Григорьев Н.П.

Рис. 2.16 Рамка и зарамочное оформление топографического плана

**Основные условные знаки топографических карт
масштаба 1:500 и 1:000 (размеры даны в миллиметрах)**

№№ п/п	Наименование топографических объектов	Условные знаки
1	Пункты исходной геодезической сети, их номер и высота пункта и земли	
2	Точки съёмочных сетей	
3	Отметки пикетов	
4	Пересечения координатной сетки	
5	Строения жилые и нежилые огнестойкие	
6	Строения жилые и нежилые неогнестойкие	
7	Церкви с 5-ю куполами (каменные)	
8	Фонари электрические на столбах	
9	ЛЭП низкого напряжения на 1) металлических 2) деревянных столбах	
10	Колодцы подземных коммуникаций	

11	Пустыри и строительные площадки	
12	Грунтовые дороги	
13	Ограждения из проволоки а) гладкой б) сетки	
14	Ограды металлические а) с воротами б) на бетонном или кирпичном основании	
15	Ямы и курганы с их высотой и глубиной в м. а) ямы б) курганы	
16	Контуры угодий	
17	Отдельные деревья а) лиственные б) хвойные	
18	Леса естественные	
19	Лесополосы	
20	Кусты отдельные	
21	Кустарники	
22	Растительность луговая и разнотравье	

Журнал мензуральной съемки

Ст. 1. $H_{ст}=152,72$ $i=1,47$ $H_r = H_{ст} + i = 154,19$

Наблюдал: Иванов Н.С.

Записывал: Кулебякин В.Е.

№№ пикетов	Дальномерное расстояние, м.	Высота наведе- ния i м.	h	$h=h'-i$	$H=H_r+h$	Приме- чания
1	60,1	1,0	-0,36	-1,36	152,83	бровка
2	40,2	2,0	-0,80	-2,80	151,39	лощина
3	34,0	3,0	+1,20	-1,80	152,39	бровка
4	15,1	1,0	-1,85	-2,85	151,34	дорога
5	80,9	2,0	+2,30	+0,30	154,49	вершина

Учебное издание

Составители: Зеленский Алексей Михайлович
Фолитар Георгий Владимирович

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА
ПО
ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОДЕЗИИ
(ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЪЁМКИ)
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ. Часть I.

Ответственный за выпуск: Фолитар Г.В.

Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 2.02.2002 г. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага «Чайка». Усл. п. л. 3,0. Уч. изд. л. 3,25. Тираж 200 экз. Заказ № 323. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет». 224017, Брест, ул. Московская, 267.