

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Е.Р. Горр

ГЕОДЕЗИЯ

*Учебно - методическое пособие
для студентов заочной формы обучения по направлениям подготовки:
270800.62 «Строительство»,
профиль «Промышленное и гражданское строительство»;
120700.62 «Землеустройство и кадастры»,
профиль 120701 «Землеустройство»*

Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2012

УДК 528.4

Учебно - методическое пособие «Геодезия» разработано старшим преподавателем кафедры геодезии и землеустройства Е.Р. Горр.

Учебно - методическое пособие для студентов заочной формы обучения составлено применительно к типовой программе, изложенной в государственном образовательном стандарте, по направлению подготовки 270800.62 «Строительство», профиль «Промышленное и гражданское строительство»; 120700.62 «Землеустройство и кадастры», профиль 120701 «Землеустройство»

В пособии излагаются вопросы, связанные с созданием планового и высотного съемочного обоснования, рассмотрены способы съемки ситуации и рельефа. Рассмотрены вопросы, связанные с выносом проекта в натуру для землеустройства и строительства.

Предназначено для студентов заочной формы обучения .

Рецензент – И.А. Полякова, ведущий инженер топографо-геодезической партии ООО «Регис»

Рекомендовано к печати в издательстве ДальГАУ методическим советом инженерно-строительного института (Протокол № 6 от 22 февраля 2012 года).

Издательство ДальГАУ
2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1 Топографическая съемка территории. Назначения, состав полевых работ, теоретические основы теодолитной съемки	6
1.1 Состав полевых работ	7
1.2 Принцип измерения горизонтального угла	8
1.3 Устройство теодолита. Поверки и исследования теодолита	11
Глава 2 Тахеометрическая съемка. Общие указания о порядке выполнения контрольных работ	19
2.1 Контрольная работа № 1 по геодезии. Обработка результатов тахеометрической съемки	19
2.1.1 Задание 1. Вопросы по инженерной геодезии	20
2.1.2 Задание 2. Решение задач	22
2.1.3 Задание 3. Вычисление исходных дирекционных углов линий; решение прямой геодезической задачи	33
2.1.4 Задание 4. Составление топографического плана строительной площадки	36
2.1.5 Задание 5. Решение задач по топографическому плану строительной площадки	60
Глава 3 Нивелирование	61
3.1 Устройство, поверки нивелира НЗ -58	61
3.2 Нивелирные рейки, вешки	63
3.3 Продольное нивелирование трассы	66
3.4 Контрольная работа № 2 по геодезии. Составление профиля трассы дороги	67
3.5 Список литературы	83

Глава 4 Геодезические разбивочные работы	84
4.1 Контрольная работа № 3 «Геодезические работы в строительстве». Геодезические разбивочные работы. Общие указания о порядке выполнения контрольной работы	84
4.2 Задание 1. Вопросы по дисциплине: «Геодезические работы в строительстве»	85
4.3 Задание 2. Решение задач	88
4.4 Расчетно-графическая работа «Геодезические разбивочные работы в строительстве»	97
4.4.1 Общие указания	97
4.4.2 Определение координат точек выносимого сооружения	98
4.4.3 Предварительный выбор способа разбивки точек запроектированного сооружения	99
4.4.4 Вычисление разбивочных элементов	105
4.4.5 Выбор способа разбивки	107
4.4.6 Составление разбивочной схемы	109
4.4.7 Составление разбивочного чертежа	109
4.5 Список литературы	118
Глава 5 Контрольная работа «Геодезические работы в землеустройстве»	119
5.1 Общие указания о порядке выполнения контрольной работы	119
5.2 Способы определения площадей	126
5.2.1 Определение площадей участков аналитическим способом	126
5.2.2 Определение площади участков графическим способом	129
5.3 Спрямление ломаной границы и составление экспликации земель	132
5.4 Вопросы для самопроверки	134
5.5 Список литературы	135

ВВЕДЕНИЕ

Геодезия – наука об измерениях земной поверхности с целью изучения вида и размеров Земли, получения изображения ее на картах и планах и осуществления различных инженерных и сельскохозяйственных мероприятий. Геодезические работы, как правило, имеют два этапа: полевые работы (измерения на местности) и камеральные работы (обработка результатов полевых измерений), составление чертежей.

При выполнении расчетно-графических и расчетно-проектировочных работ, студентам предлагается выполнить второй этап – камеральные работы по готовым данным полевых измерений. При этом необходимо учитывать следующее:

- в целях экономии времени и средств, геодезические документы, выполненные первоначально одной организацией, используются впоследствии другими организациями. Например, топографический план участка местности, составленный для архитектурной планировки, не используется организациями водоснабжения, теплоснабжения. Изображение объектов ситуаций поэтому должны быть выполнены строго по единым условным знакам [13]. При введении дополнительных условных знаков, они должны быть расшифрованы в примечании к чертежу;

- при проектных работах часто линейные размеры, площади земляных угодий, водозаборного бассейна, объемы земляных масс, определяются непосредственно с чертежа, поэтому все построения на чертежах, в частности на топографическом плане, должны быть выполнены с предельно возможной для человеческого глаза точностью (0,1 мм). В связи с этим перед началом графических работ, студент должен иметь необходимые инструменты и принадлежности: геодезический транспортир, металлическую линейку с поперечным масштабом, измеритель с фиксированием расстояния между иглами и другие. Во избежание загрязнения чертежа при работе, металлические и

пластмассовые поверхности чертежных принадлежностей, как и руки, должны быть промыты и насухо вытерты;

- вычислительные работы должны выполняться с соблюдением требований и правил вычислительных работ. Студент должен совершенствовать навыки в ручном счете и уметь выполнять простые действия по правилам математики с использованием таблиц, значения в которых тщательно проверены. Следует помнить, что величины одной размерности должны подсчитываться с одинаковой точностью;

- любые работы, в том числе и геодезические, состоят: из подготовительных, основных и заключительных. Подготовительные работы требуют большой затраты времени. Если основные работы прерваны и отложены, то подготовительные работы приходится выполнять вновь, поэтому студенту рекомендуется заранее планировать свое время так, чтобы намеченный объем работы выполнялся полностью без отключения на другие вопросы.

ГЛАВА 1 ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ТЕРРИТОРИИ. НАЗНАЧЕНИЯ, СОСТАВ ПОЛЕВЫХ РАБОТ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ

Теодолитной съемкой называется горизонтальная или контурная съемка местности, которая выполняется с помощью теодолита. Теодолитная съемка выполняется для получения на бумаге в заданном масштабе очертаний находящихся на местности контуров сооружений, земельных угодий и так далее, в их проекции на горизонтальную плоскость. Такое изображение называют контурным планом. По результатам теодолитной съемки может быть составлен план без рельефа. Для получения рельефа необходимо произвести нивелирование поверхности, на которой выполнялась теодолитная съемка. Сочетание теодолитной съемки и нивелирования поверхности целесообразно применять для получения плана строительного участка. Процесс

теодолитной съемки складывается из: проложения теодолитных ходов, привязка их к пунктам геодезической сети, съемка ситуации, и камеральных работ, в результате получают журнал теодолитной съемки и абрис.

В области строительства контурный план используется для горизонтальной планировки, для проектирования взаимного расположения в плане намеченных к строительству зданий, сооружений, инженерных сетей, с учетом уже имеющихся на местности контуров.

1.1 Состав полевых работ

Полевые работы при теодолитной съемке заключаются в создании на участке ломанной или замкнутой линии, представляющей ту или иную фигуру, называемую теодолитным ходом (рис. 1).

Точки перегибов линии, закрепляемых на местности деревянными кольями или другими знаками, называют вершинами, а прямые, соединяющие вершины – сторонами теодолитного хода.

Углы при вершинах теодолитного хода измеряют с точностью 30" теодолитом, а длины сторон – мерными приборами с относительной погрешностью, чаще 1: 2 000. Горизонтальные проложения сторон определяют с учетом угла наклона местности, который также измеряется теодолитом. Опираясь на полученный теодолитный ход, который является плановым обоснованием горизонтальной съемки, производится съемка характерных точек контуров местности (ситуации) с зарисовкой способов съемки и измеренных при съемке углов и длин линий на схематических чертежах, называемых абрисами.

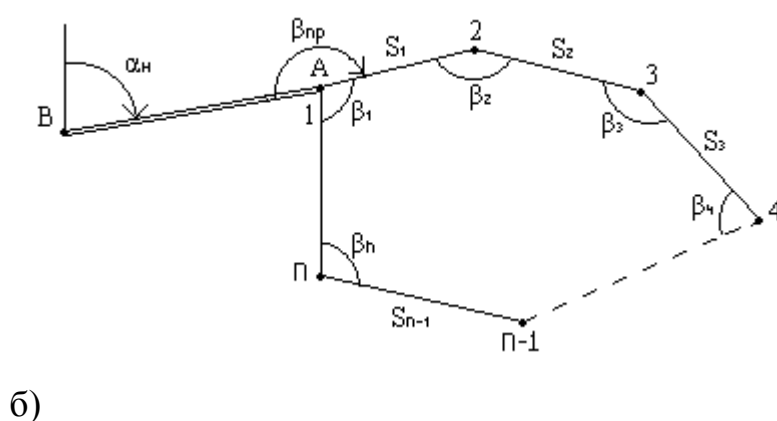
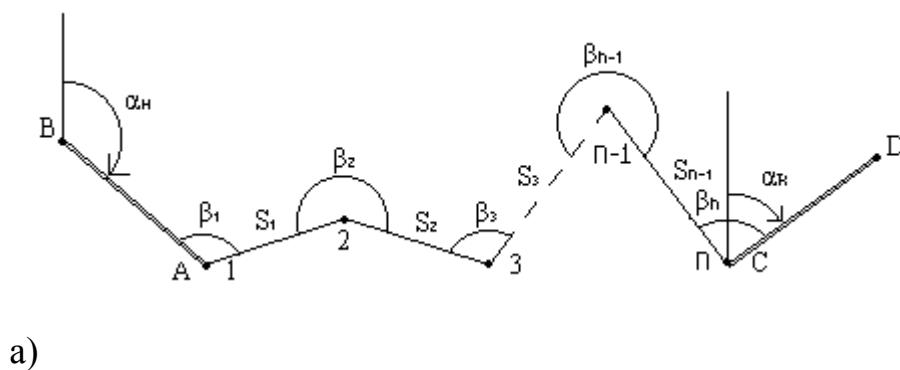


Рис. 1.1. Примеры схем теодолитных ходов: а) разомкнутый ход, б) замкнутый ход.

1, 2, .. - вершины теодолитного хода;

$S_1, S_2, \dots, S_{n-1}$ - горизонтальные проложения сторон теодолитного хода;

$\beta_1, \dots, \beta$ - углы, измеренные при вершинах теодолитного хода.

1.2 Принцип измерения горизонтального угла

Плоский угол образуется двумя лучами, исходящими из одной точки, называемой вершиной угла. Угол обычно измеряют в градусной мере (градусы, минуты, секунды), реже - в радианной. В геодезии имеют дело с углами, лежащими в горизонтальной или вертикальной плоскостях, причем горизонтальный угол обычно обозначают буквой β .

Угол на чертеже или карте измеряют транспортиром (рис. 1.2).

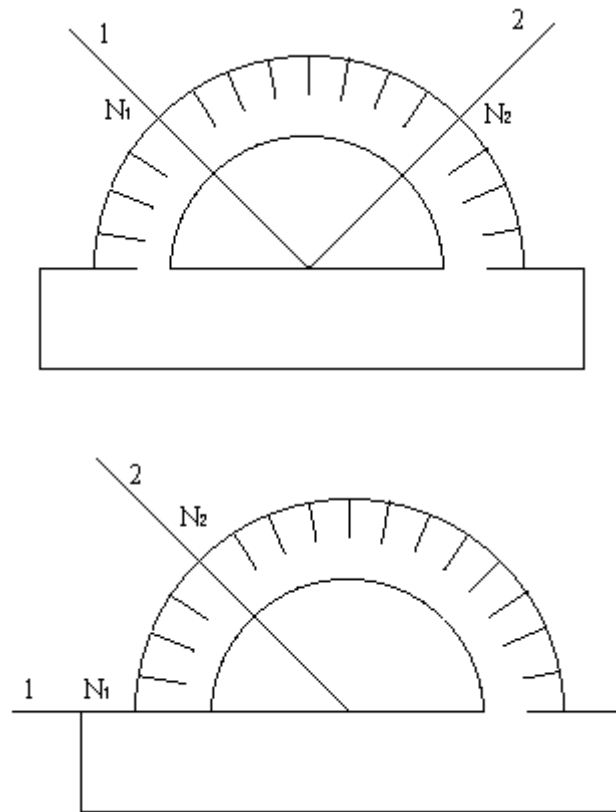


Рис.1.2

N_1 и N_2 - отсчеты по шкале транспортира в точках пересечения ее сторонами угла

$$\beta = N_2 - N_1 \quad (1.1)$$

$$\text{если: } N_1 = 0, \text{ то } \beta = N_2 \quad (1.2)$$

На местности угол фиксируется тремя точками: одна из них - точка А - является вершиной угла, две другие - В и С - фиксируют направления первой и второй сторон угла соответственно (рис.1.3).

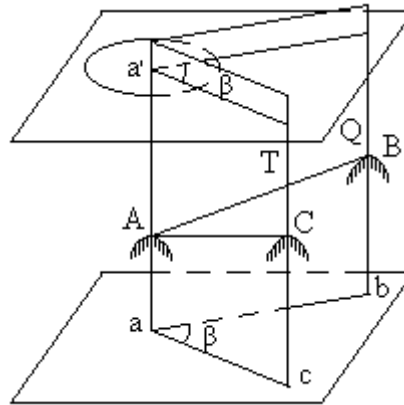


Рис. 1.3

В геодезии обработка измерений выполняется на горизонтальной плоскости, поэтому угол ВАС нужно спроектировать на горизонтальную плоскость Н. Горизонтальная проекция точки находится в точке пересечения отвесной линии, проходящей через эту точку, с плоскостью Н. Для проектирования линии нужна отвесная проектирующая плоскость, проходящая через данную линию.

Проведем через линии местности АВ и АС отвесные проектирующие плоскости Q и Т. Линии пересечения этих плоскостей с горизонтальной плоскостью Н будут горизонтальными проекциями линий АВ и АС.

Искомый угол β - это мера двугранного угла, образованного проектирующими плоскостями Q и Т, то есть, плоский угол, лежащий в плоскости Н, перпендикулярной граням угла. Ребром этого двугранного угла является отвесная линия, проходящая через вершину угла местности. Вспомним одно из свойств двугранного угла: при пересечении его граней параллельными плоскостями углы, образованные линиями пересечения граней с этими плоскостями, равны между собой. Как измерить угол β , используя это свойство? Для этого достаточно установить угломерный круг так, чтобы его центр находился на ребре двугранного угла, а его плоскость была горизонтальна (параллельна плоскости Н).

Угол β равен углу $b'a's'$; он вычисляется по разности отсчетов s' и b' на угломерном круге (1.3):

$$\beta = s' - b' \quad (1.3)$$

Отсчет b' получается в точке пересечения шкалы угломерного круга плоскостью Q , отсчет s' - в точке пересечения шкалы плоскостью T .

Таким образом, прибор для измерения горизонтальных углов на местности должен иметь угломерный круг, приспособление для наведения на точки местности и устройство для отсчитывания по шкале угломерного круга; такой прибор называется теодолитом (рис. 1.4).

1.3. Устройство теодолита 2Т30 П

Измерению горизонтального угла предшествует установка теодолита в рабочее положение, которая складывается из следующих действий: центрирование прибора, приведение плоскости лимба в горизонтальное положение, установка трубы для наблюдений.

Центрирование выполняется при помощи нитяного отвеса. Перемещением штатива вместе с теодолитом добиваются, чтобы отвес находился примерно над точкой, обозначающей вершину измеряемого угла. После этого, нажимая ногой на упоры, имеющиеся в нижней части штатива, уточняют положение отвеса, одновременно следя за тем, чтобы головка штатива была примерно горизонтальна. Окончательного совмещения острия отвеса с точкой достигают перемещением теодолита по головке штатива, открепив предварительно становой винт, после чего этот винт снова закрепляют.

Приведение плоскости лимба в горизонтальное положение (вертикальной оси прибора в отвесное положение) выполняется с помощью подъемных винтов при подставке и фиксируется по уровню, расположенному на алидаде горизонтального круга.

Установка трубы для наблюдений складывается из установки трубы по глазу вращением диоптрийного кольца и по предмету - с помощью кремальеры.

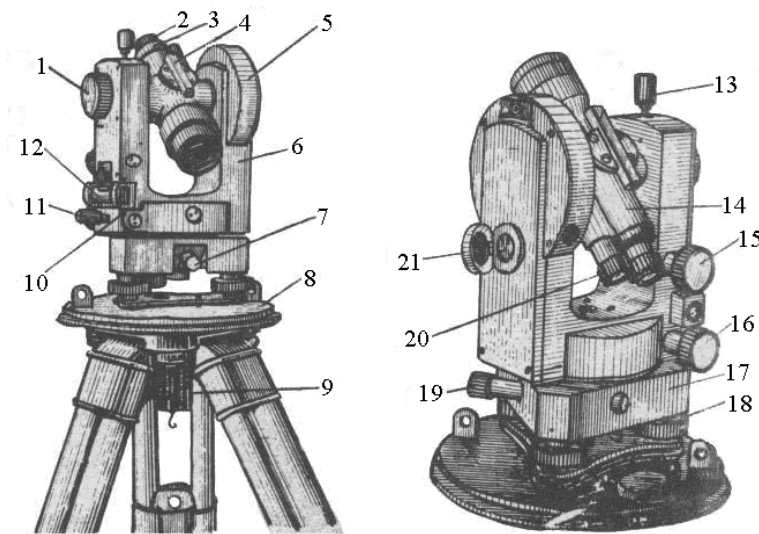


Рис. 1.4 Общий вид теодолита 2Т30

1. Кремальера; 2. Диоптрийное кольцо; 3. Колпачок, под которым расположены исправительные винты сетки нитей; 4. Оптический визир; 5. Вертикальный круг; 6. Подставка зрительной трубы; 7. Закрепительный винт лимба; 8. Основание футляра; 9. Становой винт; 10. Исправительный винт уровня; 11. Закрепительный винт алидады; 12. Цилиндрический уровень; 13. Закрепительный винт зрительной трубы; 14. Зрительная труба; 15. Наводящий винт зрительной трубы; 16. Наводящий винт алидады; 17. Подставка; 18. Подъемный винт; 19. Наводящий винт лимба; 20. Окуляр шкалового микроскопа; 21. Зеркало.

Поверки и исследования теодолита

Для измерения горизонтальных углов и углов наклона в теодолите должны быть соблюдены следующие геометрические условия:

- плоскость лимба горизонтального круга должна быть горизонтальна;
- вертикальная ось прибора должна быть отвесна;

- коллимационная плоскость должна быть вертикальна.

Для контроля выполнения этих условий производятся поверки и юстировки теодолита, для того, чтобы убедиться в выполнении условий взаимного расположения геометрических осей теодолита. В случае нарушения этих условий необходимо исправить положение той или иной оси.

Для этого нужно выполнить следующие операции:

- 1) вращая алидаду, установить уровень при алидаде горизонтального круга параллельно линии, соединяющей два подъёмных винта, и, вращая эти два винта в противоположные стороны, привести пузырёк уровня в нульпункт;
- 2) повернуть алидаду на 90° , то есть, установить уровень по направлению третьего подъёмного винта; вращая этот винт, привести пузырёк уровня в нульпункт.

При наведении зрительной трубы на визирную цель (например, на вешку) следует, вращая алидаду и трубу, навести на вешку зрительной трубы белый крест в окуляре визира и, придерживая одной рукой алидаду, осторожно завернуть её зажимной винт (рис. 1.5). Затем, придерживая одной

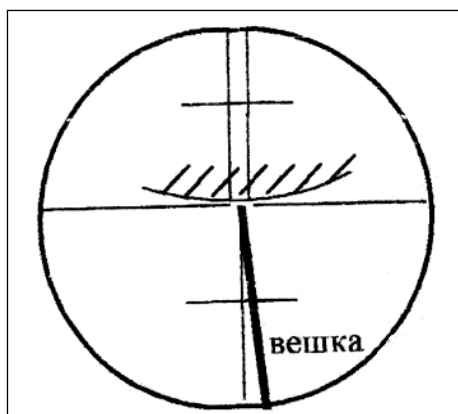


Рис.1.5. Правильное наведение

рукой зрительную трубу, другой рукой завернуть зажимной винт трубы. После этого, глядя в окуляр трубы, нужно отфокусировать изображение вешки и, вращая наводящие винты алидады и трубы, установить изображение веш-

ки в центре сетки нитей. Для ослабления ошибки из-за наклона вешки крест сетки нитей нужно наводить на самую нижнюю видимую часть вешки.

Большое значение при измерении углов имеет умение правильно отсчитывать по лимбу теодолита отсчетов, с помощью шкалового микроскопа. Такое умение основывается на знании устройства отсчётного приспособления теодолита и внимательного и аккуратного отношения к процессу отсчитывания (рис. 1.6).

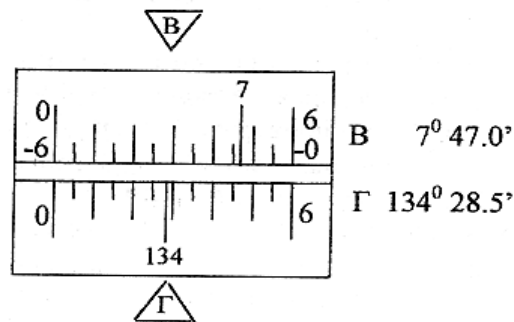


Рис.1.6 Шкала микроскопа

Отсчитывание по лимбу с помощью шкалового микроскопа теодолита 2Т30 выполняется в следующей последовательности:

1. Зафиксировать штрих градусного деления лимба внутри шкалы микроскопа (между цифрами 0 и 6) - это будут градусы отсчёта;
2. По положению этого штриха взять отсчёт по шкале микроскопа с точностью до полминуты (рис.1.6). Отсчёт по горизонтальному кругу - $134^{\circ}28,5'$; по вертикальному кругу - $7^{\circ}47,0'$. Следует помнить, что шкала микроскопа вертикального круга имеет двойную оцифровку. Если у градусного деления вертикального лимба нет знака, для отсчёта по шкале микроскопа используется положительная оцифровка; если у градусного деления есть знак "минус", то для отсчёта по шкале используется отрицательная оцифровка.

Поверка уровня

Ось уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения алидады. Эта поверка включает следующие операции:

1). Вращая алидаду, установить уровень параллельно линии, соединяющей два подъёмных винта; вращая эти винты в противоположные стороны, привести пузырёк в нульпункт; повернуть алидаду точно на 180° ; сосчитать количество делений n , на которые пузырёк уровня отклонился от нульпункта; - вращая эти же два подъёмных винта, сместить пузырёк уровня в сторону нульпункта на $\frac{n}{2}$ делений;

2). Вращая исправительные винты уровня, привести пузырёк в нульпункт. Если после поворота алидады на 180° пузырёк уровня уходит за пределы шкалы, то отклонение пузырька следует измерять в оборотах подъёмных винтов и исправлять уровень методом последовательных приближений; кроме того, в этом случае можно применить способ Г. Ф. Лысова. Порядок проверки уровня по способу Г.Ф. Лысова:

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

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

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

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

д) исправительными винтами уровня привести пузырёк уровня в нульпункт. После исправления уровня нужно заново привести ось вращения алидады в вертикальное положение (выполнить горизонтирование теодолита).

Поверка коллимационной ошибки

Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы. Угол C отклонения визирной оси от перпендикуляра к оси вращения трубы (рис.1.7) называется коллимационной ошибкой. Для выявления коллимационной ошибки выбирают удаленную, хорошо видимую точку, расположенную так, чтобы линия визирования была примерно горизонтальна. Наводят пересечение нитей сетки на эту точку и производят отсчет по горизонтальному кругу. Например, при круге лево отсчет равен $18^\circ 30'$ (КЛ= $18^\circ 30'$).

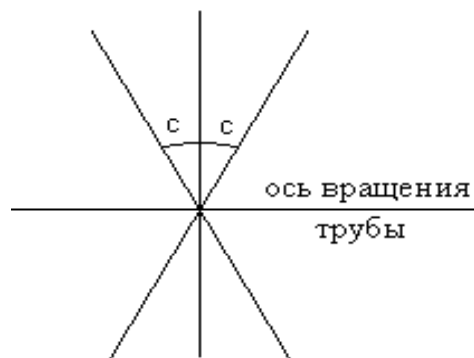


Рис.1.7 Коллимационная ошибка

Если C превышает двойную точность отсчета по шкале прибора, то нужно исправить положение визирной оси. Для этого вычисляют исправленный отсчет по горизонтальному кругу, в котором число градусов берется из последнего отсчета, а количество минут вычисляется как среднее арифметическое из числа минут обоих отсчетов. В приведенном примере исправленный отсчет будет равен:

$$198^\circ + \frac{30' + 36'}{2} = 198^\circ 33' \quad (1.4)$$

Этот отсчет наводящим винтом алидады устанавливают по горизонтальному кругу. Пересечение нитей сетки сойдет с точки. Следует переместить сетку нитей так, чтобы перекрестие нитей вновь установилось на

точке. Для этого используют 4 исправительных винта сетки нитей с отверстиями для шпильки, расположенные под колпачком. Шпилькой ослабляют вертикальные винты и боковыми винтами перемещают сетку нитей до тех пор, пока перекрестие не будет на точке. Вертикальные винты вновь затягивают и поверку повторяют.

Поверка сетки нитей

Вертикальная нить сетки нитей должна быть параллельна оси вращения алидады. Для выполнения поверки нужно выполнить следующие операции:

- 1) вращая алидаду, навести зрительную трубу на хорошо видимую точку;
- 2) наводящим винтом трубы плавно смещать трубу по высоте сначала вниз, потом вверх; если изображение точки не отклоняется от вертикальной нити, условие выполнено;
- 3) если изображение точки отклоняется от вертикальной нити, то при измерении углов следует всегда наводить трубу на визирную цель так, чтобы цель была в центре поля зрения трубы.

Поверка места нуля

Вычисление места нуля для теодолита Т30 выполняется по формуле:

$$MO = 0,5 (Л + П) \quad (1.5)$$

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

Измерение горизонтального угла выполняется способом приемов. Измеряются обычно правые по ходу углы. Закрепив лимб, вращением алидады наводят зрительную трубу на правую веку, причем наведение делается на нижнюю часть вехи. Взяв отсчет по горизонтальному кругу (а), вращением алидады зрительную трубу наводят на левую веку и берут отсчет (с). Величина измеряемого угла: $\beta = a - c$. Выполненные действия составляют один полуприем. Между полуприемами переводят трубу через зенит и смещают

либб примерно на 1-2°. Закрепив лимб и открепив алидаду, снова наводят трубу на правую и левую вехи. Расхождение между двумя значениями угла, полученными в каждом полуприеме, не должно превышать двойной точности отсчетного устройства. Для теодолита 2Т30 предельная величина расхождения равна 1'. При удовлетворении этого условия находят среднее значение угла из двух полуприемов с округлением до 0,1'.

Измерение углов наклона

Для измерения угла наклона наводят горизонтальную нить сетки на определяемую точку при двух положениях вертикального круга слева и справа от трубы, беря отсчеты по шкале вертикального круга (КЛ и КП). При наведении на точку необходимо следить, что бы пузырек уровня при алидаде горизонтального круга был на середине.

По полученным отсчетам вычисляют место нуля (МО) вертикального круга и угол наклона (v) по формулам:

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2} \quad (1.6)$$

$$v = КЛ - МО ; v = МО - КП \quad (1.7)$$

Сущность теодолитной съемки

Теодолитной съемкой называется горизонтальная или контурная съемка местности, которая выполняется с помощью теодолита. По результатам теодолитной съемки может быть составлен план без рельефа. Для получения рельефа необходимо произвести нивелирование поверхности, на которой выполнялась теодолитная съемка. Сочетание теодолитной съемки и нивелирования поверхности целесообразно применять для получения плана строительного участка. Процесс теодолитной съемки складывается из: проложения теодолитных ходов, привязка их к пунктам геодезической сети, съемка ситуации, и камеральных работ, в результате получают журнал теодолитной съемки и абрис.

ГЛАВА 2. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Учебный план обучения предусматривает выполнение студентами-заочниками двух контрольных работ. Каждую работу следует выполнять только после проработки соответствующего учебного материала по литературе. Начинать выполнение контрольной работы всегда следует после тщательной проработки соответствующего раздела курса. Студент обязан выполнить задание в полном объеме и сдать в установленные сроки, согласно учебного графика. Получив после рецензирования контрольную работу, студенту необходимо исправить недочеты и дополнения. Исправления следует производить на том же листе, или на отдельном. Затем представить работу для повторной рецензии. Каждая контрольная работа защищается студентом, после защиты студент допускается к экзамену.

2.1 Контрольная работа № 1. Обработка результатов тахеометрической съемки

Работа состоит из четырех заданий, выполняемых в «Тетради для выполнения контрольной работы». Ответы на вопросы и решения всех задач, входящих в данную работу, высылаются на рецензирование одновременно.

Номер варианта выбирается, согласно порядкового номера студента в списке группы.

Контрольная работа № 1 представляется в следующем виде: первое задание: подготовить в тезисной форме ответы на вопросы. Четные варианты отвечают на четные вопросы. Нечетные – на нечетные. Второе задание: решение задач, в соответствии со своим вариантом.

Третье и четвертое задание: в виде расчетно-пояснительной записки, выполненной на листах писчей бумаги (формат 210×297) и скрепленных в

брошюру – альбом, либо в тетради в клетку. Все оформления (чертежи, рисунки, текст) выполняются чернилами, тушью или черной гелевой ручкой. Каждая страница оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД. На обложке записи указывается группа, фамилия и инициалы студента, название и номер контрольной работы, вариант.

2.1.1. Задание 1. Вопросы по инженерной геодезии

1. Что следует понимать под общей формой Земли? Что такое уровенная поверхность?
2. Какой математической поверхностью в практических целях может быть заменена уровенная поверхность?
3. Что называется абсолютной и условной высотой точки на земной поверхности?
4. Что называется планом и картой? В чем их различия?
5. Что называется масштабом? Виды масштабов;
6. Что называется ориентированием линии на местности?
7. Какая точка принимается за начало координат в зональной системе?
8. Откуда отсчитывается абсцисса и ордината в зональной системе?
9. Что называется дирекционным углом?
10. Что называется румбом?
11. Какая существует связь между прямыми и обратными дирекционными углами, между прямыми и обратными румбами?
12. Какая существует связь между дирекционными углами и румбами?
13. Что называется рельефом? Как изображается рельеф на местности?
14. Что называется горизонталями?
15. Каковы основные свойства горизонталей?
16. Что называется высотой сечения?
17. Какие формы рельефа изображаются на топографических картах условными знаками?
18. Что называется заложением?

19. Что называется крутизной ската?
20. Для чего на топографических картах строится масштаб заложений?
21. Что называется уклоном линии?
22. Откуда ведется счет высот на топографических картах?
23. Какие условные знаки называются масштабными и какие немасштабными?
24. Назначение теодолита.
25. Назовите основные части теодолита 2Т-30.
26. Для чего нужен уровень при алидаде, что называется его осью?
27. Назовите основные части зрительной трубы.
28. Что называется визирной осью трубы?
29. Какие исправительные винты есть у теодолита 2Т - 30?
30. Из каких действий складывается установка теодолита в рабочее положение?
31. Как измеряется горизонтальный угол способом приемов?
32. Какова величина допускаемого отклонения горизонтального угла из двух полуприемов?
33. Съёмочное обоснование теодолитной съёмки;
34. В чем сущность полярного способа съёмки ситуации?
35. Что называется абрисом?
36. Как вычисляется угловая невязка замкнутого теодолитного хода? Ее допустимость и распределение.
37. Сумма исправленных углов в замкнутом теодолитном ходе.
38. Как вычисляются дирекционные углы сторон замкнутого теодолитного хода? Контроль правильности их вычисления;
39. Назначение лимба и алидады;
40. Что называется ценой деления лимба и как ее определить?
41. Для чего служит уровень теодолита?
42. Что называется осью цилиндрического уровня?

43. Сетка нитей зрительной трубы, ее исправительные винты.
44. Установка зрительной трубы для наблюдений.
45. Назначение закрепительных и наводящих винтов теодолита.
46. Сумма исправленных углов в замкнутом теодолитном ходе.
47. Определение места нуля вертикального круга.
48. Измерение угла наклона, формулы для его вычисления.
49. В чем сущность съемки ситуации способом перпендикуляров?
50. В чем сущность полярного способа съемки ситуации?
51. Способы линейных и угловых засечек при съемке ситуации.
52. Сумма исправленных углов в разомкнутом теодолитном ходе.
53. Построение координатной сетки. Контроль ее построения.
54. Как наносятся по координатам на план вершины теодолитных ходов, и как контролируется правильность их нанесения?

2.1.2. Задание 2. Решение задач

Задача 1. Построить поперечный масштаб: длина масштаба – 14 см; высота масштаба – 3 см; основание масштаба – 2 см. Пользуясь построенным поперечным масштабом и циркулем-измерителем, отложить в заданном масштабе ряд линий (табл.2.1):

Объяснение. Проведем прямую линию CD и отложим на ней несколько раз основание масштаба - отрезок a длиной 2 см (рис.2.1). В полученных точках восстановим перпендикуляры к линии CD; на крайних перпендикулярах отложим m раз вверх от линии CD отрезок постоянной длины и проведем линии, параллельные линии CD. Крайнее левое основание разделим на n равных частей. Соединим i -тую точку основания CA с $(i-1)$ -й точкой линии BL; эти линии называются трансверсалими. Построенный таким образом масштаб называется поперечным.

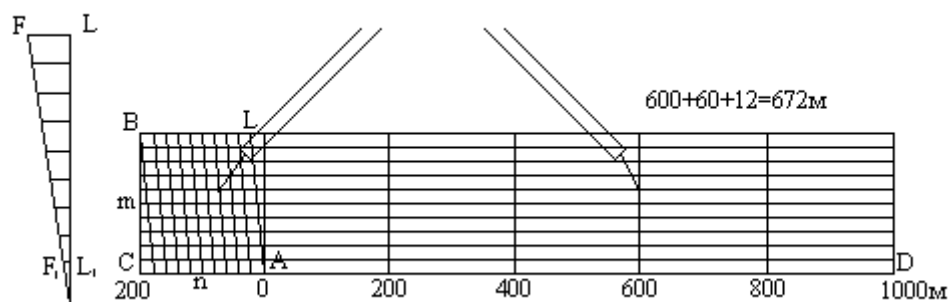


Рис.2.1 Поперечный масштаб

Если основание масштаба равно 2 см, то масштаб называется нормальным; если $m = n = 10$, то масштаб называется сотенным.

Наименьшее деление поперечного масштаба равно отрезку F_1L_1 ; на такую длину отличаются два соседних параллельно расположенных отрезка при движении вверх по трансверсали и по вертикальной линии. Теория поперечного масштаба заключается в выводе формулы цены его наименьшего деления.

Рассмотрим два подобных треугольника AF_1L_1 и AFL , из подобия которых следует:

$$\frac{F_1L_1}{FL} = \frac{AL_1}{AL}, \quad (2.1)$$

откуда $F_1L_1 = FL \cdot (AL_1 / AL)$.

По построению $FL = a/n$ и $(AL_1 / AL) = 1/m$. Подставим эти равенства в формулу (2.2) и получим:

$$F_1L_1 = \frac{a}{m \cdot n}. \quad (2.2)$$

При $m = n = 10$ имеем $F_1L_1 = a/100$, то есть, у сотенного масштаба цена наименьшего деления равна одной сотой доле основания.

Таблица 2.1

№ варианта	Масштаб	Расстояние,м	№ варианта	Масштаб	Расстояние,м
1	1:100	11,74	16	1:200	11,84
31	1:2000	98,8	46	1:500	29,20
	1:25000	2640		1:10000	1036
2	1:200	19,36	17	1:250	23,55
32	1:5000	394,4	47	1:5000	578
	1:25000	1985		1:10000	888
3	1:250	29,95	18	1:500	18,30
33	1:1000	67,40	48	1:10000	996
	1:500	18,30		1:25000	1795
4	1:500	37,80	19	1:250	9,75
34	1:1000	84,4	49	1:5000	496
	1:25000	1660		1:10000	824
5	1:250	17,35	20	1:100	9,86
35	1:2000	65,20	50	1:5000	382
	1:10000	594		1:25000	885
6	1:100	12,32	21	1:200	21,24
36	1:500	47,11	51	1:500	29,20
	1:25000	1995		1:2000	116,8
7	1:200	20,40	22	1:250	19,80
37	1:1000	114,4	52	1:500	28,10
	1:25000	925		1:10000	378
8	1:250	18,25	23	1:500	8,40
38	1:2000	122,8	53	1:1000	56,6
	1:5000	284		1:25000	2820
9	1:500	57,8	24	1:100	3,92
39	1:10000	860	54	1:250	10,55
	1:25000	975		1:2000	114,4
10	1:100	8,66	25	1:200	19,76
40	1:250	29,45	55	1:500	41,20
	1:5000	182		1:25000	845
11	1:200	11,76	26	1:250	31,15
41	1:500	48,00	56	1:500	42,20
	1:25000	1885		1:1000	56,4
12	1:250	20,80	27	1:500	44,4
42	1:1000	104,4	57	1:100	6,66
	1:5000	377,6		1:25000	890
13	1:500	39,20	28	1:1000	72,2
43	1:2000	217,6	58	1:25000	1875
	1:10000	992		1:50000	2620
14	1:1000	69,8	29	1:100	2,64
44	1:5000	524	59	1:500	26,20
	1:25000	1925		1:2000	220,4
15	1:100	8,06	30	1:200	14,56
45	1:5000	579	60	1:500	46,30
	1:25000	1925		1:10000	362

Порядок пользования поперечным масштабом:

- циркулем-измерителем зафиксировать длину линии на карте;
- одну ножку циркуля поставить на целое основание, а другую - на любую трансверсаль, при этом обе ножки циркуля должны располагаться на линии, параллельной линии CD;
- длина линии составляется из трех отсчетов: отсчет целых оснований, умноженный на цену основания, плюс отсчет делений левого основания, умноженный на цену деления левого основания, плюс отсчет делений вверх по трансверсали, умноженный на цену наименьшего деления масштаба. Точность измерения длины линий по поперечному масштабу оценивается половиной цены его наименьшего деления.
-

Задача 2. По азимутам линии АВ, указанным в таблице 2.2, определить румбы.

Таблица 2.2

Номер варианта	Азимут линии АВ	Номер варианта	Азимут линии АВ
1, 11, 21, 31, 41, 51	159°43′	6, 16, 26, 36, 46, 56	184°28′
2, 12, 22, 32, 42, 52	230°15′	7, 17, 27, 37, 47, 57	270°01′
3, 13, 23, 33, 43, 53	277°47′	8, 18, 28, 38, 48, 58	110°35′
4, 14, 24, 34, 44, 54	359°01′	9, 19, 29, 39, 49, 59	90°02′
5, 15, 25, 35, 45, 55	70°34′	10, 20, 30, 40, 50, 60	305°16′

Задача 3. По румбам линии АВ по таблице 3 определить азимуты обратных направлений (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Номер варианта	Румб линии АВ	Номер варианта	Румб линии АВ
1, 11, 21, 41	ЮЗ:76°18′	7, 17, 27, 37, 47, 58	ЮВ:89°02′
2, 12, 22, 42	СВ:13°24′	8, 18, 28, 38, 48, 57	СЗ:2°58′
3, 13, 23, 43	ЮВ:29°35′	9, 19, 29, 39, 49, 56	СВ:0°01′
4, 14, 24, 44	ЮЗ:17°10′	10, 20, 30, 40, 50, 55	ЮЗ:0°01′
5, 15, 25, 45, 60	ЮЗ:80°50′	31, 33, 35, 51, 54	СЗ:89°59′
6, 16, 26, 46, 59	СЗ:10°15′	32, 34, 36, 52, 53	СВ:60°48′

Задача 4. По известным истинным азимутам линии A_n и углу склонения магнитной стрелки δ (табл. 2. 4), определить магнитный азимут A_m

Таблица 2.4

Номер варианта	Истинный азимут A_n	Склонение магнитной стрелки, δ	Номер варианта	Румб линии	Склонение магнитной стрелки, δ
1, 21,31	90°00′	-2°00′	11, 50, 59	СВ:1°10′	+5°20′
2, 22,32	170°30′	+4°30′	12, 49, 60	СЗ:0°01′	-1°20′
3, 23,33	210°00′	-2°30′	13, 48, 51	ЮЗ:2°10′	-3°30′
4, 24,34	300°30′	+5°30′	14, 47, 52	СВ:50°20′	+10°15′
5, 25,35	359°59′	+1°20′	15, 46, 53	СЗ:1°10′	+1°12′
6, 26,36	0°01′	-1°10′	16, 45, 54	ЮВ:0°30′	-1°20′
7, 27,37	269°59′	+3°19′	17, 44, 55	СВ:89°59′	+1°20′
8, 28,38	179°59′	-1°11′	18, 43, 56	ЮЗ:89°49′	-3°30′
9, 29,39	0°02′	+5°10′	19, 42, 57	ЮВ:0°02′	+10°10′
10,30,40	200°40′	-1°11′	20, 41, 58	СВ:60°10′	-10°10′

Задача 5. Вычислить координаты точки В, если известны координаты x_A , y_A точки А, расстояние между точками А и В и румб линии АВ. Данные для решения прямой геодезической задачи приведены в табл.2.5. Решение задачи проиллюстрировать рисунком, на котором показать все известные и определяемые величины. Линию АВ на рисунке ориентировать по румбу.

Таблица 2.5

Номер варианта	X_A	Y_A	АВ	Румб АВ
1, 17, 41	1270,35	890,40	150,40	СЗ:35°40′
2, 18, 42, 60	680,40	510,65	121,23	ЮВ:18°20′
3, 19, 33, 43	530,15	235,60	111,78	ЮЗ:25°17′
4, 20, 34, 44, 59	896,28	1100,20	90,08	СВ:0°00′
5, 21, 35, 45	426,35	843,23	254,43	СЗ:45°00′
6, 22, 36, 46, 58	810,90	394,25	213,80	ЮЗ:64°10′
7, 23,37, 47	100,36	886,10	376,15	ЮВ:15°40′
8, 24, 38, 48,	435,25	1100,25	275,38	ЮВ:90°00′
9, 25, 39, 49, 57	240,60	954,10	100,77	СВ:60°00′
10, 26, 40, 50	796,80	305,60	87,35	ЮЗ:45°00′
11, 27, 56	1080,35	450,40	33,40	СЗ:30°00′
12, 28, 55	975,60	860,90	100,20	ЮВ:0°00′
13, 29, 54	398,40	780,35	65,80	СЗ:70°15′
14, 30, 53	1610,55	1236,15	48,60	ЮВ:45°00′
15, 31, 52	1380,80	1100,50	87,30	СЗ:85°15′
16, 32, 51	290,60	100,35	164,20	ЮЗ:90°00′

Задача 6. Определить расстояния между точками А и В (d), дирекционный угол линии АВ (α_{AB}), если известны координаты точек А и В. Данные координаты точек А и В (X_A ; Y_A) и (X_B и Y_B) приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Номер варианта	Координаты точки А		Координаты точки В	
	X_A	Y_A	X_B	Y_B
1,11,21,31,47,51	120,00	30,00	150,00	60,00
2,12,22,32,48,52	160,00	100,00	100,00	50,00
3,13,23,33,49,53	200,00	120,00	100,00	150,00
4,14,24,34,50,54	500,00	300,00	200,00	200,00
5,15,25,35,41,55	50,00	50,00	30,00	30,00
6,16,26,36,42,56	150,00	150,00	200,00	250,00
7,17,27,37,43,57	250,00	200,00	200,00	250,00
8,18,28,38,44,58	300,00	300,00	400,00	200,00
9,19,29,39,45,59	200,00	100,00	120,00	200,00
10,20,30,40,46,60	400,00	250,00	300,00	400,00

Задача 7. Вычислить значения измеренных углов по результатам, приведенным в табл.2.7, измерения выполнены способом приемов теодолитом 2Т-30.

Таблица 2.7

Номер варианта	Точка		Отсчеты по горизонтальному кругу	
	стояния	визирования	КП	КЛ
1, 11, 21,31, 48, 51	I	V	300°15'	29°40'
		II	182°35'	272°01'
2, 12, 22,32, 47, 52	I	V	2°16'	92°20'
		II	162°06'	252°11'
3, 13, 23,33,46, 53	I	V	0°00'	90°02'
		II	87°53'	177°53'
4, 14, 24,34, 45, 54	I	V	283°55'	194°01'
		II	183°44'	93°52'
5, 15, 25,35, 50, 55	I	V	15°40'	116°51'
		II	264°50'	6°00'
6, 16, 26,36, 44, 56	I	V	142°18'	230°42'
		II	23°44'	112°08'

7, 17, 27,37, 43, 57	I	V II	156°51' 140°05'	246°26' 230°06'
8, 18, 28,38, 42, 58	I	V II	164°42' 76°11'	103°46' 15°16'
9, 19, 29,39,41, 59	I	V II	300°10' 97°54'	301°10' 98°53'
10, 20, 30,40, 49, 60	I	V II	108°46' 15°16'	200°01' 6°30'

Задача 8. По результатам измерений, выполненных теодолитом 2Т-30 и приведенных в табл. 2.8, вычислить угол наклона местности v .

Таблица 2.8

Номер варианта	Точка визирования	Отсчеты по вертикальному кругу	
		КП	КЛ
1, 11, 21,31, 44, 50	A	7°40'	-7°30'
2, 12, 22,32, 45, 52	B	18°23'	-18°37'
3, 13, 23,33, 46, 53	C	-14°07'	14°05'
4, 14, 24,34, 47, 54	D	-02°11'	2°15'
5, 15, 25,35, 48, 55	E	0°30'	-0°20'
6, 16, 26,36, 49, 56	M	-3°15'	3°14'
7, 17, 27,37, 41, 57	N	12°28'	-12°33'
8, 18, 28,38, 42, 58	K	-8°23'	8°25'
9, 19, 29,39, 43, 59	L	10°50'	-10°12'
10, 20, 30,40, 51, 60	F	-9°02'	9°00'

Задача 9. Определить длину горизонтального проложения длины d , измеренной на местности нитяным дальномером (рис.2.2), если коэффициент дальномера $K=100$, а постоянная $C=0$. Результаты измерений приведены в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Номер варианта	Отсчеты по дальномерным нитям		Угол наклона v
	N_2	n_1	
1, 11, 21,31, 46, 51	2360	1070	+3°30'
2, 12, 22,32, 47, 52	1590	1026	-4°22'

3, 13, 23,33, 48, 53	1300	1060	+1°30'
4, 14, 24,34, 49, 54	1520	1110	-2°40'
5, 15, 25,35, 50, 55	2400	1290	+5°30'
6, 16, 26,36,41,56	1890	0360	7°18'
7, 17, 27,37, 42, 57	2100	1200	6°15'
8, 18, 28,38,43, 58	1670	0450	2°10'
9, 19, 29,39, 44, 59	1200	0200	10°08'
10, 20, 30,40, 45, 60	0840	0120	0°18'

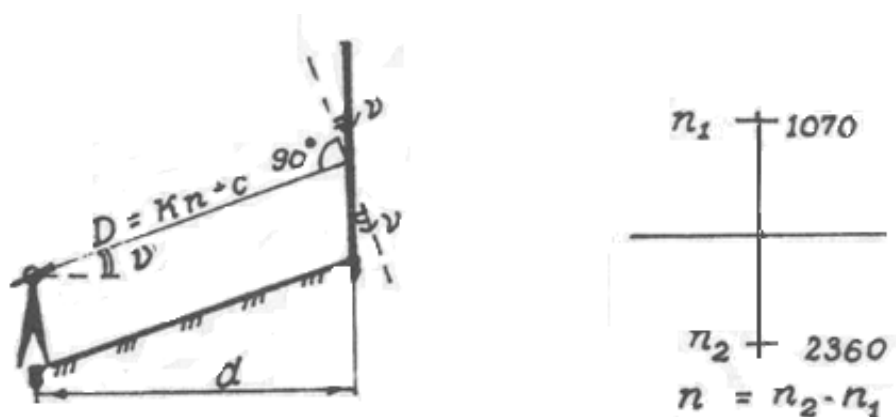


Рис. 2.2 Определение длины горизонтального проложения нитяным дальномером

Задача 10. Определить неприступное расстояние АВ по результатам косвенных измерений: базисов $AC = b_1$, $AD = b_2$, и углов α_1 , α_2 (рис.2.3, табл. 2.10).

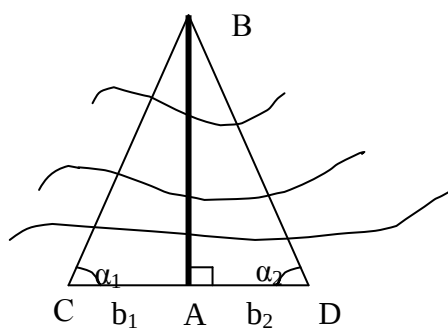


Рис. 2.3 Определение неприступного расстояния

Таблица 2.10

Номер варианта	a_1	$AC = b_1$	a_2	$AD = b_2$
1, 11, 21,31,47,51	$31^0 00'$	105,85	$30^0 00'$	110,50
2, 12, 22,32,48,52	$34^0 00'$	43,45	$33^0 02'$	45,10
3, 13, 23,33,49,53	$42^0 26'$	151,84	$42^0 24'$	152,10
4, 14, 24,34,50,54	$36^0 04'$	54,80	$37^0 00'$	53,10
5, 15, 25,35,41,55	$42^0 30'$	61,70	$46^0 15'$	54,10
6, 16, 26,36,42,56	$65^0 30'$	56,89	$60^0 05'$	72,32
7, 17, 27,37,43,57	$49^0 30'$	67,75	$52^0 45'$	60,20
8, 18, 28,38,44,58	$48^0 15'$	34,65	$52^0 00'$	30,20
9, 19, 29,39,45,59	$55^0 00'$	26,20	$52^0 10'$	29,40
10, 20, 30,40,46,60	$38^0 00'$	47,80	$32^0 00'$	59,40

Задача 11. Определить превышение между станцией и речной точкой по данному горизонтальному проложению d и углу наклона местности v (табл. 2.11). При измерении углов наклона визирование на речные точки выполнялось на высоту нивелирной рейки $s = 3$ м, а высота прибора на станции $i_m = 1,45$ м.

Таблица 2.11

Номер варианта	$d, \text{м}$	v	Номер варианта	$d, \text{м}$	v
1, 11, 21,31,49,60	61,70	$+3^0 15'$	6, 16, 26,36,44,55	5,6	$-1^0 40'$
2, 12, 22,32,50,59	93,8	$-4^0 20'$	7, 17, 27,37,45,54	4,8	$-2^0 10'$
3, 13, 23,33,41,58	4,9	$+2^0 40'$	8, 18, 28,38,46,53	105,3	$0^0 30'$
4, 14, 24,34,42,57	43,8	$+1^0 50'$	9, 19, 29,39,47,52	8,6	$4^0 22'$
5, 15, 25,35,43,56	23,1	$-5^0 15'$	10, 20, 30,40,48,51	63,4	$-3^0 37'$

Задача 12. Определить отметки речных точек по результатам тахеометрической съемки: наклонному расстоянию D , измеренному нитяным дальномером, и углу наклона местности v (табл. 2.12). Визирование на речные точки выполнялось на высоту прибора со станции с отметкой $H_{ст.} = 100,35$ м.

Таблица 2.12

Номер варианта	D, м	v	Номер варианта	D, м	v	Номер варианта	D, м	v
1,35,48	43,6	+4°18'	7,22,34	75,4	-5°12'	14,25,60	79,5	+4°15'
2,41,55	24,9	-6°20'	8,42,54	35,6	+3°15'	15,43,59	102,62	-3°10'
3,37,56	58,6	-1°20'	9,23,52	84,2	+5°10'	16,31,53	95,4	-5°15'
4,27,49	111,2	-2°40'	10,29,33	68,4	-3°18'	17,24,47	73,5	+2°12'
5,36,50	75,1	+3°20'	11,38,51	96,5	-4°10'	18,44,58	84,6	+3°15'
6,30,46	60,8	0°30'	12,28,45	77,6	+2°12'	19,40	99,7	-6°12'
7,26,57	105,3	+2°43'	13,21,39	86,2	-4°14'	20,32	55,4	-2°18'

Задача 12. По результатам нивелирования, приведенном в табл. 2.13, и известной отметке точки А (H_A) вычислить отметку точки В через превышение, а отметку точки С – через горизонт прибора. Вычертить схему нивелирования и показать на ней все известные и определяемые величины (рис.2.4).

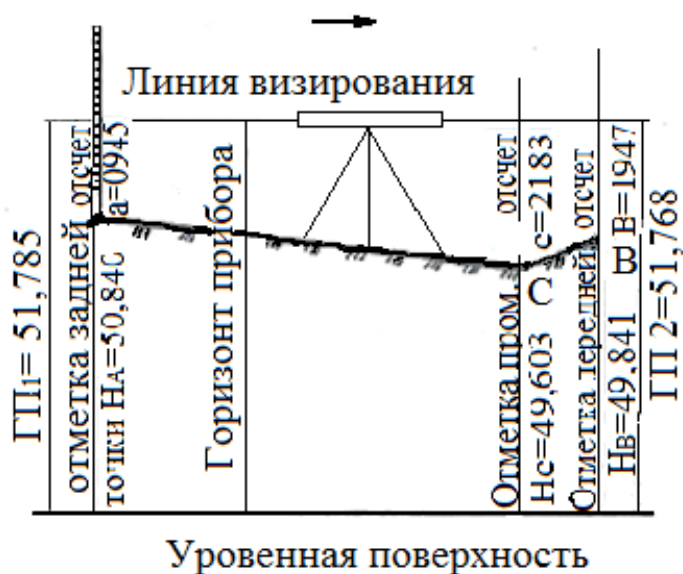


Рис. 2.4 Определение превышения

Таблица 2.13

Журнал нивелирования

Номер варианта	Точки	Отсчеты по рейке, мм			Номер варианта	Точки	Отсчеты по рейке, мм		
		Задние	перед- ние	проме- жуточ- ные			задние	перед- ред- ние	проме- жуточ- ные
1, 11, 21, 31,36, 60, 41, 46, 54 H_A= 50,84	A	0945			6,16,26, 36 H_A=70,0	A	0585		
	B	5630				B	5268		
		4685	1947				4683	0899	
	C		6630			C		3785	
			4683	2183				4684	1544
				6866					6228
				4683					4684
2, 12, 22, 32, 37, 59, 42, 47, 53 H_A=43,2 0	A	1271			7, 17, 27,37 H_A=55,0	A	1076		
	B	5953				B	5760		
		4682	2155				4685	1804	
	C		6837			C		6488	
			4682	1585				4684	0202
				6268					4687
				4683					4683
3, 13, 23, 33, 38, 58 43, 48, 52 H_A=28,6 0	A	1873			8, 18, 28,38 H_A=40,2	A	0380		
	B	6555				B	5062		
		4682	1129				4682	1141	
	C		5813			C		5825	
			4684	0204				4684	0602
				4887					5286
				4683					4684
4, 14, 24, 34,39, 57 44, 49, 51 H_A=73,6 8	A	0992			9, 19, 29,39 H_A=83,4	A	1361		
	B	5674				B	6045		
		4682	1714				4684	0811	
	C		6398			C		5493	
			4684	0456				4682	1696
				5138					6380
				4682					4684

2.1.3. Задание 3. Вычисление исходных дирекционных углов линий; решение прямой геодезической задачи

Задание состоит из двух задач.

Задача 1. Вычислить дирекционные углы линий BC и CD, если известны дирекционный угол α_{AB} линии AB и измеренные правые по ходу углы β_1 и β_2 (рис. 2.5).

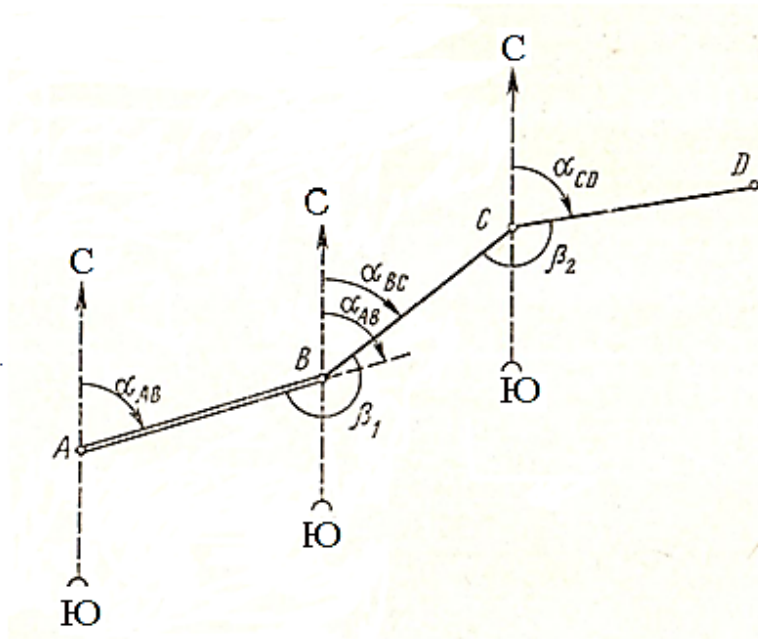


Рис. 2.5 Вычисление дирекционных углов сторон теодолитного хода

Исходный дирекционный угол α_{AB} берется в соответствии с шифром и фамилией студента: число градусов равно двузначному числу, состоящему из двух последних цифр шифра; число минут равно 30,2' плюс столько минут, сколько букв в фамилии студента.

Пример:

Зуев	ПГС—81229	$\alpha_{AB} = 29^{\circ}34,2'$
Иванова	СХС—82020	$\alpha_{AB} = 20^{\circ}37,2'$
Соколов-Осадчий	ГС—82002	$\alpha_{AB} = 2^{\circ}44,2'$
Руднев	ВК—81100	$\alpha_{AB} = 0^{\circ}36,2'$

Правый угол при точке В (между сторонами АВ и ВС) $\beta_1 = 189^\circ 59,2'$; правый угол при точке С (между сторонами ВС и СД) $\beta_2 = 159^\circ 28,0'$ - **общие для всех вариантов.**

Дирекционные углы вычисляют по правилу: дирекционный угол следующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны плюс 180° и минус горизонтальный угол, справа по ходу лежащий (2.3):

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + 180^\circ - \beta_1; \alpha_{CD} = \alpha_{BC} + 180^\circ - \beta_2 \quad (2.3)$$

Примечание. Если при вычислении уменьшаемое окажется меньше вычитаемого, то к уменьшаемому прибавляют 360° . Если дирекционный угол получается больше 360° , то из него вычитают 360° .

Задача 2. Найти координаты X_c и Y_c точки С (рис. 2.5), если известны координаты X_B и Y_B точки В, длина (горизонтальное проложение) d_{BC} линии ВС и дирекционный угол α_{BC} этой линии. Координаты точки В и длина d_{BC} берутся одинаковыми для всех вариантов: $X_B = -14,02$ м, $Y_B = +627,98$ м, $d_{BC} = 239,14$ м. Дирекционный угол α_{BC} линии ВС следует взять из решения предыдущей задачи.

Координаты точки С вычисляются по формулам:

$$\begin{aligned} x_C &= x_B + \Delta x_{BC}; \\ y_C &= y_B + \Delta y_{BC} \end{aligned} \quad (2.4)$$

где Δx_{BC} и Δy_{BC} - приращения координат, вычисляемые из соотношений (2.5):

$$\Delta x_{BC} = d_{BC} \cos \alpha_{BC}; \quad \Delta y_{BC} = d_{BC} \sin \alpha_{BC} \quad (2.5)$$

Вычисления приращений координат рекомендуется вести на микрокалькуляторе либо по специальным таблицам [3]. Во втором случае для удобства вычислений дирекционный угол следует предварительно перевести в румб, пользуясь табл. 2.14. В этом случае:

$$\Delta x_{BC} = \pm d_{BC} \cos r_{BC} \text{ и } \Delta y_{BC} = \pm d_{BC} \sin r_{BC} \quad (2.6)$$

Таблица 2.14

Перевод дирекционных углов в румбы

Номер четверти	Название четверти	Формула перевода	Номер четверти	Название четверти	Формула перевода
I	СВ	$r_I = \alpha$	III	ЮЗ	$r_{III} = \alpha - 180^\circ$
II	ЮВ	$r_{II} = 180^\circ - \alpha$	IV	СЗ	$r_{IV} = 360^\circ - \alpha$

При вычислении приращений координат значения румбов следует округлить до целых минут. Знаки приращений определяют в зависимости от названия румба (табл. 2.15).

Знаки приращений прямоугольных координат

Таблица 2.15

Приращения	Названия румбов			
	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Δx	+	-	-	+
Δy	+	+	-	-

Пример. Вычислить приращения координат, если дано: $d_{BC} = 239,14$ м; $\alpha_{BC} = 19^\circ 35,0'$. В соответствии с табл. 2.16, румб линии ВС $r_{BC} = СВ : 19^\circ 35,0'$.

Выполнив вычисления на микрокалькуляторе и определив знаки приращений по названию румба СВ, получаем $\Delta x_{BC} = +225,31$; $\Delta y_{BC} = +80,15$.

Координаты точки С получаем алгебраическим сложением координат точки В с приращениями по линии ВС.

Пример: вычисление координат точки С выполняем по схеме (табл. 2.16) :

Таблица 2.16

x_B	-14,02	y_B	+ 627,98
$+ \Delta x_{BC}$	+ 225,31	$+ \Delta y_{BC}$	+ 80,15
x_C	+211,29	y_C	+708,13

Задачи решают в специальной тетради; решение каждой из них должно сопровождаться схематическим чертежом, соответствующим выполняемому варианту.

В задаче 1 пример подобран так, что вычисленный дирекционный угол α_{CD} последней линии должен получиться на $10^\circ 32,8'$ больше, чем исходный дирекционный угол α_{AB} . Это может служить контролем правильности решения первой задачи.

Решение задачи 2 непосредственно не контролируется. К ее решению надо подойти особенно внимательно, так как вычисленные координаты x_C и y_C точки С будут использованы в следующем задании.

2.1.4. ЗАДАНИЕ 4. Составление топографического плана строительной площадки

Содержание работы

По данным полевых измерений теодолитной съемки составить и вычертить топографический план строительной площадки в масштабе 1 : 2000, с высотой сечения рельефа 1 м.

Теодолитной съемкой называется комплекс работ по получению контурного плана местности при помощи теодолита и мерных линейных приборов. Теодолитная съемка является одним из видов горизонтальной съемки. Она выполняется в масштабах 1: 2000 и крупнее на застроенных территориях и предназначена для определения взаимного положения объектов на местности в плане. В народном хозяйстве теодолитная съемка применяется на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации объекта (рис.2.6).

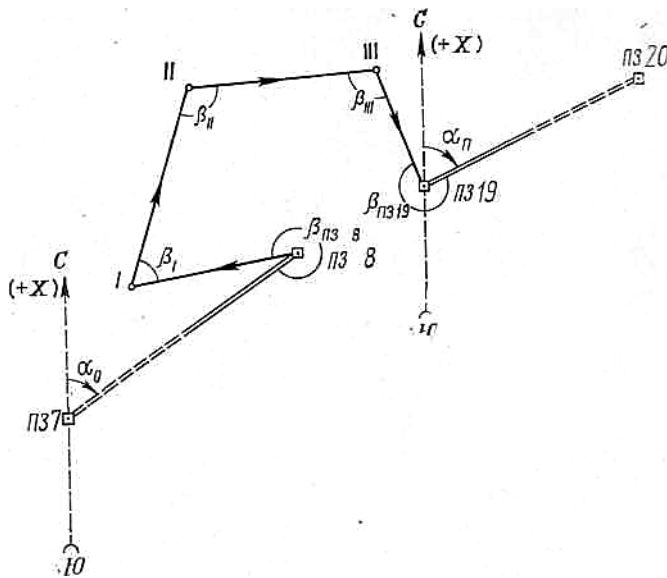


Рис. 2.6 Схема теодолитно-высотного хода съемочного обоснования

Работа состоит из следующих этапов: обработка ведомости вычисления координат вершин теодолитного хода; обработка тахеометрического журнала; построение топографического плана.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Для съемки участка на местности между двумя пунктами полигонометрии ПЗ 8 и ПЗ 19 был проложен теодолитно-высотный ход. В нем измерены длины всех сторон (рис. 2.6), а на каждой вершине хода - правый по ходу горизонтальный угол и углы наклона на предыдущую и последующую вершины. Результаты измерений горизонтальных углов и линий (табл. 2.17), а также тригонометрического нивелирования (табл. 2.19 и 2.20) являются общими для всех вариантов.

Измерение углов производилось оптическим теодолитом 2Т30 с точностью отсчетов по шкаловому микроскопу $0,5'$.

2. Известны координаты полигонометрических знаков ПЗ 8 и ПЗ 19 (т. е. начальной и конечной точек хода):

$$\left. \begin{aligned} x_{ПЗ8} &= -14,02 \\ y_{ПЗ8} &= +627,98 \end{aligned} \right\} \text{для всех вариантов}$$

$X_{ПЗ19}$ принимается равным значению X_c , а $Y_{ПЗ19}$ - значению Y_c , полученным при решении задачи 2 в задании 3.

Таблица 2.17

Результаты измерений углов и длин сторон хода

Номера вершин хода	Измеренные углы (правые)		Длины сторон (горизонтальные приложения), м
	о	'	
ПЗ 8	330	59,2	263,02
I	50	58,5	
II	161	20,0	239,21
III	79	02,8	269,80
ПЗ 19	267	08,2	192,98

Известны также исходный α_0 и конечный α_n дирекционные углы: α - дирекционный угол направления ПЗ 7- ПЗ 8; берется в соответствии с шифром и фамилией студента - так же, как и в задании 2; таким образом, $\alpha_0 = \alpha_{AB}$; α_n - дирекционный угол стороны ПЗ 19 - ПЗ 20; для всех вариантов берется на $10^\circ 32,8'$ больше исходного дирекционного угла α_0 (2.7).

Пример: если $\alpha_0 = 29^\circ 34,2'$, то $\alpha_n = 29^\circ 34' > 2' + 10^\circ 32,8' = 40^\circ 07,0'$ 2.7

3. Отметки пунктов ПЗ 8 и ПЗ 19 должны быть известны из геометрического нивелирования. При выполнении же задания значение отметки ПЗ 8 следует принять условно: количество целых метров в отметке должно быть трехзначным числом, в котором количество сотен метров равно единице, а

количество десятков и единиц метров составляют две последние цифры шифра студента. В дробной части отметки (дм, см, мм) ставятся те же цифры, что и в целой части.

Пример:

Зуев	ПГС—81229	129,129
Иванова	СХС—82020	120,120
Соколов - Осадчий	ГС—82002	102,102
Руднев	ВК —82100	100,100

Отметка ПЗ 19 для всех вариантов принимается на 3,282 м больше отметки ПЗ 8.

4. При съемке участка были составлены абрисы (рис. 2.9, 2.10 а - г).

УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Обработка ведомости вычисления координат вершин теодолитного хода

Увязка углов хода. Значения измеренных углов записывают в графу 2 ведомости вычисления координат (табл. 2.18). В графе 4 записывают и подчеркивают исходный дирекционный угол α_0 (на верхней строчке) и конечный дирекционный угол α_n (на нижней строчке). Вычисляют сумму $\Sigma\beta_{np}$ измеренных углов хода. Определяют теоретическую сумму углов:

$$\Sigma\beta_{\tau} = \alpha_0 - \alpha_n + 180^\circ \cdot n \quad (2.8)$$

где n — число вершин хода.

$$\text{Находят угловую невязку: } f_{\beta} = \Sigma\beta_{np} - \Sigma\beta_{\tau} \quad (2.9)$$

Если невязка f_{β} не превышает допустимой величины $f_{\beta_{доп}} = \pm 1'\sqrt{n}$, то эту невязку распределяют с обратным знаком поровну, на все углы хода, с округлением значений поправок до десятых долей минут. Исправленные указанными поправками углы записывают в графу 3 ведомости. Сумма исправленных углов должна равняться теоретической.

Таблица 2.18

Ведомость вычисления координат вершин теодолитного хода

№ вер- шин хода	Измеренные углы		Исправленные углы		Дирекционные углы		Румбы г			Длины ли- ний(гори- зонтальных проложе- ний) d	Приращения координат, м								Координаты			
							назв.															
	°	'	°	'	°	'		±	Δx		±	Δy	±	Δx	±	Δy	±	x	±	y		
1	2		3		4		5			6	7		8		9		10		11		12	
ПЗ 7	-	-	-	-	29	34,2	-	-	-									-	-	-		
ПЗ 8	330	-0,3 59,2	330	58,9														-	14,02	+	627,98	
I	50	-0,3 58,5	50	58,2	238	35,3	ЮЗ	58	35	263,02	-	+6 137,10	-	-5 224,46	-	137,04	-	224,1	-	151,06	+	403,47
II	161	-0,3 20,0	161	19,7	7	37,1	СВ	7	37	239,21	+	+5 237,10	+	-4 31,71	+	237,15	+	31,67				
III	79	-0,3 02,8	79	02,5	26	17.4	СВ	26	17	269,80	+	+6 241,91	+	-5 119,47	+	241,97	+	119,42				
ПЗ 19	267	-0,3 08,2	267	07,9	127	14,9	ЮВ	52	45	192,98	-	+4 116,81	+	-4 153,61	-	116,77	+	153,57				
ПЗ 20	-	-	-	-	40	07,0				P =965,01												
βпр	889	28,7	889	27,2	$\sum \beta_T = a_0 - a_n + 180^\circ \cdot n =$ $= 29^\circ 34,2' - 40^\circ 0,70' + 180^\circ \cdot 5 =$ $= 889^\circ 27,2'$						+	479,01	+	304,79	+	479,12	+	304,66				
Σβт	889	27,2	889	27,2							-	253,91	-	224,46	-	253,81	-	224,51				
f _{βдоп}	± 0	02,2			$f_{\beta_{доп}} = \pm 1'\sqrt{n} = \pm 1'\sqrt{5} =$ $= \pm 0^\circ 02,2'$						Σ Δ пр	+	225,10	+	80,33							
											Σ Δ т	+	225,31	+	80,15	+	225,31	+	80 15			
											f	-	0,21	+	0,18							
											$\Delta P = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{(0,21)^2 + (0,18)^2} \approx 0,28 м$ $\frac{\Delta P}{P} = \frac{0,28}{965,01} \approx \frac{1}{3400} < \frac{1}{2000}$											

Вычисление дирекционных углов и румбов сторон хода. По исходному дирекционному углу α_0 и исправленным значениям углов β хода по формуле для правых углов вычисляют дирекционные углы всех остальных сторон: дирекционный угол последующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны плюс 180° и минус правый (исправленный) угол хода, образованный этими сторонами.

Пример:

$$\alpha_{ПЗ8-1} = \alpha_0 + 180^\circ - \beta_{ПЗ8} = 29^\circ 34,2' + 180^\circ + 360^\circ - 330^\circ 58,9' = 238^\circ 35,3'$$

Для контроля вычисления дирекционных углов следует найти конечный дирекционный угол α_n (2.10) по дирекционному углу $\alpha_{П1-ПЗ19}$ последней стороны и исправленному $\beta_{ПЗ19}$, при вершине ПЗ 19 (см. рис. 2.6):

$$\alpha_n = \alpha_{П1-ПЗ19} + 180^\circ - \beta_{ПЗ19} \quad (2.10)$$

Это вычисленное значение α_n должно совпасть с заданным дирекционным углом α_n . При переходе от дирекционных углов α к румбам r (см. табл.2.14).

Значения дирекционных углов записывают в графу 4 ведомости с точностью до десятых долей минут, а румбов - в графу 5; при этом значения румбов округляют до целых минут.

Вычисление приращений координат. Приращения координат вычисляют по формулам: $\Delta x = \pm d \cos r$, $\Delta y = \pm d \sin r$ так же, как в задаче 2 задания 3. Вычисления выполняют на микрокалькуляторе или по «Таблицам приращений координат», правила пользования, которыми содержатся в предисловии к ним.

Вычисленные значения приращений Δx и Δy выписывают в графы 7 и 8 ведомости с точностью до сотых долей метра. Знаки приращений устанавливают в зависимости от названия румба, руководствуясь табл. 2.15. В каждой из граф складывают все вычисленные значения Δx и Δy , находя практические суммы приращений координат $\Sigma \Delta x_{пр}$ и $\Sigma \Delta y_{пр}$.

Нахождение абсолютной и относительной линейных невязок хода; увязка приращений координат. Сначала вычисляют невязки f_x и f_y в приращениях координат по осям x и y (2.11):

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x_{np} - \sum \Delta x_{\tau} \\ f_y &= \sum \Delta y_{np} - \sum \Delta y_{\tau} \end{aligned} \quad (2.11)$$

где $\left. \begin{aligned} \sum \Delta x_T &= x_{кон} - x_{нач} \\ \sum \Delta y_T &= y_{кон} - y_{нач} \end{aligned} \right\}$ теоретические суммы приращений координат, вычисляемые как разности абсцисс и ординат конечной ПЗ 19 и начальной ПЗ 8 точек хода.

Примечание. Координаты начальной и конечной точек хода предварительно записывают в графах 11 и 12 ведомости и подчеркивают.

Абсолютную линейную невязку ΔP хода вычисляют по формуле (2.12):

$$\Delta P = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (2.12)$$

и записывают с точностью до сотых долей метра.

Относительная линейная невязка $\Delta P/P$ хода (P - сумма длин сторон хода) выражается простой дробью с единицей в числителе. Если относительная невязка окажется меньше допустимой $1/2000$, то невязки f_x и f_y распределяют, вводя поправки в вычисленные значения приращений координат. Поправки в приращения распределяют прямо пропорционально длинам сторон хода, записанным в графе 6, и вводят со знаком, обратным знаку соответствующей невязки. Значения поправок округляют до сотых долей метра и записывают в ведомости над соответствующими приращениями, следя за тем, чтобы суммы поправок в Δx и Δy равнялись невязке соответственно f_x или f_y с противоположным знаком. Исправленные приращения записывают в графы 9 и 10; суммы исправленных приращений координат должны быть равны соответственно $\sum \Delta x_T$ и $\sum \Delta y_T$.

Примечание. Примеры в задании подобраны так, чтобы невязка $\Delta P/P$ получалась допустимой. Если эта величина окажется больше $1/2000$, значит в вычислениях допущена ошибка. Чаще всего встречаются ошибки:

- при вычислении дирекционных углов;

- при переводе дирекционных углов в румбы;
- в знаках приращений Δx и Δy ;
- при вычислении приращений по таблицам.

Вычисление координат вершин хода. Координаты вершин хода получают путем последовательного алгебраического сложения координат предыдущих вершин хода с соответствующими исправленными приращениями (2.13):

$$x_I = x_{ПЗ\ 8} + \Delta x_{ПЗ8-I}; \quad x_{II} = x_I + \Delta x_{I-II} \quad (2.13)$$

Контролем правильности вычислений являются полученные по формулам (2.14):

$$x_{ПЗ\ 19} = x_{III} + \Delta x_{III-ПЗ\ 19}; \quad y_{ПЗ\ 19} = y_{III} + \Delta y_{III-ПЗ\ 19} \quad (2.14)$$

Это известные координаты конечной точки ПЗ 19 хода.

Обработка тахеометрического журнала

В табл. 2.19 приведена часть журнала тахеометрической съемки, в котором студент должен обработать результаты измерений, выполненных на станции ПЗ 19.

Вычисление места нуля вертикального круга и углов наклона. Из отсчетов по вертикальному кругу при «круге лево» (КЛ) и «круге право» (КП) на предыдущую и последующую станции дважды вычисляют место нуля (МО). Для оптического теодолита 2Т 30, которым была выполнена тахеометрическая съемка (2.15):

$$M0 = (КЛ + КП)/2 \quad (2.15)$$

При наведении со станции ПЗ 19 на станцию III:

$$M0 = \frac{-1^\circ 34' + 1^\circ 35,5'}{2} = +0^\circ 00,75' \approx +0^\circ 00,8'$$

Углы наклона v на предыдущую и последующую точки теодолитно-высотного хода вычисляют с контролем по формуле:

$$v = (КЛ - КП)/2 = КЛ - МО = МО - КП \quad (2.16)$$

и записывают со своим знаком (плюс или минус) в графу 6.

Таблица 2.19

Тахеометрический журнал

Номера точек наблюдения	Отсчеты					Место нуля М0	Угол наклона v		Горизонтальное проложение $d = D' \cos^2 v$	$h' = \frac{D'}{2} \sin 2v$ или $h' = dtgv$	Высота наводки l	Превышение $h = h' + i - l$	Отметки Н	Примечание
	по нитяному дальномеру $D' = Kn$	по горизонтальному кругу		по вертикальному кругу										
		°	'	°	'									
1	2	3		4		5	6		7	8	9	10	11	12
				Станция ПЗ 19, i = 1,40									132,41	Оптический теодолит 2Т 30 №45686 с точностью отсчетов по шкаловому микроскопу 0,5'. Коэффициент нитяного дальмера К=100,0; постоянное слагаемое с ≈ 0
ПЗ 20	-	-	-	КП 0	32,5									
III	-	-	-	1	35,5									
ПЗ 20	-	-	-	КЛ -0	30,5	..	-	-	-	-	3,00	-	-	
III	-	0	00	-1	34	+0,8'	-1	34,8	192,98	-5,32	3,00	-6,92	-	
18	86,2	29	31	-2	05						l=i		..	
19	56,2	69	28	-2	16						l=i		..	
20	48,0	165	26	-3	23						l=i		..	
21	103,2	288	07	-0	52						3,00		..	
22	60,3	340	11	-2	49						l=i		..	

При наблюдении со станции ПЗ 19 на станцию III угол наклона (2.17):

$$\begin{aligned}v &= \frac{-1^{\circ}34' - 1^{\circ}35,5'}{2} = -1^{\circ}34,75' \approx -1^{\circ}34,8', \\v &= -1^{\circ}34' - 0^{\circ}00,75' = -1^{\circ}34,75' \approx -1^{\circ}34,8', \\v &= +0^{\circ}00,75' - 1^{\circ}35,5' = -1^{\circ}34,75' \approx -1^{\circ}34,8'\end{aligned}\quad (2.17)$$

Значение M_0 для направления на ПЗ 20 следует вычислить самостоятельно. Полученные на станции ПЗ 19 два значения M_0 не должны различаться более чем, на двойную точность отсчетного приспособления теодолита; записывают их в графе 5 табл. 2.19 на соответствующих строчках. Далее из этих двух значений M_0 выводят среднее арифметическое, округляют его до целых минут и используют для вычисления углов наклона на речные точки: $u = \text{КЛ} - M_0$. Углы наклона на речные точки также записывают в графе 6 табл. 2.19. Результаты измерений, выполненных на станциях ПЗ 8, I, II и III, обработаны почти полностью, и для этих станций, вместо журнала тахеометрической съемки, в табл. 2.20 приведена выписка из его граф 1, 3, 7, 10, 11 и 12. Данные в графах 1 - 4 этой таблицы - общие для всех вариантов, а отметки станций и речных точек в графах 5, 6 каждый студент находит самостоятельно.

Вычисление горизонтальных проложений и превышений

Значения горизонтальных расстояний между вершинами теодолитно-высотного хода переписывают в графу 7 (табл. 2.19) из ведомости вычисления координат (табл. 2.18). Вычисление горизонтальных проложений d от станций до речных точек производят по значениям расстояний D' (табл. 2.20, графа 2), полученных по нитяному дальномеру:

$$d = D' \cos^2 v \quad (2.18)$$

Превышения h точек относительно станции вычисляют по формуле (2.19):

$$h = h' + i - l \quad (2.19)$$

где i — высота инструмента на данной станции; l — высота наводки (табл. 2.19, графа 9).

Таблица 2.20

Выписка из тахеометрического журнала

Номера точек наблюдения	Отсчеты по горизонтальному кругу		Горизонтальные проложения	Превышения	Отметки		Примечание
	°	'			станций	реечных точек	
1	2		3	4	5	6	7
Станция ПЗ 8					<u>129,13</u>		
I	0	00	-	-4,17			т.3 на грунтовой дороге
1	57	50	111,2	-2,32		126,81	
2	140	05	61,8	+0,20		129,33	
3	181	10	66,0	-		-	
3а	238	00	13,6	-		-	
4	345	00	82,1	+0,05		129,18	
			Станция I		<u>124,95</u>		
II	-	-	-	-0,30			т.7,8 – на линии уреза воды
ПЗ 8	0	00	-	+4,13			
5	13	00	149,6	+4,05		129,00	
6	52	05	68,0	+2,02		126,97	
7	148	30	11,8	-0,80		124,15	
8	175	58	25,2	-		-	
9	327	45	147,8	+2,06		127,01	
			Станция II		<u>124,65</u>		
III	-	-	-	+0,90			т.10-13 на линии уреза воды
I	0	00	-	+0,26			
10	27	08	98,3	-0,23		124,42	
11	50	28	24,6	-		-	
12	66	48	34,4	-		-	
13	182	43	62,1	-0,03		124,62	
			Станция III		<u>125,53</u>		
ПЗ 19	-	-	-	+6,87			т.14-17 – на линии уреза воды
II	0	00	-	-0,92			
14	24	41	102,8	-0,76		124,77	
15	56	23	44,1	-0,63		124,90	
16	128	00	38,0	-		-	
17	143	19	25,6	-0,60		124,93	

При вычислении превышений по сторонам теодолитно-высотного хода, длины которых измерены стальной мерной лентой (2.20):

$$h' = d \operatorname{tg} v \quad (2.20)$$

При определении же превышений на реечные точки, расстояния до которых измерялись по нитяному дальномеру (2.21):

$$h' = \frac{D'}{2} \sin 2v \quad (2.21)$$

Для вычисления d и h' используют микрокалькулятор или тахеометрические таблицы различных авторов. Значения горизонтальных проложений d записывают в графу 7 журнала 2.19, с округлением до десятых долей метра. Если угол наклона меньше 2° , то горизонтальное проложение принимают практически равным измеренному расстоянию.

Вычисленные значения h' записывают в графу 8 с округлением до сотых долей метра. В графу 10 записывают значения превышений h . Если при визировании на точку труба наводилась на высоту, равную высоте инструмента ($i=i$), то $h = h'$ и значение превышения из графы 8, без изменения переписывают в графу 10.

Вычисление отметок станций

Вычисление отметок станций выполняют в «Ведомости увязки превышений теодолитно-высотного хода и вычисления отметок станций» (табл. 2.21). Известные отметки $H_{ПЗ8}$ и $H_{ПЗ19}$, округленные до сотых долей метра, записывают в графу 8 на первой и последней строчках ведомости. Из журнала тахеометрической съемки выписывают значения прямых $h_{пр}$ и обратных $h_{обр}$ превышений по сторонам хода, вычисляют средние значения $h_{ср}$ этих превышений. Затем определяют сумму $\Sigma h_{ср}$ полученных превышений, вычисляют теоретическое значение суммы превышений, равное разности известных отметок конечной и начальной точек хода (2.22):

$$\Sigma h_T = H_{кон} - H_{нач}, \quad (2.22)$$

Находят невязку хода (2.23):

$$f_h = \Sigma h_{ср} - \Sigma h_T \quad (2.23)$$

и ее допустимое значение (2.24):

$$fh_{доп} = \pm 0,20 м \sqrt{L} \quad (2.24)$$

Таблица 2.21

**Ведомость увязки превышений теодолитно-высотного хода и
вычисления отметок станций**

Номера станций	Горизонтальные проложения, d	Превышения			Поправки в превышения	Исправленные превышения $h_{испр}$	Отметки станций Н	Номера станций
		прямые $h_{пр}$	обратные $h_{обр}$	средние $h_{ср}$				
1	2	3	4		6	7	8	9
ПЗ 8							129,13	ПЗ 8
I	263,02	- 4,17	+ 4,13	- 4,15	- 0,03	- 4,18		
							124,95	I
II	239,21	- 0,30	+ 0,26	- 0,28	- 0,02	- 0,30		
							124,65	II
III	269,80	+ 0,90	- 0,92	+ 0,91	- 0,03	+0,88		
							125,53	III
ПЗ 19	192,98	+ 6,87	- 6,92	+ 6,90	- 0,02	+ 6,88		
							132,41	ПЗ 19
P=	965,01			+7,81 -4,43 $\Sigma h_{ср} =$ + 3,38	- 0,10 $\Sigma h_{испр} =$	+ 7,76 -4,48 + 3,28		

$$\sum h_{\tau} = H_{ПЗ19} - P_{ПЗ8} = 132,41 - 129,13 = +3,28$$

$$f_h = \sum h_{ср} - \sum h_T = +3,38 - (+3,28) = +0,10$$

$$fh_{дон} = \pm 0,20 м \sqrt{L} = \pm 0,20 м$$

где L — длина хода в километрах.

Данные в графах 1-7 и 9 - общие для всех вариантов. Отметки в графе 8 вычислены для одного из вариантов студенческой работы.

В графе 6 ведомости в превышения введены поправки пропорционально длинам сторон хода.

Отметки станций вычисляют (2.25) по известной отметке $H_{ПЗ8}$ станции ПЗ 8 и по исправленным превышениям $h_{испр}$ и записывают в графу 8:

$$H_I = H_{ПЗ8} + h_{ПЗ8-I}; \quad H_{II} = H_I + h_{I-II} \text{ и т.д.} \quad (2.25)$$

Контролем правильности вычислений является получение известной отметки станции ПЗ 19, записанной ранее в графе 8.

Вычисление отметок речных точек. Вычисленные отметки станций переписывают в графу 11 (табл. 2.19) или графу 5 (табл. 2.20) на одной строчке с номером той станции, к которой данная отметка относится. Отметки станций аккуратно подчеркивают.

Отметки речных точек на каждой станции студент вычисляет самостоятельно путем алгебраического сложения отметки данной станции с соответствующим превышением. Полученные отметки записывают в графу 11 (табл. 2.19) или в графу 6 (табл. 2.20).

Построение топографического плана

Построение координатной сетки. Координатную сетку в виде квадратов со сторонами по 10 см вычерчивают на листе чертежной бумаги размером не менее 40 x 40 см. Если для построения сетки используется линейка Ф. В. Дробышева, то удобнее взять лист размерами не менее 60 x 60 см. Необходимое количество квадратов сетки рассчитывают, исходя из полученных значений координат вершин полигона (табл. 2.18, графы 11, 12).

Пример. Самая северная (имеющая наибольшее значение x) и самая южная (имеющая наименьшее значение x) точки имеют абсциссы $x_{сев} = +230,24 \text{ м} \approx +230 \text{ м}$; $x_{южн} = -355,74 \text{ м} \approx -356 \text{ м}$.

В масштабе плана (1: 2000) стороне квадрата в 10 см на местности соответствует расстояние в 200 м.

$$\frac{x_{сев} - x_{южн}}{200} = \frac{+230 - (-356)}{200} = \frac{586}{200} \approx 3.$$

Следовательно, необходимо построить три горизонтальных ряда квадратов. Аналогично определяют число вертикальных рядов квадратов по оси у.

Сетку вычерчивают остро отточенным карандашом. Построение координатной сетки необходимо тщательно проконтролировать: циркулем-измерителем сравнивают между собой диагонали квадратов. Расхождения в их длинах допускаются не более 0,2 мм; если расхождения получаются больше, сетку строят заново.

Координатную сетку оцифровывают так, чтобы теодолитный ход размещался примерно в середине листа бумаги. Так, для примера, приведенного в «Ведомости вычисления координат вершин теодолитного хода» (табл. 2.18), была бы удобна оцифровка, показанная на рис. 2.7.

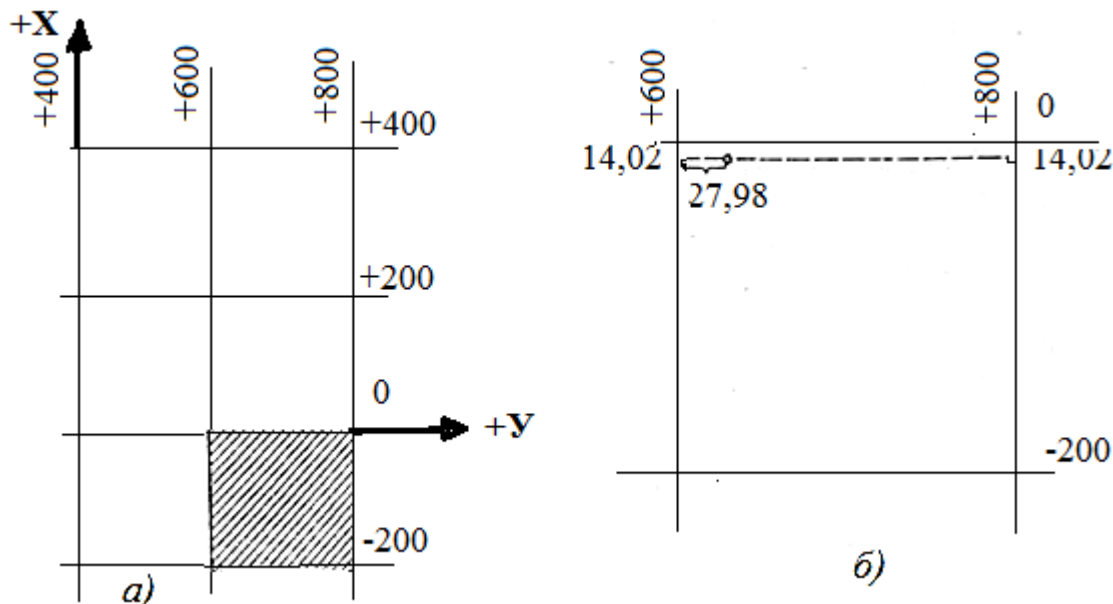


Рис. 2.7 Построение по координатам точек планового съемочного обоснования:

а - оцифровка координатной сетки; б - построение точки по координатам

Построение теодолитного хода по координатам его вершин. Вершины хода наносят на план по их вычисленным координатам (табл. 2.18, графы 11,12). Нанесение точек выполняют с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки.

Предположим, требуется нанести точку с координатами $x = -14,02$ м и $y = +627,98$ м. Сначала выясняют, в каком из квадратов сетки должна лежать эта точка: по направлению x точка должна находиться между линиями сетки с абсциссами 0 и -200, по направлению y - между линиями сетки с ординатами + 600 и +800 (рис. 2.7 а). От линии с абсциссой 0, по вертикальным сторонам этого квадрата откладывают вниз расстояние 14,02 м (рис. 2.7 б) и проводят линию, параллельную линии с абсциссой 0. Вдоль этой линии, от вертикальной линии сетки с ординатой +600 откладывают вправо расстояние $627,98 \text{ м} - 600 \text{ м} = 27,98 \text{ м}$. Так как план составляется в масштабе 1 : 2000, точность которого 0,2 м, длины откладываемых отрезков мысленно округляют до ближайшего четного количества дециметров.

Полученную точку обозначают слабым наколом иглы циркуля-измерителя и сразу же обводят окружностью диаметром 1,5 мм; внутри этой окружности никакие линии проводить нельзя. Рядом записывают в виде дроби: в числителе - номер точки, а в знаменателе - взятую из табл. 2.21 ее отметку с точностью до сотых долей метра.

Нанесение точек хода необходимо проконтролировать. Для контроля измеряют расстояния между нанесенными вершинами: получившиеся на плане длины сторон хода должны отличаться от записанных в графе 6 ведомости вычисления координат не более чем на 0,2 мм в масштабе составляемого плана.

Последующие графические работы по составлению плана: нанесение речных точек, изображение ситуации и рельефа местности - каждый студент выполняет по одному из двух вариантов («а» или «б»).

Нанесение на план речных точек

Речные точки наносят на план с помощью циркуля-измерителя, масштабной линейки и транспортира. Данные для нанесения берут из тахеометрического журнала (табл. 2.19 и 2.20).

Вариант «а». Студенты, фамилии которых начинаются с букв А, Б, В, ..., К, наносят речные точки 1, 3а, 4 -12, так как им следует изобразить ситуацию и рельеф местности в пределах участка, ограниченного линией ПЗ 8-П, рекой и шоссейной дорогой.

Вариант «б». Студенты, фамилии которых начинаются с букв Л, М, Н, ..., Я, наносят речные точки 1 - 3, 3а, 11 - 22, изображая ситуацию и рельеф в пределах участка, ограниченного линией ПЗ 8 - П, рекой, линией 17 - 19, грунтовой и шоссейной дорогами.

При съемке на станции ПЗ 8 лимб теодолита был ориентирован по направлению на следующую станцию I (отсчет по горизонтальному кругу в направлении на станцию I равен $0^{\circ}00'$ - табл. 2.20, графа 2). С помощью транспортира вправо (по направлению часовой стрелки) от направления ПЗ 8 - I откладывают горизонтальные углы (отсчеты по горизонтальному кругу), измеренные при визировании на речные точки 1, 2, 3, 3а и 4 (рис. 2.8).

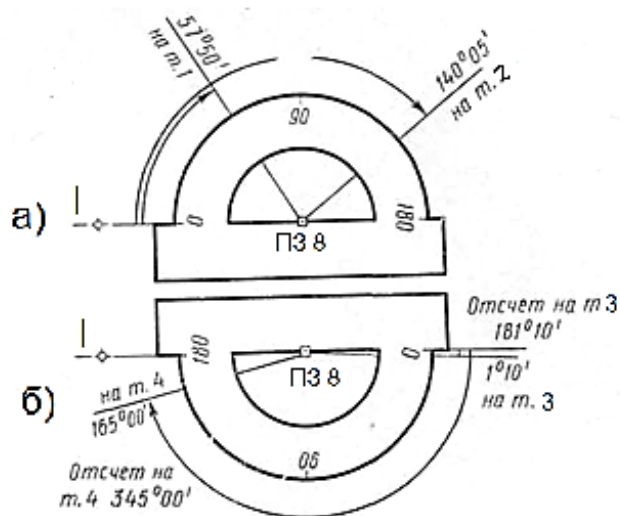


Рис. 2.8 Построение на плане направлений на речные точки, для которых отсчеты по горизонтальному кругу: а) меньше 180° ; б) больше 180° .

Получив на плане направления на эти речные точки, от станции ПЗ 8 по ним откладывают в масштабе 1: 2000 значения соответствующих горизонтальных расстояний (табл. 2.20, графа 3).

При съемке со станций I, II, III и ПЗ 19 лимб ориентировали по направлению на предыдущую (заднюю) станцию. Поэтому при нанесении речных точек на план горизонтальные углы на этих станциях надо откладывать по часовой стрелке от направления на предыдущую станцию (рис. 2.9).

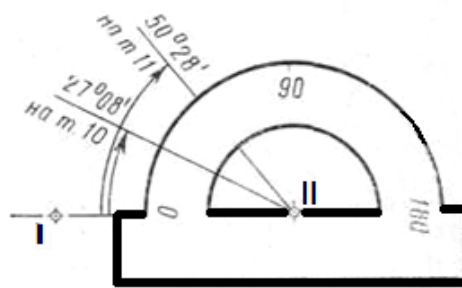


Рис. 2.9 Построение направлений на речные точки, взятые со станции II

Нанесенную на план речную точку обозначают слабым наколом иглы циркуля-измерителя и обводят окружностью диаметром 1,0 мм. Рядом карандашом подписывают в виде дроби номер точки и ее отметку с округлением до десятых долей метра. Речные точки 7, 10, 13 -15 и 17, в которых были определены отметки уреза воды в реке, надо обвести окружностями диаметром 1,2 мм, указав отметки уреза воды с точностью до сотых долей метра. Возле остальных речных точек, взятых на линии уреза воды, подписывают только их номера.

Изображение ситуации на плане

Накладку ситуации производят в масштабе 1:2000 по абрисам съемки зданий (рис.2.10) и абрисам тахеометрической съемки (рис. 2.10, а - г). Вначале рекомендуется нанести здание, снятое способами перпендикуляров и линейных засечек.

Линия I – ПЗ 8

Линия II - III

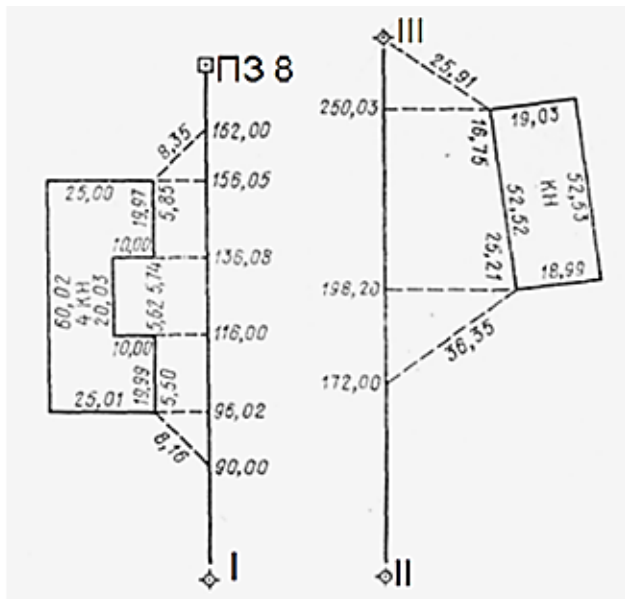
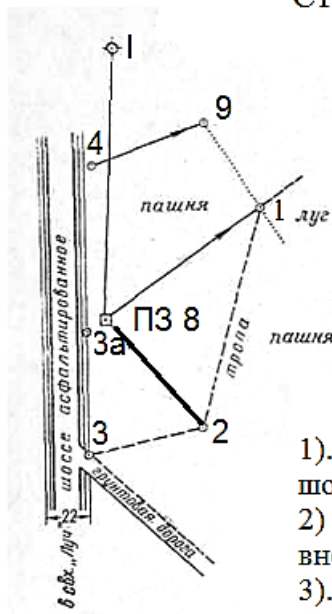


Рис. 2.10 Абрисы съемки зданий

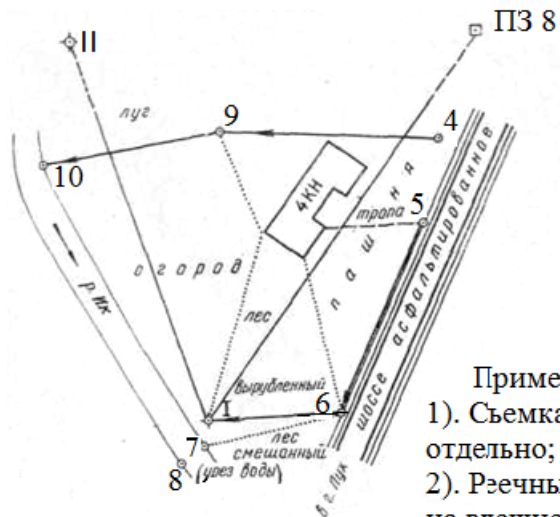
Абрис тахеометрической съемки Станция ПЗ 8 (а)



Примечания:

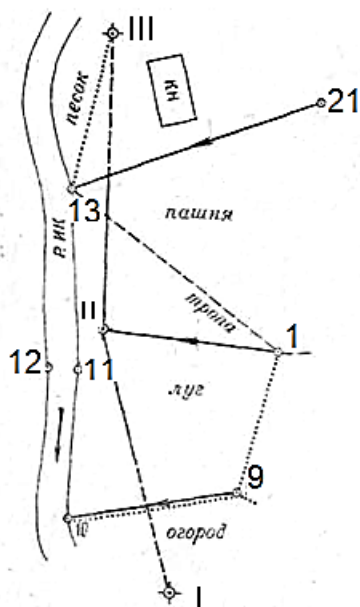
- 1). Ширина проезжей части шоссе 12 м, ширина кюветов 2 м;
- 2) Реечные точки 3 и 3а взяты на внешней бровке кювета;
- 3). Ширина грунтовой дороги 6

Абрис
тахеометрической съемки
станция I (б)



- Примечания:
1). Съемка здания показана
отдельно;
2). Речные точки 5 и 6 взяты
на внешней бровке кювета

Абрис
тахеометрической съемки
станция II (в)



Абрис тахеометрической съемки
Станция III и ПЗ 19 (г)

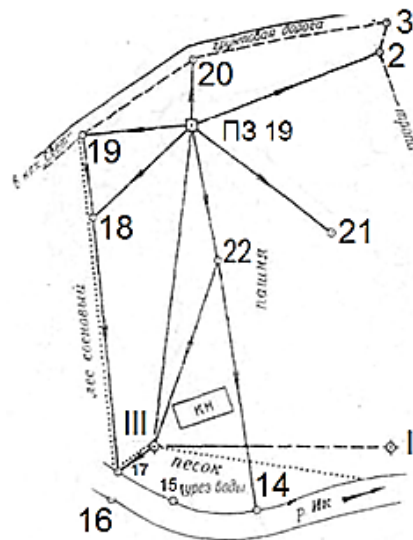


Рис. 2.11 Изображение ситуации на плане:

а – станция ПЗ 8, б – станция I, в – станция II, г – станция III и ПЗ 19.

Вариант «а». Используются абрис съемки здания (рис. 2.9) и абрисы тахеометрической съемки (рис. 2.10). Шоссе наносится по реечным точкам За, 5 и 6; ширина его (22 м) в пределах участка съемки везде одинакова. Линия уреза воды в реке Ик проводится по реечным точкам 7, 10, 11 и 8, 12; ширина реки определяется взаимным положением точек 7 и 5, 11 и 12.

Вариант «б». Используются абрис съемки здания (рис. 2.9) и абрисы тахеометрической съемки (рис. 2.10). Шоссе и грунтовая дорога наносятся по реечным точкам За, 3, 20, 19: ширина шоссе (22 м) и грунтовой дороги (6 м) в пределах участка съемки сохраняются постоянными. Линия уреза воды в реке проводится по реечным точкам 11, 13, 14, 15, 17 и 12, 16; ширина реки определяется взаимным положением точек 11 и 12, 16 и 17.

Рисовка рельефа на плане

По отметкам станций и реечных точек на плане проводят горизонтали с сечением рельефа через 1 м. Следы горизонталей следует отыскивать графической интерполяцией; ее выполняют только между точками, которые в абрисах тахеометрической съемки (рис. 2.10, 2.11 а – в) - по варианту «а» или рис. 2.11 а, в, г - по варианту «б») соединены стрелками. Соединение каких-либо двух точек в абрисе стрелкой говорит о том, что местность между ними имеет один скат (без перегибов), направление по которому сверху вниз и указывает стрелка. Приступая к изображению рельефа, точки на плане, между которыми в абрисах имеются стрелки, соединяют карандашом тонкими вспомогательными линиями. Интерполяция по намеченным линиям может производиться любым из способов, описанных в учебной литературе. Найденные интерполяцией следы одноименных горизонталей соединяют плавными кривыми и таким образом получают горизонтали. Отметки горизонталей, кратные 5 м, подписывают в разрывах горизонталей; при этом верх цифр должен быть обращен в сторону повышения ската местности. При некоторых горизонталях ставят бергштрихи в направлениях характерных линий рельефа; бергштрих обязательно ставят при каждой замкнутой горизонтали.

Через контуры здания, шоссе и грунтовой дороги горизонтали не проводят.

Построение графика заложений

В нижней части плана строят график заложений для уклонов. Задаваясь уклонами 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07 и высотой сечения рельефа (1 м) составляемого плана, вычисляют соответствующие, им заложения. Исходной формулой для вычисления является формула уклона (2.26):

нии (кюветы) с обеих сторон шоссе.

При вычерчивании элементов рельефа горизонтали проводят коричневой тушью (жженой сиеной). Обычная толщина горизонтали должна быть 0,1 мм, а горизонтали с отметками, кратными 10 м, утолщают в 2,5 раза. Отметки горизонталей, кратные 5 м, подписывают в разрывах горизонталей; это делается тоже коричневой тушью (в отличие от отметок речных точек и станций, выписываемых черной тушью). Коричневой тушью ставят и точки в условном знаке песка.

Все остальные линии, условные знаки и надписи выполняют черной тушью. Номера речных точек тушью не обводят, оставляя их в карандаше.

С северной стороны участка подписывают значения y , а с восточной - x линий координатной сетки. Это делают возле пересечений координатных линий (вершин квадратов) сетки.

В верхней части листа выполняют заглавную надпись, в нижней указывают численный масштаб плана, высоту сечения рельефа и размещают график заложений для уклонов.

Общее представление об оформлении составленного плана дает рис. 2.12 (а, б). Построение выполнено по значениям координат, взятым произвольно.



Масштаб 1: 2000

Высота сечения рельефа 1 м

Рис. 2.12 (а, б) Образец оформления составленного топографического плана

2.1.5. Задание 5. Решение задач по топографическому плану строительной площадки

Задача 1. Найти отметку точки А, взятой между двумя соседними горизонталями. Точка А намечается самим студентом между любыми двумя горизонталями. Найденную отметку подписывают на плане возле точки.

Задача 2. Определить уклон отрезка ВС, проведенного между соседними горизонталями. Отрезок проводится в любом месте плана так, чтобы его точки В и С лежали на двух соседних горизонталях. Найденное значение уклона записывают вдоль отрезка.

Задача 3. От точки ПЗ 8 к точке II, пользуясь масштабом заложений, провести кратчайшую ломаную линию так, чтобы ни на одном из ее отрезков уклон не превышал $i = 0,02$.

Задачи следует решать в «Тетради для выполнения контрольной работы 1». Ответ оформляется на составленном студентом плане; необходимые при этом построения выполняют в карандаше, но четко и аккуратно.

На рецензирование представляются: 1) ответы на контрольные вопросы; 2) решения задач на вычисление дирекционных углов линий и координат точек; 3) ведомость вычислений координат вершин теодолитного хода; 4) тахеометрический журнал; 5) ведомость увязки превышений теодолитно-высотного хода и вычисления отметок станций; 6) план строительной площадки; 7) решения задач по топографическому плану строительной площадки.

Глава 3. НИВЕЛИРОВАНИЕ

Геодезические работы, выполняемые с целью определения отметок, точек поверхности называются вертикальной съемкой или нивелированием. В результате нивелирования получают разности высот (отметок) т.е. превышения между точками. Виды нивелирования: 1) геометрическое – выполняемое горизонтальным визирным лучом с помощью нивелира (рис.3.1); 2) тригонометрическое – выполняют наклонным визирным лучом с помощью теодолита. Геометрическое нивелирование начинают с привязки хода к реперу (репер – постоянный или временной знак, с помощью которого закрепляют нивелирные ходы), то есть с передачи высоты репера государственного нивелирования на начальный пункт.

3.1. Устройство, проверки нивелира НЗ

При выполнении инженерно-геодезических работ в строительстве, в основном, применяют нивелиры НЗ. Нивелир – геодезический инструмент для измерения превышений точек земной поверхности – нивелирования, а также для задания направлений при монтажных и подобных работах.

Наибольшее распространение имеют оптико-механические нивелиры, снабженные зрительной трубой, при помощи которой проводят отсчет по рейке.

Перед отсчетом визирную линию зрительной трубы устанавливают горизонтально при помощи уровня.

Нивелир НЗ (рис.3.1) имеет следующие основные части: зрительную трубу с внутренней фокусировкой, наглухо скрепленную с цилиндрическим контактным уровнем, изображение концов пузырька которого передается системой призм в поле зрения трубы; цилиндрический уровень (или автоматический компенсатор) для приведения визирной оси трубы в горизонтальное положение и подставка. Нивелир имеет элевационный винт, которым можно

перемещать в вертикальной плоскости зрительную трубу вместе с цилиндрическим уровнем.

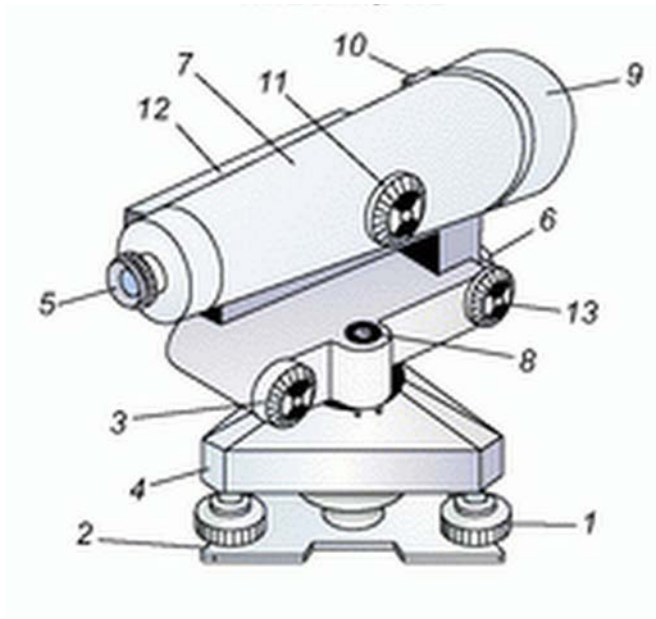


Рис. 3.1 Нивелир НЗ:

1. Подъемный винт; 2. Прижимная пластина; 3. Элевационный винт; 4. Подставка; 5. Окуляр; 6. Закрепительный винт; 7. Зрительная труба; 8. Круглый уровень; 9. Объектив; 10. Мушка; 11. Кремальера; 12. Цилиндрический уровень; 13. Наводящий винт.

Поверки нивелира НЗ (НВ-1)

1. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира. Подъёмными винтами приводят пузырёк круглого уровня в центр кружка на ампуле уровня и поворачивают верхнюю часть прибора на 180° . При отклонении пузырька от центра ампулы перемещают его к центру на половину отклонения с помощью исправительных винтов круглого уровня.

Окончательно приводят пузырек уровня на середину подъёмными винтами. Если уровень исправился, то поверку необходимо повторить.

2. Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира. С помощью круглого уровня приводят ось вращения нивелира в отвесное положение. Среднюю нить наводят на ясно видимую точку и

наводящим винтом плавно вращают трубу в горизонтальном направлении. Нить сетки не должна сходить с выбранной точки. Эту же поверку можно делать, наводя вертикальную нить сетки на нить отвеса. При несоблюдении условия необходимо снять защитный колпачок и развернуть сетку нитей, предварительно ослабив четыре винта в торце окулярной части трубы от-
верткой.

3. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы ("главное условие нивелира"). При горизонтальном положении оси уровня одна нить сетки должна быть вертикальной, а другая горизонтальная.

Порядок выполнения работы: 1) устанавливают нивелир посередине между репером и начальным пунктом хода и с помощью круглого уровня приводят ось нивелира в отвесное положение. 2) наводят трубу на черную сторону стоящей на репере задней стенки рейки и берут отсчет по средней нити сетки. 3) визируют на переднюю рейку и берут поочередно отсчеты по ее черной и красной сторонам. 4) наводят трубу на заднюю рейку и берут заключительный отсчет по ее красной стороне. После чего все измерения записываются в журнал, и переносят на следующий пункт нивелирования. Геометрическое нивелирование (середина): нивелир находится посередине между рейками, труба приведена в горизонтальное положение. Наводят визирную ось трубы на заднюю рейку и берут по ней отсчет а, затем отсчет от передней – в, превышение между точками, их разность.

3.2 Нивелирные рейки, вешки

Для определения вертикальных расстояний от точки, на которой установлена рейка, до луча визирования применяют нивелирные рейки.

При техническом нивелировании применяют двухсторонние рейки РНЗ (рис.3.2), длиной 3 000 мм, толщиной 2-3 см, шириной 8 – 10 см.

На одной стороне рейки нанесены черной краской (черная сторона) шашечные деления, которые чередуются с белыми.



Рис.3.2 Двухсторонняя рейка РН-3

Шашечные рейки изготавливаются из высушенной первосортной ели. Перед покраской рейку пропитывают водоотталкивающим составом и грунтуют; деления в виде шашечек наносят черной краской на одну сторону рейки и красной краской на другую. Дециметровые деления подписывают.

На нижнюю часть рейки крепится металлическая пластина, называемая пяткой рейки. На черной стороне пятки соответствует нулевое деление рейки; на красной - отсчет, больший 4000 мм; поэтому отсчеты по красной и черной сторонам рейки не могут быть одинаковыми. Разность пяток для данной рейки является постоянной величиной, что позволяет контролировать правильность отсчетов. В литературе разность пяток называют также разностью нулей рейки.

Для определения пригодности нивелирных реек к работе выполняют их исследования.

Поверхность рейки должна быть плоской. Уклонение от плоскости по ГОСТу допускается 3 мм для РН-05, 6 мм для РН-3 и 10 мм для РН-10. Вдоль рейки натягивают нитку и просвет между ниткой и рейкой измеряют в самом широком месте.

Случайная ошибка в положении дециметровых и метровых делений не должна превышать 0,15 мм для штриховых инварных реек и 0,5 мм для деревянных шашечных реек. Это исследование выполняют с помощью контрольной линейки.

Определение разности пятков или разности нулей рейки. Это исследование выполняют путем взятия отсчетов по черной и красной сторонам рейки, стоящей на одной и той же точке.

Проверка круглого уровня рейки выполняется либо по отвесу, либо по вертикальной нити сетки нитей нивелира. Отвес укрепляют прямо на рейку и устанавливают ее отвесно, при этом пузырек уровня должен находиться в нуль-пункте. В противном случае исправительными винтами уровня пузырек приводят в нуль - пункт.

Источники ошибок при геометрическом нивелировании

Ошибка установки визирной линии трубы в горизонтальное положение по уровню; при $t = 25''$ она достигает $3'' - 4''$. Для расстояния 100 м это приводит к ошибке отсчета по рейке 2 мм. Ошибка отсчета из-за ограниченной разрешающей способности трубы нивелира; при увеличении $V = 25^x$ эта ошибка достигает 1,2 мм на 100 м расстояния. Нарушение главного условия нивелира; при нивелировании строго из середины эта ошибка исключается.

Наклон рейки. Для уменьшения влияния наклона рейки ее рекомендуется слегка покачивать вперед-назад около вертикального положения; при отсчетах_меньше 1000 мм рейку качать нельзя. При покачивании рейки отсчеты по ней изменяются; наименьший отсчет является правильным. Общая ошибка отсчета по шашечной рейке нивелиром Н-3 оценивается в 4 мм на 100 м расстояния.

3.3 Продольное нивелирование трассы

Комплекс инженерно-изыскательских работ по проложению трассы, отвечающей всем требованиям технических условий и требующей наименьших затрат на ее возведение и эксплуатацию, называется трассированием.

Полевые работы

Трасса – линия, определяющая ось проектируемого линейного сооружения, обозначенная на местности, топоплане, или нанесенная на карте, или обозначенная системой точек в цифровой модели местности. Основные моменты трассы: план – ее проекция на горизонтальную плоскость и продольный профиль – вертикальный разрез по проектируемой линии сооружения.

Геодезические работы полевого трассирования выполняют при проектировании автодорог и служат для получения более точных и детальных сведений о местности. Целью полевых работ является получение данных для проектирования.

Полевые работы рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. Перед проложением хода технического нивелирования по пунктам теодолитного хода разбить стороны хода на 100-метровые участки последовательно, приняв за начало трассы (ПК0) первую точку теодолитного хода. Концы отрезков закрепить на местности;
2. Одновременно с разбивкой пикетажа ведут пикетажный журнал, в котором схематично указывают ось трассы в виде вертикальной прямой (за ось трассы принимают проложенный на местности теодолитный ход). В журнале указывают пикетажные значения и направления всех углов поворота трассы (углами поворота трассы являются вершины теодолитного хода). Схематично рисуют ситуацию справа и слева от оси трассы шириной по 20м в каждую сторону;
3. При проложении хода технического нивелирования концы 100-метровых отрезков нивелируют как связующие точки, то есть между ними примерно

посередине устанавливают нивелир. Вершины теодолитного хода нивелируют как промежуточные (обозначая в журнале нивелирования точку 2 теодолитного хода как ВУ1, точку 3 теодолитного хода как ВУ2 и так далее (пример записи см. табл.2);

4. Если с одной постановки нивелира нет видимости одновременно на ПК0 и ПК1 (из-за преграды), тогда ВУ1 (станция 2 теодолитного хода) нивелируют как связующую и нивелир устанавливают посередине между ПК0 и ВУ1.

Если нивелирование выполняется для составления продольного профиля линейного сооружения, то ему предшествуют: трассирование, разбивка пикетажа через 100 м; разбивка плюсовых точек, фиксирующих перегибы рельефа, разбивка кривых, поперечников и съемка полосы вдоль оси трассы на ширину 20-40м. Затем по закрепленным точкам прокладывается нивелирный ход.

3.4 Контрольная работа № 2. Составление профиля трассы дороги

Вычисление отметок точек нивелирного хода. Обработка результатов

Обработка результатов нивелирования трассы начинается с проверки полевых вычислений в нивелирном журнале.

Работа состоит из следующих частей: обработки пикетажного журнала, обработки журнала геометрического нивелирования, построение продольного профиля в масштабах: горизонтальный 1: 2000, вертикальный 1: 100; построение поперечного профиля в масштабе 1: 200 для горизонтальных и вертикальных расстояний; построение на продольном профиле проектной линии; оформление профилей.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.

1. Пикетажный журнал (рис. 3.3). В пикетажном журнале записан румб первоначального направления трассы **СВ: $48^{\circ}50'$** , общий для всех студентов, а также указано значение первого (правого) угла поворота трассы:

Уг.1пр = $35^{\circ}45'$ (также общий для всех студентов). Величину второго (левого) угла поворота каждый студент определяет индивидуально: к **$50^{\circ}20'$** (для всех) прибавляется столько градусов, сколько букв в фамилии студента. На пример: фамилия Иванов, то Уг. 2 лев. = $50^{\circ}20' + 6^{\circ} = 56^{\circ}20'$.

Журнал геометрического нивелирования (табл. 3.1). Записанные в журнале отсчеты по нивелирным рейкам и вычисляемые по этим отсчетам значения превышений являются общими для всех студентов. В графе 11 на первой и последней страницах записывают исходные данные – известны отметки реперов № 19 и № 20, между которыми на местности был проложен нивелирный ход. Отметка репера № 19 задается в соответствии с шифром студента. Количество целых метров в отметке должно быть трехзначным числом, в котором количество сотен метров равно единице, а количество десятков и единиц метров составляют две последние цифры шифра студента. Например, у студента с шифром – 1102011 отметка репера № 19 будет равна 111, 111 м. Отметка репера № 20 для всех студентов берется на 2,101 м меньше, чем отметка репера №19

3. Данные для проведения на продольном профиле проектной линии автомобильной дороги:

- на ПК 0 запроектировать насыпь высотой 0,50 м;
- на участке от ПК 0 до точки ПК 1 + 80,0 уклон проектной линии принять равным: $i_1 = -0,020$;
- на участке от точки ПК 1 + 80,0 до ПК 4 горизонтальный участок, уклон: $i_2 = 0,000$.
- на участке от ПК 4 до ПК 5 уклон равен: $i_3 = +0,015$.

Проектирование на поперечном профиле не производилось.

Пикетажный журнал

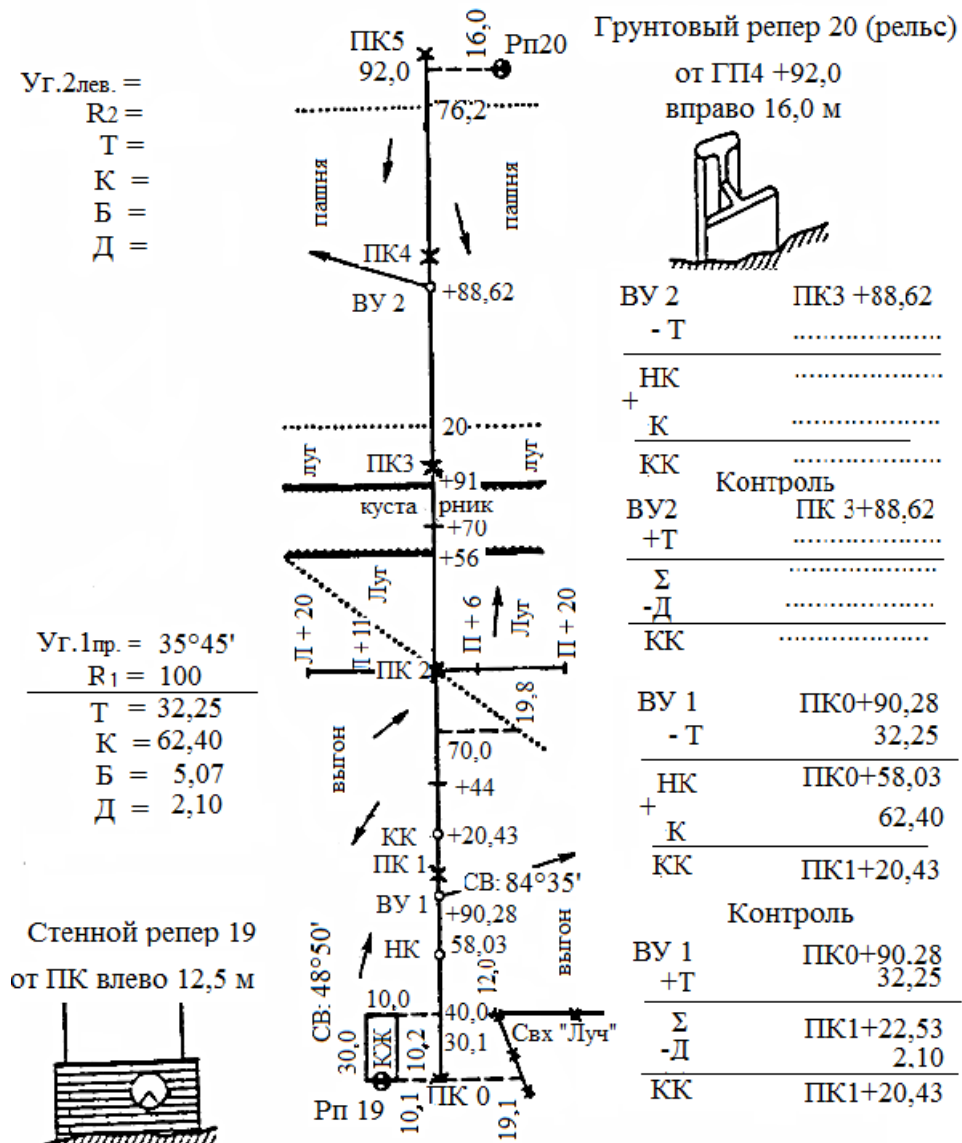


Рис 3.3. Пикетажный журнал

Таблица 3.1

Журнал геометрического нивелирования

станции	№ нивелируемых точек	Отсчеты по рейке, мм.			Превышения, мм.				Горизонт инструмента, ГИ, мм.	Отметки Н, м.	Примечания
		зад-ние (a)	перед-ние (b)	про-межу-точные (с)	вычис-ленные		Средние				
								-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Рп. 19	1582						+1		129,129	НЗ №3445 Рейки РН 3000с.
		6266				0104		0103			
	ПК 0		1684			0102				129,027	
			6370								
2	ПК 0	1406						+1		129,027	
		6090				0905		0905			
	ПК 1		2311			0905				128,123	
			6995								
3	ПК 1	1089							129,212	128,123	Попе- речник разбит на ПК2
		5773									
	+44			0307				+1		128,905	
	ПК2-П+6			2685		1410		1411		126,527	
	ПК2-П+20			0397		1412					
	ПК2-Л+14			1931							
	ПК2-Л+20			0639							
	ПК 2		2501							126,713	
			7183								
Постраничный контроль		22206	27044		0	4838	0	2419			
		-4838				4838					
		-2419				2419		2419		-2,416	

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4	ПК2	0908									Точка +56 ниве- лиро- валась как связу- ющая	
		5592										
	+56		2517									
			7203									
5	+56	1410										
		6094										
	+70			2990								
	+91			1030								
	ПК3		1386									
			6072									
6	ПК3	2108										
		6792										
	ПК4		1712									
			6395									
7	ПК4	2342										
		7026										
	ПК5		0741									
			5425									
8	ПК5	1517										
		6203										
	Рп.20		1619						127,028			
			6302									
Постранич- ный контроль												
Общий кон- троль по ходу Рп.19 – Рп.20							Σh _{ср} = ...		Σh _г = ...		-2,101	
fh= Σhср – Σhг=...												
fhдоп=50 мм √L (L – длина хода, км)												

Данные в графах 1 - 9, 12 являются общими для всех вариантов. Отмет-
ки в графах 10, 11 на станциях 1 - 3 вычислены в соответствии с одним из ва-
риантов студенческой работы.

УКАЗАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Обработка пикетажного журнала

1. По радиусу кривой, равному: $R_2 = 100$ м, и величине второго угла поворота трассы находят элементы круговой кривой. Элементы горизонтальной круговой кривой (тангенс Т, кривую К, биссектрису Б, домер Д) рассчитывают по формулам, которые необходимо найти в тексте изучаемого учебника.

2. Рассчитывают пикетные значения начала (НК) и конца (КК) кривых с обязательным контролем вычислений. Расчет следует произвести в пикетажном журнале справа от трассы, условно проведенной прямой линией. На рис. 3.3 приведен одинаковый для всех студентов расчет первой кривой.

По результатам расчетов главные точки (НК и КК) следует нанести на трассу, обозначив окружностями диаметром 1,0 мм.

3. По румбу первоначального направления и углам поворота вычисляют румбы остальных прямых отрезков (вставок) трассы. Сначала вычисляют дирекционные углы по правилу: дирекционный угол последующей прямой вставки равен дирекционному углу предыдущей прямой плюс угол поворота трассы, если она поворачивает вправо, или минус угол поворота, если трасса поворачивает влево. Расчет производится в «Тетради для вычисления контрольной работы» и должен сопровождаться схематическим чертежом трассы в плане. Вычисленные значения дирекционных углов переводят в румбы, которые записываются в пикетажном журнале вдоль стрелок, указывающих повороты трассы. На рис. 3.3 записан вычисленный румб СВ : $84^\circ 35'$ второй прямой вставки.

Обработка журнала геометрического нивелирования

Отметки связующих точек вычисляют через превышения, отметки промежуточных точек – через горизонт инструмента. В качестве примера в журнале (табл. 3.1) выполнена обработка результатов нивелирования на первых трех станциях.

1. Вычисляют превышения между связующими точками: превышение равно разности заднего отсчета (a) и переднего (b) (взгляд «назад» минус взгляд «вперед»), то есть $h = a - b$. Для вычисления превышений используют отсчеты как по черной (a' и b'), так и по красной (a'' и b'') сторонам реек. Таким образом, для каждого превышения находят два его значения: $h' = a' - b'$ и $h'' = a'' - b''$, между которыми допускается расхождение не более ± 5 мм. Записав вычисленные значения h' и h'' превышения в графу 5 или 7 журнала (в зависимости от знака превышения), вычисляют среднее его значение:

Найденные суммы записывают в нижней части таблицы под итоговой чертой. Постраничный контроль вычислений производится по формуле (3.1):

$$\Sigma a_{\text{зад}} - \Sigma b_{\text{пер}} = \Sigma h_{\text{выч}} = 2 \Sigma h_{\text{ср}}. \quad (3.1)$$

Допускается расхождение в 1-2 мм, возникающие за счет округления средних значений превышений. В журнале постраничный контроль оформляют, записывая только числовые значения найденных сумм и разностей без их буквенных обозначений.

3. По известным отметкам (графа 11) начальной (репер №19) и конечной (репер №20) точек хода вычисляют и записывают под итоговой чертой в конце журнала теоретическую сумму превышений (3.2):

$$\Sigma h_{\text{т}} = H_{\text{рп20}} - H_{\text{рп19}} \quad (3.2)$$

Находят и записывают невязку хода f_h , равную разности: практическая сумма $\Sigma h_{\text{пр}}$ превышений (средних) минус теоретическая сумма $\Sigma h_{\text{т}}$ (3.3):

$$f_h = \Sigma h_{\text{пр}} - \Sigma h_{\text{т}} \quad (3.3)$$

А также вычисляют допустимую величину невязки по формуле (3.4):

$$f_{h\text{доп}} = 50 \text{ мм}$$

Здесь $(h)1, (h)2, \dots, (h)8$ - поправки в средние превышения, записанные в графах 8 и 9.

Контроль правильности вычислений отметок является получение в конце хода известной отметки конечной точки Нрп20.

6. Завершают постраничный контроль на каждой странице журнала. В графе 11 находят и записывают под итоговой чертой в нижней части страницы разность вычисленных отметок последней и первой связующих точек, записанных на данной странице. Эта разность должна равняться алгебраической сумме средних превышений и поправок в них. В конце журнала по данным постраничного контроля выполняют аналогичный общий контроль по всему ходу.

7. На станциях 3 и 5 вычисляют значения горизонта инструмента. Для каждой станции это делают дважды – по наблюдениям на заднюю и переднюю точки. ГИ равен отметке задней (или передней) точки плюс отсчет по черной стороне рейки, стоящей на этой точке. Расхождение между двумя вычисленными значениями ГИ допускается в пределах ± 2 мм; одно из значений ГИ записывают в графу 10 журнала.

8. На станциях 3 и 5 вычисляют отметки промежуточных точек. Вычисления выполняют через горизонт инструмента: отметка промежуточной точки равна ГИ на данной станции минус отсчет по рейке, стоящей на этой промежуточной точке.

Построение продольного профиля трассы

Продольный профиль строят по данным пикетажного нивелирного журналов.

Для построения профиля берут лист миллиметровой бумаги размером 65 x 30 см. Сначала профиль составляют в карандаше тонкими линиями; затем профиль оформляется в туши. На рис.3.4 приведен образец части профиля, составленного по одному из вариантов.



Рис. 3.4 Образец оформления продольного профиля трассы

Построение выполняют в следующей последовательности:

1. В нижней, левой части листа заготавливают профильную сетку - систему горизонтальных граф, размеры и названия которых приведены на рис.3.4. Верхняя линия профильной сетки называется линией условного горизонта. Ее следует вычертить утолщенной (жирной) горизонтальной линией.

2. По данным пикетажного и нивелирного журналов заполняют графу 5 «Расстояния», откладывая в ней горизонтальные расстояния в масштабе 1: 2000. Плановое положение всех пикетов и плюсовых точек фиксируют в этой графе вертикальными отрезками. Вертикальные отрезки, обозначающие пикеты, в масштабе 1:2000 проводятся через каждые 5 см. Под нижней линией графы «Расстояния», называемой линией пикетажа. Подписывают номера пикетов. Пикетажное значение плюсовых точек не подписывают, но между вертикальными отрезками в графе 5 записывают горизонтальные расстояния между каждыми двумя соседними точками профиля. Если между соседними пикетами плюсовых точек нет, то расстояние 100 м в графе «Расстояния» не записывается.

3. Заполняют графу «Отметки поверхности земли», выписывая в нее из графы 11 нивелирного журнала отметки пронивелированных точек поверхности земли по трассе; отметки при записи на профиль округляют до сотых долей метра.

4. По отметкам поверхности земли строят черную линию профиля, откладывая высоты точек в масштабе 1:100 вверх от линии условного горизонта. Отметку линии условного горизонта выбирают в зависимости от фактических отметок земли по трассе: она должна быть кратной 10 м и при том такой, чтобы самая нижняя точка профиля отстояла от линии условного горизонта не менее чем 4 см (превышение на местности 8 м) и не более чем на 10 см (превышение на местности 20 м). Отметку условного горизонта записывают левее начальной точки линии условного горизонта.

Все пронивелированные точки профиля трассы строят на перпендикулярах к линии условного горизонта, откладывая от этой линии в масштабе 1:200 соответствующие разности отметок поверхности земли и отметки линии условного горизонта. Для удобства построения на профиле слева можно нанести вспомогательный вертикальный масштаб, подписав его через каждый сантиметр по вертикали значениями отметок через 2 м начиная от отметки условного горизонта.

5. Графы 1 и 6 заполняют по данным пикетажного журнала. В графе 1, посередине ее, проводят ось дороги, условно развернутую в прямую линию, и в масштабе 1:2000 строят план местности, прилегающей к трассе. Вместо изображения условных знаков угодий обычно пишут соответствующие названия: «луг», «выгон», «пашня» и т.д. Короткими стрелками показывают направления основных скатов местности.

В графе ниже линии пикетажа на расстоянии 20 мм от нее проводят горизонтальную линию, изображающую ось дороги. Рассчитанные для обоих кривых пикетажные значения НК и КК откладывают в масштабе 1:2000 на линии пикетажа, отмечая их перпендикулярами, опущенными от этой линии на проведенную ось дороги. Вдоль перпендикуляров записывают расстояния от начала или конца кривой до ближайших переднего и заднего пикетов.

Кривые условно обозначают скобками, обращенные выпуклостью вверх при повороте трассы вправо, и выпуклостью вниз при повороте влево, скобки делают высотой (глубиной) 5 мм. Под каждой кривой записывают значения всех ее шести элементов (ϕ , R, T, Б, К, Д). Над серединой каждой прямой вставки трассы записывают ее длину, а под ней – ее румб.

Для изображения километрового указателя (ПК0) от линии пикетажа опускают вниз перпендикуляр длиной 35 мм, нижние 5 мм из которых будут служить диаметром окружности, правую половину которой при оформлении закрашивают тушью.

6. Примерно в 1,5 см над линией профиля показывают положение реперов. Для этого проводят вертикальные отрезки длиной около 2 см, вдоль

которых, слева и справа, записывают прямоугольные координаты репера относительно трассы. Над горизонтальной чертой сверху указывают номер репера и его отметку.

7. Заглавную и прочие надписи на профиле выполняют в соответствии с рис.3.4.

Построение поперечного профиля трассы

Поперечный профиль располагают правее продольного. Горизонтальный и вертикальный масштабы поперечного профиля 1: 200.

1. Для поперечного профиля заготавливают и заполняют только две графы «Отметки поверхности земли» и «Расстояния». Следует помнить, что все горизонтальные расстояния в поперечнике указываются от оси трассы. На поперечном профиле их следует откладывать вправо и влево от вертикального отрезка, обозначающего в графе расстояний положение ПК2 подписывают симметрично относительно этого отрезка под нижней линией графы расстояний. Расстояния между соседними точками поперечного профиля, отмеченными вертикальными линиями в графе расстояний, подписывают в этой же графе.

2. В графу «Отметки поверхности земли» записывают отметки точек поперечного профиля, округленные до сотых долей метра.

3. По отметкам поверхности земли строится линия поперечного профиля. Отметка его линии условного горизонта берется та же, что и на продольном профиле.

4. Над поперечным профилем подписывают его название «Поперечный профиль на ПК 2». Под чертежом указывают его масштаб.

Нанесение на продольный профиль проектной линии.

Проектную (красную) линию наносят в соответствии с заданными исходными данными в пункте 3. Все необходимые расчеты следует произвести в «Тетради для выполнения контрольной работы».

1. Заполняют графу 3 «Уклоны». Прочерчивая в ней в местах переломов (изменения уклонов) проектной линии вертикальные перегородки. У каждой перегородки, слева и справа вдоль нее, вертикально записывают расстояния в метрах на местности от этой точки до ближайшего заднего и переднего пикетов. Если это изменение уклона происходит на пикете, то с обеих сторон пишут нули.

Внутри каждого узкого прямоугольника, на которые будет разбита графа «Уклоны», проводят диагональ: из левого верхнего угла в правый нижний, если уклон отрицательный (линия идет на понижении), или из нижнего левого в правый верхний, если уклон положительный. На горизонтальных отрезках трассы посередине графы «Уклоны» проводят горизонтальную черту. Над диагональю или горизонтальной чертой указывают значение проектного уклона в тысячных. А под ней – длину заложения в метрах, на которое этот уклон распространяется.

2. Вычисляют проектные отметки точек ПК 0. ПК 1 + 80. ПК 4 и ПК 5, в которых запроектированы переломы проектной линии. В начале трассы на ПК0 . На котором запроектирована насыпь высотой 0,50 м, записывают проектную отметку, равную отметке поверхности земли на ПК 0 плюс 0,50 м. Отметки остальных точек вычисляют по формуле (3.5):

$$H_n = H_{n-1} + id, \quad (3.5)$$

где H_n - определяемая проектная отметка; H_{n-1} известная проектная отметка предыдущей точки; i - проектный уклон; d - горизонтальное расстояние (заложение) между точкой, в которой определяется проектная отметка, и предыдущей.

Вычисленные проектные отметки определяют до сотых долей метра, после чего записывают в графу 2 «Проектные отметки» на профиле.

3. По вычисленным проектным отметкам точек переломов проектную линию наносят на профиль.

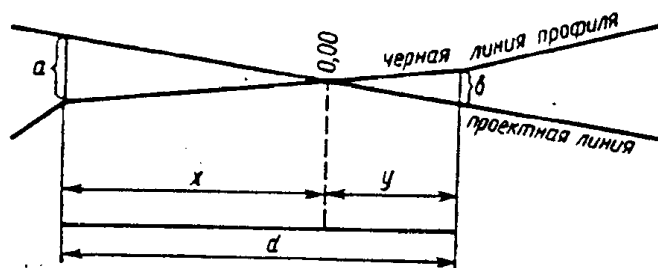
4. Вычисляют проектные отметки всех остальных пикетов и плюсовых точек профиля по той же формуле, что и в пункте 2. Во избежание ошибок в вычислениях рекомендуется за предыдущую точку с отметкой H_{n-1} всегда брать начало данного элемента проектной линии, учитывая в формуле расстояние от этой начальной точки до точки, отметка которой вычисляется. Вычисленные отметки записывают в графу 2 профиля.

Чтобы убедиться в правильности расчетов и графических построений, целесообразно все вычисленные проектные отметки использовать для контроля построения проектного профиля трассы. Очевидно, что если и вычисления, и построения выполнены правильно, то точки ПК 1, ПК 1+44, ПК 2, ПК 2+56, ПК 2+70, ПК 2+91, ПК 3, построенные по их проектным отметкам, должны точно попасть на проектную линию, проведенную раньше.

5. Вычисляют отметку поверхности земли в точке ПК 1+80, которая при нивелировании на местности не определялась. Для этого вычисляют уклон ската местности на отрезке от ПК 1+44 до ПК 2:

ками пересечений проектной линии и линии профиля поверхности земли, называемыми точками нулевых работ (или переходными), записывают рабочие отметки, равные 0,00 м.

7. Из точки нулевых работ опускают перпендикуляр (ординату) на линию условного горизонта и вычисляют горизонтальные расстояния до этой точки от ближайших пикетов или плюсовых точек профиля (рис. 3). Вычисления выполняют по формулам (3.7):



Оформление профилей

Все надписи и построения аккуратно выполняют тушью или черной гелевой ручкой тонкими линиями.

Красной тушью оформляют проектную линию и все рабочие отметки (кроме нулевых), ось дороги в графе 1, все линии и цифры в графе уклонов, разделительную линию между графами 2 и 3, проектные отметки, все линии и надписи в графе 6 (кроме номеров пикетов).

Синей тушью показывают перпендикуляры из точек нулевых работ на линию условного горизонта, рабочие отметки 0,00, синие отметки (высоты) нулевых работ, горизонтальные расстояния x и y , а также линию пикетажа (нижнюю линию графы 5) Все остальные надписи и цифры делаются черной тушью. Насыпи отмывают красной тушью, а выемки – желтой.

3.5 Список литературы

1. Геодезия: Учеб. для вузов/ В.Ф. Перфилов, Р.Н. Скогорева, Н.В. Усова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2008 г.
2. Геодезия: Учебное пособие /А.Г. Парамонов; – М.: МАКС Пресс, 2008.
3. Геодезия. – А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2007.
4. ГКИНП-02-033-82. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 [Текст] / М.: Недра, 1985.-150 с.
5. Инженерная геодезия. / Под ред. Закатова П.С. М.: Недра, 1976. 582с.
6. Киселев М.И., Михелев Д.Ш., В.Д. Фельдман/; под ред. Д.Ш. Михелева. – 8-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 г.
7. Кисилев М.И. Основы геодезии [текст]/ М.И.Кисилев, Д.Ш.Михелев: Учебник для ВУЗов. –М.: Высшая школа, 2001. - 368 с.: ил.
8. Ключин Е.Б. Инженерная геодезия [текст]/ Е.Б. Ключин, М.И.Кисилев, Д.Ш.Михелев: Учебник для ВУЗов. –М.: Высшая школа, 2001. – 464 с.: ил.

9. Лукьянов В.Ф. Лабораторный практикум по инженерной геодезии (текст] / В.Ф. Лукьянов, В.В. Новак. – М.: Высшая школа, 1990.- 333 с.
10. Петерс И. Шестизначные таблицы натуральных значений тригонометрических функций. М.: Недра, 1975. 293 с.
11. Практикум по инженерной геодезии под ред. Михелева Д.Ш., м; высшая школа – 2000г.-320с.
12. Фельдман В.Д.. Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии М; Высшая школа 2001г.- 316с.
13. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Недра, 1973. 144 с., ил.
14. Хейфец В.С., Данилевич Б.Б. Практикум по инженерной геодезии. М.: Недра, 1979., 332с.

Глава 4 ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАЗБИВОЧНЫЕ РАБОТЫ

Геодезические разбивочные работы являются одним из основных видов инженерно-геодезической деятельности. Выполняют их для определения на местности планового и высотного положения характерных точек и плоскостей строящегося сооружения в соответствии с разбивочными чертежами проекта.

Перенесению проекта сооружения предшествует геодезическая подготовка разбивочных данных, при которой определяют угловые и линейные разбивочные элементы.

4.1 Контрольная работа «Геодезические работы в строительстве».

Геодезические разбивочные работы. Общие указания о порядке выполнения контрольной работы

Номер варианта выбирается, согласно порядкового номера студента в списке группы. Использовать прил. 4, 5.

Контрольную работу представляют в следующем виде: первое задание: подготовить в тезисной форме ответы на вопросы. Четные варианты отвечают на четные вопросы. Нечетные – на нечетные. Второе задание: решение

задач, в соответствии со своим вариантом, оба задания выполняются в «Тетради для выполнения контрольной работы». Третье задание: в виде расчетно-пояснительной записки, выполненной на листах писчей бумаги (формат 210×297) и скрепленных в брошюру – альбом, либо в тетради в клетку. Все оформления (чертежи, рисунки, текст) делаются чернилами, тушью или черной гелевой ручкой. Каждая страница оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД. На обложке записи указывается группа, фамилия и инициалы студента, название и номер контрольной работы, вариант.

4.2 Задание 1. Вопросы по инженерной геодезии в строительстве

1. Назовите состав и задачи инженерно-геодезических изысканий.
2. Назовите требования к методу, масштабу геодезической съемки и высоте сечения рельефа в зависимости от вида сооружения и характера местности в районе строительства.
3. Каковы состав и последовательность работ при инженерно-геодезических изысканиях линейного типа? Дайте определение терминам «пикетаж трассы», «пикет», «плюс».
4. Какие точки при нивелировании трассы являются связующими и промежуточными? Как их нивелируют и вычисляют отметки этих точек? Напишите формулы.
5. Какую документацию ведут при разбивке пикетажа? Каково содержание пикетажного журнала?
6. Как определяют положение главных точек кривой на местности? Проиллюстрируйте схему.
7. Понятие о содержании проекта производства геодезических работ (ППГР). Подготовка данных для перенесения проекта в натуру. Способы плановой разбивки зданий и сооружений. Разбивочные чертежи.

9. Проектирование оси линейных сооружений. Продольный профиль. Расчет вертикальных кривых. Геодезические расчеты при проектировании вертикальной планировки участка, составление картограммы земляных работ.

10. Что значит перенести проект сооружения на местность?

11. Что такое разбивочный чертеж и что на него наносится?

12. Какие существуют способы подготовки данных для составления разбивочных чертежей и в чем их сущность?

13. Что называется геодезической основой для перенесения проекта сооружения на местность?

14. Какие основные элементы геодезических работ используются при плановой разбивке сооружений, при разбивке сооружений по высоте и при вертикальной планировке местности?

15. В чем сущность прямой и обратной геодезических задач?

16. В чем сущность перенесения точек сооружения на местность способами прямоугольных, полярных координат угловых и линейных засечек?

17. Что такое проектная линия и какие условия могут быть заданы для ее проведения на профиле?

18. Как вычисляется уклон проектной линия?

19. Как вычисляются проектные отметки точек трассы?

20. Что такое рабочая отметка и как она вычисляется?

21. Что называется точкой нулевых работ и как вычисляется расстояние до этой точки?

22. Как вычисляются объемы земельных работ?

23. Какие топографо-геодезические материалы необходимы для проектирования вертикальной планировки? Назовите способы разбивки сооружений в плане и области их преимущественного применения. Покажите разбивочные элементы.

24. Изобразите на рисунке схему полярного способа разбивки сооружений и поясните способы определения разбивочных элементов.

25. Изобразите на рисунке схему разбивки сооружений угловой засечкой. Как определяют величины разбивочных элементов?
26. Изобразите на рисунке схему разбивки сооружений способом прямоугольных координат. Изобразите на рисунке схему разбивки сооружений линейной засечкой. Когда удобно применять этот способ?
27. Что называется разбивочным чертежом, с какой целью он составляется и каково его содержание?
28. Какие геодезические расчеты и в какой последовательности выполняют при проектировании рельефа под горизонтальную площадку при условии соблюдения нулевого баланса земляных работ.
29. Сущность геодезических разбивочных работ, их виды.
30. Плановые и высотные геодезические работы.
31. Основные элементы геодезических разбивочных работ и методика выполнения их на местности: построение проектного отрезка, проектного угла, вынесение в натуру проектной отметки, построение линии проектного уклона;
32. Построение разбивочной сети: внешняя разбивочная сеть, внутренняя разбивочная сеть на исходном и монтажном горизонтах. Требования к геодезическим разбивочным работам в процессе строительства и условия обеспечения точности;
33. Способы разбивки точек и осей сооружений на местности, закрепление осей сооружений на местности. Способы детальной разбивки кривых;
34. Передача отметок с репера на высокую точку, сооружения и дно глубокого котлована;
35. Определение высоты сооружения с помощью теодолита;
36. Разбивочные работы при установке технологического оборудования;
37. Исполнительные съемки;
38. Какие геодезические работы называют разбивочными?
39. Как отложить на местности проектное горизонтальное проложение?
40. Как построить на местности проектный горизонтальный угол?

41. Как вынести на местность проектную отметку?
42. Как построить линию проектного уклона с помощью нивелира?
43. Как передать отметку на монтажный горизонт?
44. Как передать отметку на дно глубокого котлована?
45. Как определить высоту сооружения с помощью теодолита?
46. Как разбить линию проектного уклона с помощью теодолита?
47. С какой целью и какими методами проводят исполнительные съемки?
Какую исполнительную документацию составляют?
48. Что такое внешняя разбивочная сеть сооружения. Как она строится?
49. Что такое внутренняя разбивочная сеть на исходном и монтажном горизонтах. Как она строится?
50. Понятия о смещениях и деформациях сооружений. Наблюдения за осадками сооружений;
51. Знаки, применяемые за наблюдениями за осадками сооружений и их размещение;
52. Способы наблюдения и точность определения осадок сооружений. Измерения горизонтальных смещений и крена сооружений;
53. С какой целью выполняют геодезические наблюдения за смещением и деформацией сооружений?
54. Назовите основные виды смещений и деформаций зданий и сооружений, являющихся предметом геодезических измерений.

4.3 Решение задач

Задача 1. Составить план строительной площадки по результатам нивелирования поверхности по квадратам. Схемы нивелируемых участков приведены на рис.4.1, а исходные данные приведены в табл.4.1, где l –сторона квадрата, M – масштаб, H_{1A} – отметка точки A_1 , h - высота сечения рельефа (рис.4.1)

Таблица 4.1

Схема рис. 1а				Схема рис. 1 б			
Вариант	H _{1A}	l	M/h	Вариант	H _{1A}	L	M/h
1,11 21,31	120,30	20	1:500 / 0,5м	6, 16, 26,36	51,20	10	1:200 / 0,25м
2,12, 22,32	45,40	2	1:100 / 0,25м	7, 17, 27,37	27,80	10	1:500 / 0,5м
3,13 23,33	78,60	50	1:1000 / 1,0 м	8, 18, 28,38	91,40	100	1:2000 / 0,5м
4,14, 24,34	110,40	40	1:1000 / 0,5м	9, 19 29,39	47,50	5	1:100 / 0,25м
5,15, 25,35	84,90	20	1:5000/0,25м	10, 20, 30,40	69,80	5	1:200 / 0,25м

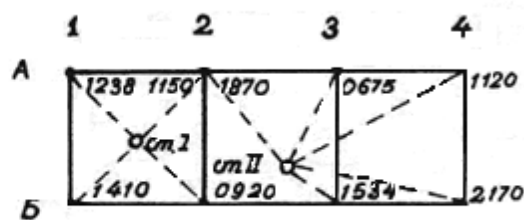
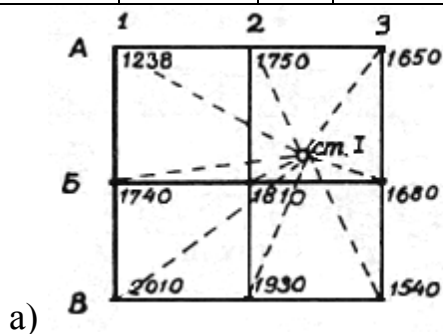


Рис. 4.1 Журнал - схема нивелирования поверхности участка: а – первый вариант; б – второй вариант

Задача 2. По известным проектным отметкам углов квадратов (табл.4.2) при планировании участка наклонной плоскостью определить уклоны по осям X и Y, если стороны квадратов сетки равны a (рис.4.2).

Таблица 4.2

Номер варианта	B/I	A/I	A/V	B/V	a
1, 11, 21,31	121,50	121,50	120,50	120,50	100
2, 12, 22,32	143,40	143,40	144,80	144,80	40
3, 13, 23,33	176,90	176,90	174,50	174,50	50
4, 14, 24,34	57,60	57,60	58,10	58,10	20
5, 15, 25,35	45,30	45,30	45,84	45,84	10
6, 16, 26,36	94,60	94,60	92,80	92,80	40
7, 17, 27,37	78,43	78,43	79,65	79,65	50
8, 18, 28,38	110,12	110,12	110,62	110,62	20
9, 19, 29,39	84,80	84,80	83,60	83,60	100
10, 20, 30,40	63,40	63,40	62,90	62,90	10

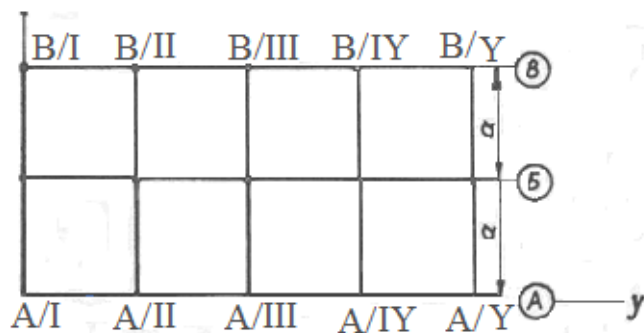


Рис.4.2 Участок с наклонной плоскостью

Задача 3. По фактическим отметкам вершин квадрата строительной площадки (а - сторона квадрата), указанным в таблице 4.3, вычислить отметку планировки и определить объемы перемещаемых земляных масс (рис.4.3).

Таблица 4.3

Номер варианта	H_A	H_B	H_C	H_D	а
1, 11, 21,31	85.54	86.41	86.09	85.70	10
2, 12, 22,32	23.43	22.80	23.10	22.90	20
3, 13, 23,33	67.10	66.90	67.20	67.00	50
4, 14, 24,34	42.80	43.00	43.10	42.90	40
5, 15, 25,35	100.23	99.80	99.70	100.40	20
6, 16, 26,36	45.55	46.67	43.80	46.25	50
7, 17, 27,37	34.45	36.25	36.90	35.70	20
8, 18, 28,38	89,35	90.57	90.20	89.76	40
9, 19, 29,39	56.76	56.10	57.90	58.46	10
10, 20, 30,40	32.56	33.55	33.79	32.67	20

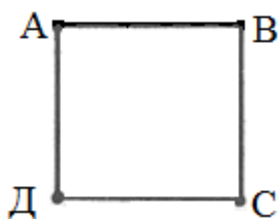


Рис. 4.3 Квадрат строительной площадки

Задача 4. По вычисленным рабочим отметкам вершин квадратов (со стороны – а) строительной площадки, указанным в табл. 4.4, вычислить объемы перемещаемых земляных масс при вертикальной планировке (рис.4.4)

Таблица 4.4

Номер варианта	A1 r_1	A2 r_2	A3 r_3	A4 r_4	Б1 r_5	Б2 r_6	Б3 r_7	Б4 r_8	a
1, 11, 21,31	+0.30	+0.40	-0.30	+0.06	+0.20	+0.10	-0.30	-0.24	20
2, 12, 22,32	-0.10	-0.20	-0.15	-0.10	-0.12	+0.15	+0.24	-0.12	10
3, 13, 23,33	-0.24	+0.15	+0.18	-0.12	-0.36	-0.14	+0.28	+0.18	40
4, 14, 24,34	+0.36	+0.12	+0.14	+0.26	-0.13	-0.20	+0.26	-0.15	50
5, 15, 25,35	-0.22	-0.18	+0.36	-0.18	+0.12	+0.33	-0.11	+0.43	20
6, 16, 26,36	+0.30	-0.15	+0.28	+0.40	+0.18	-0.22	-0.10	-0.30	20
7, 17, 27,37	+0.40	-0.10	+0.30	-0.15	+0.28	-0.30	-0.20	-0.15	10
8, 18, 28,38	-0.22	+0.18	-0.30	-0.10	+0.40	+0.30	-0.15	-0.22	40
9, 19, 29,39	+0.15	-0.23	+0.40	-0.30	+0.28	-0.20	+0.18	+0.15	50
10, 20, 30,40	+0.18	+0.28	-0.30	-0.10	-0.15	-0.22	+0.40	+0.30	20

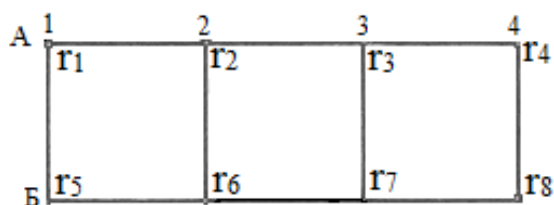


Рис. 4.4 Вершины квадратов строительной площадки

Построение продольного профиля и проектирование трассы линейного сооружения

Задача 5. По фактическим отметкам пикетов (табл. 4.5) построить профиль земли. Подписать пикеты, их отметки. Провести проектную линию. Определить глубину заложения трубы на промежуточном пикете, если отметки ко-

нечных точек участка проектируемого трубопровода известны. Расстояния между пикетами 100м. Масштаб горизонтальный 1: 2000, вертикальный 1: 200.

Таблица 4.5

Номер варианта	Фактические отметки пикетов			Отметки проектные	
	начальный	промежуточный	конечный	$H_{\text{нач}}^{\text{пр}}$	$H_{\text{кон}}^{\text{пр}}$
	$H_{\text{нач}}$	$H_{\text{пром}}$	$H_{\text{кон}}$		
1, 16,31	ПК1=65.20	ПК2=63.80	ПК3=65.80	63.00	62.66
2, 17,32	ПК3=54.00	ПК4=2.60	ПК5=54.60	51.80	51.48
3, 18,33	ПК5=45.40	ПК6=46.20	ПК7=45.70	43.60	43.90
4, 19,34	ПК4=32.80	ПК5=32.10	ПК6=33.20	30.00	30.75
5, 20,35	ПК6=34.70	ПК7=35.50	ПК8=34.60	33.00	32.30
6, 21,36	ПК8=86.20	ПК9=85.00	ПК10=86.42	83.40	83.70
7, 22,37	ПК8=93.45	ПК9=94.70	ПК10=93.50	91.65	91.95
8, 23,38	ПК5=70.30	ПК6=68.80	ПК7=1.05	67.00	67.90
9, 24,39	ПК2=48.20	ПК3=50.30	ПК4=48.40	46.60	46.30
10, 25,40	ПК6=57.55	ПК7=56.20	ПК8=57.73	55.00	55.30
11, 26	ПК2=62.10	ПК3=64.20	ПК4=62.55	60.10	61.50
12, 27	ПК4=83.267	ПК5=83.75	ПК6=82.50	82.00	80.50
13, 28	ПК12=74.30	ПК12=73.00	ПК14=75.00	71.00	70.35
14, 29	ПК13=42.15	ПК14=41.50	ПК15=43.75	40.35	39.65
15, 30	ПК5=80.00	ПК6=80.50	ПК7=81.20	79.50	78.30

Задача 6. По фактическим отметкам пикетов (табл.4.6) построить профиль земли. Подписать пикеты, их отметки. Провести проектную линию под заданным уклоном при условии, что начальная проектная отметка совпадает с фактической отметкой начального пикета. Определить отметку точки нулевых работ. Расстояния между пикетами 100 м. Масштаб горизонтальный 1: 2000, вертикальный 1: 200.

Таблица 4.6

Номер варианта	Фактические отметки пикетов			Уклон проектной линии
	начальный	промежуточный	конечный	i
	$H_{\text{нач}}$	$H_{\text{пром}}$	$H_{\text{кон}}$	
1, 16, 31	ПК1=65,20	ПК2=63,80	ПК3=65,80	-0,002
2, 17, 32	ПК3=54,00	ПК4=22,60	ПК5=54,60	-0,0025
3, 18, 33	ПК5=45,40	ПК6=46,20	ПК7=45,70	+0,003
4, 19, 34	ПК4=32,80	ПК5=32,10	ПК6=33,20	-0,004
5, 20, 35	ПК6=34,70	ПК7=35,50	ПК8=34,60	+0,005
6, 21, 36	ПК8=86,20	ПК9=85,00	ПК10=86,42	-0,0065
7, 22, 37	ПК8=93,45	ПК9=94,70	ПК10=93,50	+0,007
8, 23, 38	ПК5=70,30	ПК6=68,80	ПК7=61,05	-0,0075
9, 24, 39	ПК2=48,20	ПК3=50,30	ПК4=48,40	+0,008
10, 25, 40	ПК6=57,55	ПК7=56,20	ПК8=57,73	-0,0035
11, 26	ПК2=62,10	ПК3=64,20	ПК4=62,55	+0,002
12, 27	ПК4=83,267	ПК5=83,75	ПК6=82,50	-0,008
13, 28	ПК12=74,30	ПК12=73,00	ПК14=75,00	+0,009
14, 29	ПК13=42,15	ПК14=41,50	ПК15=43,75	-0,008
15, 30	ПК5=80,00	ПК6=80,50	ПК7=81,20	-0,004

Задача 7. По исходным данным рис. 4.5 и табл.4.7 привести схему перенесения на местность проектной отметки точки В с вычисленным значением отсчета b , при котором пятка рейки совпадает с проектной отметкой.

Таблица 4.7

Номер варианта	Отметка репера $H_{\text{рп}}$, м	Проектная отметка точки В – $H_{\text{В}}$, м	Отсчет по рейке на репере а, мм
1, 11, 21, 31	129,013	130,800	2180
2, 12, 22, 32	81,124	82,460	0856
3, 13, 23, 33	115,020	116,000	1107
4, 14, 24, 34	96,461	99,100	0471
5, 15, 25, 35	148,590	147,020	1904

Продолжение табл. 4.7

6, 16, 26, 36	109,308	110,640	1365
7, 17, 27, 37	178,901	176,500	0298
8, 18, 28, 38	75,620	77,800	0582
9, 19, 29, 39	156,276	155,310	2204
10, 20, 30, 40	110,628	110,550	1965

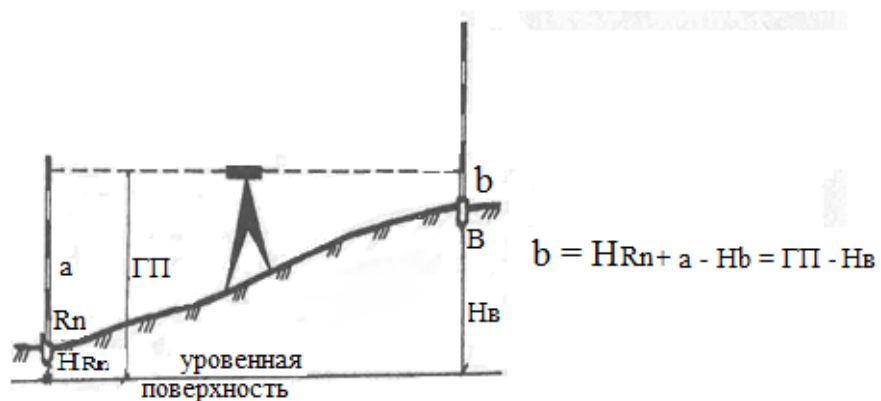


Рис. 4.5 Схема перенесения на местность проектной отметки

Задача 8. По данным рис. 4.6 и табл. 4.8 определить фактическую отметку точки В верха фундаментной подушки.

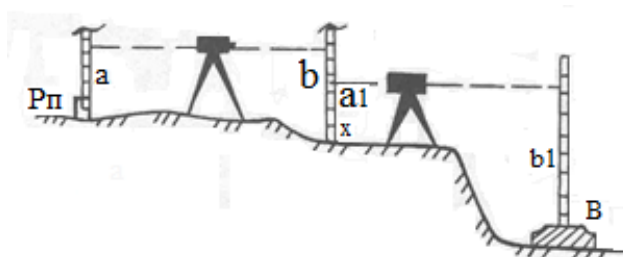


Рис. 4.6 Определение фактической отметки верха фундаментной подушки

Таблица 4. 8

Номер варианта	Отметка ре- пера H_{rp} , м	Отсчеты по рейке, мм			
		a	b	a_1	b_1
1, 11, 21,31	92,020	0310	0740	0682	2810
2, 12, 22,32	91,700	0860	0965	0895	3756
3, 13, 23,33	67,230	0525	0617	0614	3250
4, 14, 24,34	77,777	0370	0493	0475	3050
5, 15, 25,35	69,090	0402	0803	0701	3333
6, 16, 26,36	67,850	0501	0709	0650	3297
7, 17, 27,37	92,700	0903	1020	0930	3302
8, 18, 28,38	54,300	0860	0965	0890	3656
9, 19, 29,39	84,770	0415	0512	0504	2950
10, 20, 30, 40	63,230	0325	0431	0456	3370

Задача 9. По данным табл. 4.9 и рис. 4.7 определить отметку дна глубокого котлована.

Таблица 4.9

Номер варианта	Отметка репера H_{rp} , м	Отсчеты по рейке и рулетке, мм			
		a	b_1	b	a_1
1, 11, 21,31	92,750	0658	1502	6450	1910
2, 12, 22,32	33,810	1716	1610	6980	1220
3, 13, 23,33	75,870	0740	1708	7100	1415
4, 14, 24,34	32,840	0952	2115	8840	1506
5, 15, 25,35	41,830	1650	2305	7350	1320
6, 16, 26,36	82,310	1228	1890	5859	1453
7, 17, 27,37	27,920	1112	2430	6800	1840
8, 18, 28,38	67,812	1345	0950	8302	0995
9, 19, 29,39	98,510	1310	1108	8653	1480
10, 20, 30, 40	76,080	1415	0895	7103	1561

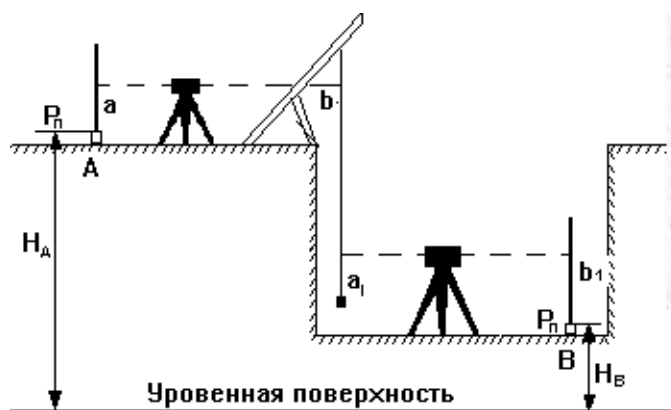


Рис. 4.7 Определение отметки дна глубокого котлована

Определение элементов круговой кривой

Задача 10. Вычислить пикетажные значения главных точек кривой (начало кривой НК, конца кривой КК и середины СК) по углу поворота трассы φ и радиусу кривой R . Привести рисунок.

Данные для решения задачи (табл. 4. 10):

Таблица 4.10

Номер варианта	Радиус круговой кривой R , м	Угол поворота трассы φ	Вершина угла (пикетажные значения угла поворота трассы)
1,11,21,31	100	35^0	ПК 4+20
2,12,22,32	200	43^0	ПК 6+15
3,13,23,33	150	50^0	ПК8+24
4,14,24,34	100	40^0	ПК10+18
5,15,25,35	300	45^0	ПК 12+25
6,16,26,36	250	55^0	ПК 13+42
7,17,27,37	150	35^0	ПК9+30
8,18,28,38	350	45^0	ПК 10+28
9,19,29,39	200	55^0	ПК 7+30
10,20,30,40	400	33^0	ПК 5+16

4.4 Расчетно-графическая работа «Геодетические разбивочные работы в строительстве»

4.4.1 Общие указания

Каждому студенту для выполнения расчетно-графической работы выдается индивидуальное задание в виде бланка (рис.4.8, прил.4), на котором дан план застройки участка с нанесенными контурами проектируемых зданий и сооружений, углами поворота и пересечения трасс, центрами колодцев,

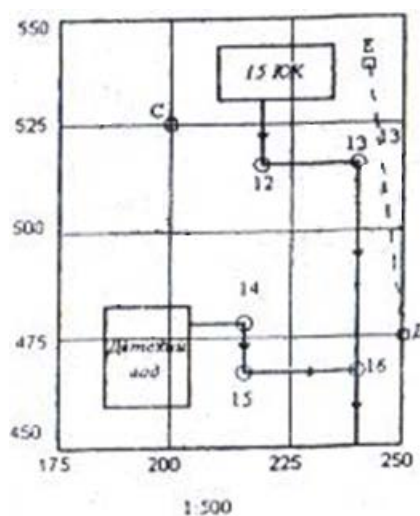


Рис.4.8 Вариант задания

пунктами плановой геодезической основы. Здесь же на плане, дана сетка прямоугольных координат и каталог координат пунктов опорной сети.

Задание: подготовить числовые данные, по которым можно вынести сооружение на местность (номера выносимых точек задаются преподавателем), подобрать необходимые для этого приборы и составить разбивочный чертеж или схему.

Порядок выполнения работы:

По исходным данным вычислить координаты заданных точек;

1. Выбрать для каждой из выносимых точек два способа разбивки и опорные пункты, с которых данные точки целесообразно вынести выбранным способом;
2. Определить по СНиП 3.01.03-84 необходимую точность выноса сооружения и геодезические приборы, обеспечивающие эту точность;
3. Вычислить разбивочные элементы (дирекционные углы, разбивочные углы и расстояния) для принятых способов разбивки;
4. Вычислить точность разбивки точек принятыми способами;
5. Сравнить полученные точности выноса для каждой точки, и выявить способ, дающий минимальную погрешность выноса;

6. Составить разбивочный чертеж (схему) выноса сооружения. Работа выполняется на стандартных листах бумаги формата А4 чернилами или пастой черного или синего цвета. Разбивочная схема или чертеж вычерчивается в произвольном масштабе карандашом или чернилами. Титульный лист оформляется на ватмане.

ПОДГОТОВКА РАСЧЕТНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗБИВКИ

4.4.2 Определение координат точек выносимого сооружения

Координаты выносимой точки сооружения, необходимые для вычисления разбивочных элементов, можно определить графическим, аналитическим или графоаналитическим способом.

Выбор способа зависит от характера застройки, протяженности трассы, заданной точности и наличия точек геодезической сети или вспомогательно-го геодезического обоснования

При наличии большого количества четких контуров вблизи опорных пунктов удобен графический способ. В этом случае в качестве данных для перенесения сооружения в натуру используют углы и расстояния, полученные непосредственно с топографического плана, используемого для проектирования.

Точность выноса в этом случае зависит от масштаба плана, точности нанесения проектируемых сооружений на план, определение с плана неизвестных элементов, деформация плана.

Аналитический способ используется в тех случаях, когда на участке сохранилось мало геодезических пунктов и проектные точки удалены от них на большие расстояния. При выполнении задания рекомендуется использовать графоаналитический способ. Он заключается в следующем: из каталога выписывают координаты геодезических пунктов, с которых предполагается производить вынос в натуру. По плану графически определяют координаты проектной точки, переносимой на местность. Если выносимая точка находит-

ся внутри квадрата (рис. 4.9), то с целью ослабления влияния деформации бумаги из этой точки опускают перпендикуляры на стороны сетки и измеряют отрезки a_x , b_x , a_y , и b_y .

Координаты определяют по формулам:

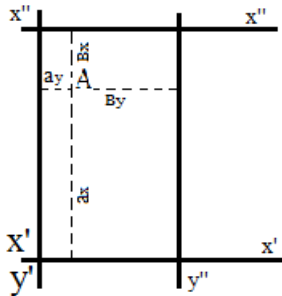


Рис. 4.9 Определение координат

Например, координаты колодца №13 (см. рис. 4.8) будут равны:

$$X = 500 +$$

Для выноса точки этим способом необходимо построить угол, образованный направлениями на один из исходных пунктов и выносимую точку, и по полученному направлению отложить расстояние (рис. 4.10).

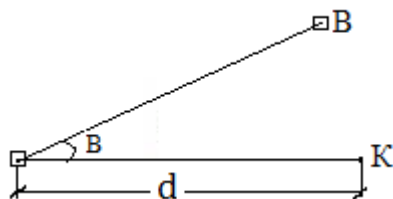


Рис. 4.10 Способ полярных координат

Для отложения расстояний могут использоваться мерные ленты, металлические рулетки, оптические дальномеры.

Предельные значения расстояний при этом:

- стальная 20-метровая лента.....80 м;
- стальная 50-метровая рулетка.....100 м;
- дальномеры ДН-8, ДНР-5.....80 м;
- нитяной дальномер с рейкой РН-3.....20 м.

Средняя квадратическая погрешность определения точки **К** на местности (4.3):

$$m = \sqrt{m_{\kappa}^2 + \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \cdot d^2 + m_d^2 + m_{\phi}^2} \quad (4.3)$$

где m_{κ} - средняя квадратическая погрешность положения определяемой точки, обусловленная погрешностями исходных данных; m_{β} – средняя квадратическая погрешность построения горизонтального угла β ; ρ – число секунд в одном радиане, $\rho=20626''$; m_d – средняя квадратическая погрешность отложения расстояния; m_{ϕ} – средняя квадратическая погрешность фиксирования определяемой точки.

Погрешность m_{κ} вычисляется по формулам, но в данном задании рекомендуется принять $m_{\kappa}=0$.

Величины средних квадратических погрешностей разбивочных работ выбираются из СНиП 3.01.03-84 «Геодетические работы в строительстве» в зависимости от характера зданий, сооружений и строительных конструкций (прил.1). Из табл. прил.2 и прил.3 выбирают геодезические приборы, позволяющие обеспечить заданную точность выноса.

Погрешность m_{ϕ} при фиксировании точки кольями, с вбитыми в них гвоздями, может быть принята равной ± 2 мм.

Способ прямых угловых засечек обычно используется при наличии на местности препятствий, которые осложняют или исключают возможность непосредственных измерений линий, или когда опорные пункты расположены на значительном расстоянии от выносимой точки.

Для выноса точки этим способом необходимо построить два угла от двух опорных пунктов до выносимой точки (рис. 4.11). Устанавливая теодолит последовательно или два теодолита одновременно над опорными пунктами A и B и откладывая углы β_1 и β_2 , задают направления. Каждое из этих направлений около их возможного пересечения обозначают двумя точками ($A_1 A_2$ и $B_1 B_2$) на торцах колышка. Натянув между каждой парой точек тонкие нити, получают пересечение двух направлений в искомой точке K .

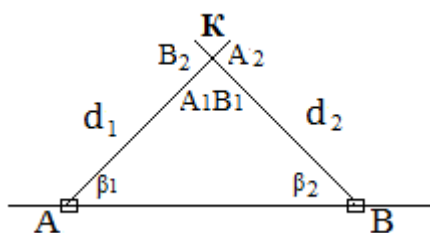


Рис. 4.11 Способ угловых засечек

Средняя квадратическая погрешность выноса точки K определяется по формуле (4.4):

$$m_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$m_s = \frac{m_\beta}{\rho \cdot \sin \gamma} \sqrt{d_1^2 + d_2^2} \quad (4.5)$$

где γ – угол при вершине засечки, должен быть более 70° и менее 150° .

Для контроля правильности построения точки **К** выполняют угловую засечку с третьего опорного пункта.

Способ линейных засечек наиболее распространен при выносе точек близко расположенных к пунктам геодезической сети. Расстояние при засечках не должно быть больше длины мерного прибора.

Угол при вершине засечки должен быть не менее 30° и не более 150° .

При этом способе положение точки получают в пересечение дуг, очерченных на местности и исходных пунктов радиусами S_1 и S_2 (рис. 4.12).

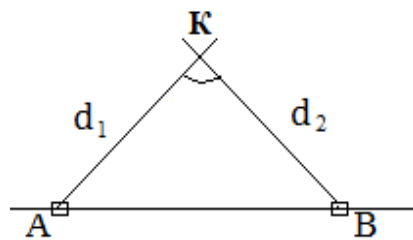


Рис. 4.12 Способ линейных засечек

Средняя квадратическая погрешность выноса точки **К** определяется по формуле (4.6):

$$m = \sqrt{m_\beta^2 + \frac{m_{d_1}^2 + m_{d_2}^2}{\sin^2 \gamma} + 2 m_\phi^2} \quad (4.6)$$

где m_{d_1} и m_{d_2} – средние квадратические погрешности отложения расстояний d_1 и d_2 .

При применении этого способа рекомендуется проконтролировать положение точки третьей засечкой.

Способ створных засечек целесообразно применять при наличии вдоль линии между опорными пунктами большого числа точек с известными координатами. При этом способе точку, лежащую в створе, закрепленном двумя

исходными пунктами, получают отложением расстояния от одного из пунктов до выносимой точки (рис. 4.13).

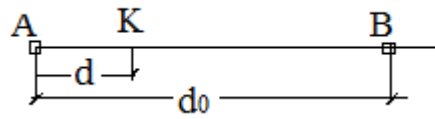


Рис. 4.13 Способ створных засечек

Средняя квадратическая погрешность положения точки **К** определяется формулы (4.7):

$$m = \sqrt{m_{\text{ств.}}^2 + m_d^2 + m_{\phi}^2} \quad (4.7)$$

где $m_{\text{ств.}}$ – средняя квадратическая погрешность построения створа (4.8):

$$m_{\text{ств.}} = \sqrt{m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{р}}^2 + m_{\text{в}}^2 + m_{\text{фок.}}^2} \quad (4.8)$$

Величины средних квадратических погрешностей положения определяемой точки, из-за погрешностей центрирования прибора $m_{\text{ц}}$, редукции визирной цели $m_{\text{р}}$, визирования $m_{\text{в}}$ вычисляются по следующим формулам (4.9; 4.10; 4.11):

$$m_{\text{ц}} = \frac{l}{\sqrt{2}} \frac{d_0 - d}{d_0} \quad (4.9)$$

$$m_{\text{р}} = \frac{l_1}{\sqrt{2}} \frac{d}{d_0} \quad (4.10)$$

$$m_{\text{в}} = \frac{20'' \cdot \sqrt{2}}{\rho''} \frac{d}{r^x} \quad (4.11)$$

где l – погрешность центрирования прибора; l_1 – погрешность редукции визирной цели; d_0 – расстояние между опорными пунктами; d – расстояние от прибора до выносимой точки; r^x – увеличение зрительной трубы теодолита.

В работе погрешность центрирования теодолитов l с нитяным отвесом можно принять:

- а) в обычных условиях – 10 мм;
- б) при тщательной установке прибора – 4 мм;
- в) при оптическом центрире – 0,5 мм.

Погрешность редукции визирной цели l_1 , зависит от ее ширины и может быть принята:

- для деревянной вехи – 10 мм;
- металлического прута – 4 мм;
- визирной марки – 3,5 мм.

Увеличение зрительных труб теодолитов Т5 и его модификаций -25 крат; ТЗО-20 крат.

В современных теодолитах ошибка фокусирования примерно равна ошибке визирования. Поэтому для ориентировочных расчетов можно принять $m_v = m_{\text{фок}}$.

Способ перпендикуляров рационален в случае расположения вдоль трассы опорной геодезической сети специально проложенного теодолитного хода или створной линии между зданиями. При этом величина створа по продолжению здания не должна быть более половины длины здания, но в любом случае не должна превышать 60 м.

Длины перпендикуляров не должны превышать 4 м. В противном случае положение выносимой точки должно контролироваться засечкой.

При выносе точки способом перпендикуляров необходимо вдоль прямой, соединяющей два исходных пункта, отложить отрезок d_1 , и в конце его восстановить перпендикуляр d_2 , конец которого определит положение выносимой точки (рис. 4.14).

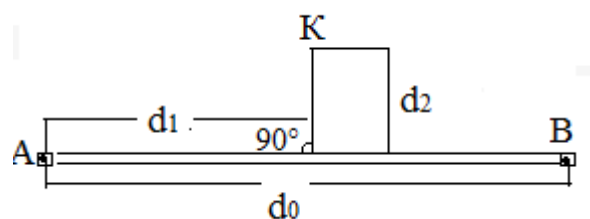


Рис. 4.14 Способ перпендикуляров

Средняя квадратическая погрешность в положении точки K вычисляется по формуле (4.12):

$$m_{\text{ств.}} = \sqrt{m_n^2 + m_{\text{ц}}^2 + m_p^2 + m_v^2 + m_{\text{фок}}^2 + m_{d1}^2 + \frac{m\beta^2}{\rho^2} d_2^2 + m_{d2}^2 + 2m_{\phi}^2} \quad 4.12$$

При выполнении расчетно-графической работы студенту предлагается для каждой точки выбрать два из пяти перечисленных способов, руководствуясь изложенными требованиями к каждому из них, и наметить опорные пункты, с которых целесообразно осуществить вынос.

В рассматриваемом примере для выноса колодца №13 выбран полярный способ (пункты разбивки С и Д) и способ перпендикуляров (пункты Д и Е).

4.4.4 Вычисление разбивочных элементов

Для выноса заданного колодца полярным способом необходимо определить расстояние (d) от ближайшего пункта (С) до выносимого колодца №13 и угол β (см. рис. 4.8).

Разбивочные элементы вычисляют на основании координат решением обратной геодезической задачи.

Расстояние от исходного пункта до выносимой точки вычисляют по формуле (2.13):

$$d = \sqrt{(X_k - X_u)^2 + (Y_k - Y_u)^2} \quad 4.13$$

где X_k и Y_k – координаты выносимой точки; X_u и Y_u – координаты исходной точки.

Пример:

$$d_{\text{С-13}} = \sqrt{(X_{13} - X_{\text{С}})^2 + (Y_{13} - Y_{\text{С}})^2} = \sqrt{(515,06 - 525,00)^2 + (240,73 - 200,00)^2} = 41,92 \text{ м}$$

Угол β можно получить как разность двух дирекционных углов линий СД и С-13:

Дирекционные углы определяются из решения обратной геодезической задачи (4.14):

$$\operatorname{tg} r_{CД} = \frac{(y_{д} - y_c)}{(x_{д} - x_c)} = \frac{250,00 - 200,00}{475,00 - 525,00} = \frac{+50,00}{-50,00} = 1,00$$

$$\operatorname{tg} r_{C13} = \frac{(y_{13} - y_c)}{(x_{13} - x_c)} = \frac{240,73 - 200,00}{515,06 - 525,00} = \frac{+40,73}{-9,94} = 4,097855;$$

$$r_{C13} = 76^{\circ}17,1' \text{ (II четверть) ;}$$

$$X_{13}' = 500 + \frac{31,5}{31,5 + 18,7} (525 - 500) = 515,69 \text{ м ;}$$

$$Y_{13}' = 225 + \frac{36,5}{36,5 + 13,5} (250 - 225) = 243,25 \text{ м .}$$

Например:

$$d_{E-13} = \sqrt{(x_{13'} - x_E)^2 + (y_{13'} - y_E)^2} = \sqrt{(515,69 - 537,52)^2 + (243,25 - 340,05)^2} = 22,06 \text{ м}$$

$$d_{13'-13} = \sqrt{(x_{13'} - x_{13})^2 + (y_{13'} - y_{13})^2} = \sqrt{(515,69 - 515,06)^2 + (243,25 - 240,73)^2} = 2,60 \text{ м}$$

4.4.5 Выбор способа разбивки

Окончательный выбор способа разбивки колодца или точки сооружения зависит не только от условий, перечисленных в подразд. 4.4.3, но и от точности разбивки. Подготовив расчетные данные для разбивок, вычисляют средние квадратические погрешности разбивки принятыми способами, сравнивают их между собой и применяют к разбивке способ, дающий меньшую погрешность.

Вычисление точности разбивки рассмотрим на приведенном примере подразд. 4.4.5 .

Для способа полярных координат принимаем $m_u=0$ мм, $m_\beta=30''$ (теодолита ТЗО), $m_\phi=2$ мм (фиксирование с помощью кола с гвоздем).

В качестве прибора для выноса расстояния применим стальную 20-метровую ленту. Относительная погрешность выноса расстояния инженерных сетей будет равна 1/2000 (4.15), следовательно:

$$m = \sqrt{0^2 + \frac{30''^2}{206265''^2} \cdot 41920^2 + 20,93^2 + 2^2} = \sqrt{480,495} = 22 \text{ мм}$$

Для расчета погрешности выноса необходимо определить расстояние между исходными пунктами Е и Д:

$$d_0 = \sqrt{(x_E - x_D)^2 + (y_E - y_D)^2} = \sqrt{(475,00 - 537,52)^2 + (250,00 - 240,05)^2} = 63,31 \text{ мм}$$

В данном случае $m_u = 0$;

$$m_{ц} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{d_0 - d}{d_0} = \frac{4}{\sqrt{2}} \frac{63310 - 22060}{63310} = 1,9 \text{ мм}$$

l примем равным 4 мм (центрирование нитяным отвесом при тщательной установке прибора);

$$m_p = \frac{1}{\sqrt{2}} l \frac{d}{d_0} = \frac{4}{\sqrt{2}} \frac{22060}{63310} = 1,0 \text{ мм}$$

l_1 примем равным 4 мм (металлический прут);

$$m_{в} = \frac{20'' \sqrt{2}}{\rho''} \frac{d_1}{r^x} = \frac{20'' \sqrt{2}}{206265} \frac{22060}{20'} = 0,1 \text{ мм}$$

$$m_{\text{фок.}} = m_{в} = 0,1 \text{ мм.}$$

$$\frac{m_{d1}}{22060} = \frac{1}{2000}; \quad m_{d1} = 11,0 \text{ мм}$$

$$\frac{m_{d2}}{2600} = \frac{1}{2000}; \quad m_{d2} = 1,3 \text{ мм}$$

$$m = \sqrt{0^2 + 1,9^2 + 1,0^2 + 0,1^2 + 0,1^2 + 11,0^2 + \frac{30''^2}{206265''^2} \cdot 2600^2 + 1,3^2 + 2 \cdot 2^2};$$

$$m = \sqrt{135,46} = 12 \text{ мм}$$

4.4.6 Составление разбивочной схемы

Для выноса колодцев подземной коммуникации составляется разбивочная схема, на которой показывают, с каких пунктов и каким способом выносятся данная точка, и выписываются расстояния, разбивочные и дирекционные углы.

Для контроля разбивки измеряют расстояние между вынесенными колодцами и сравнивают его с указанным на разбивочной схеме (рассчитывают решением обратной геодезической задачи). Пример разбивочной схемы показан на рис. 4.15.

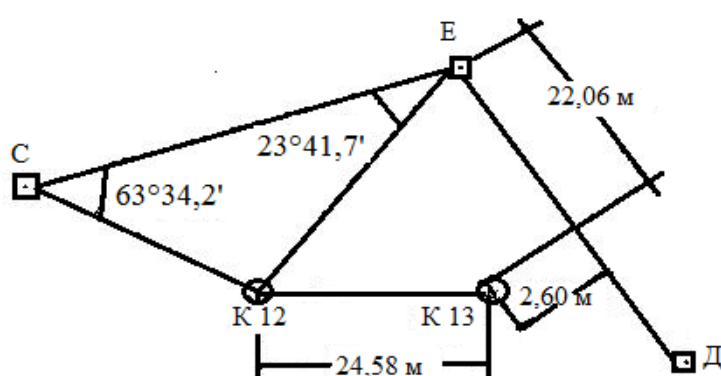


Рис. 4.15 Пример разбивочной схемы: $\alpha_{C-12} = 139^\circ 08,5'$; $\alpha_{C-E} = 75^\circ 24,3'$; $\alpha_{E-C} = 225^\circ 24,3'$; $\alpha_{E-12} = 201^\circ 42,6'$.

4.4.7 Составление разбивочного чертежа

Для выноса осей сооружения составляют разбивочный чертеж (рис. 4.16), на котором показывают опорные пункты, с которых выносят точки сооружения, выписывают расстояния, разбивочные углы. Кроме того, на схеме показывают дирекционные углы и координаты выносимых точек. Для контроля выноса определяют диагонали выносимого сооружения и его размеры (из решения обратной геодезической задачи).

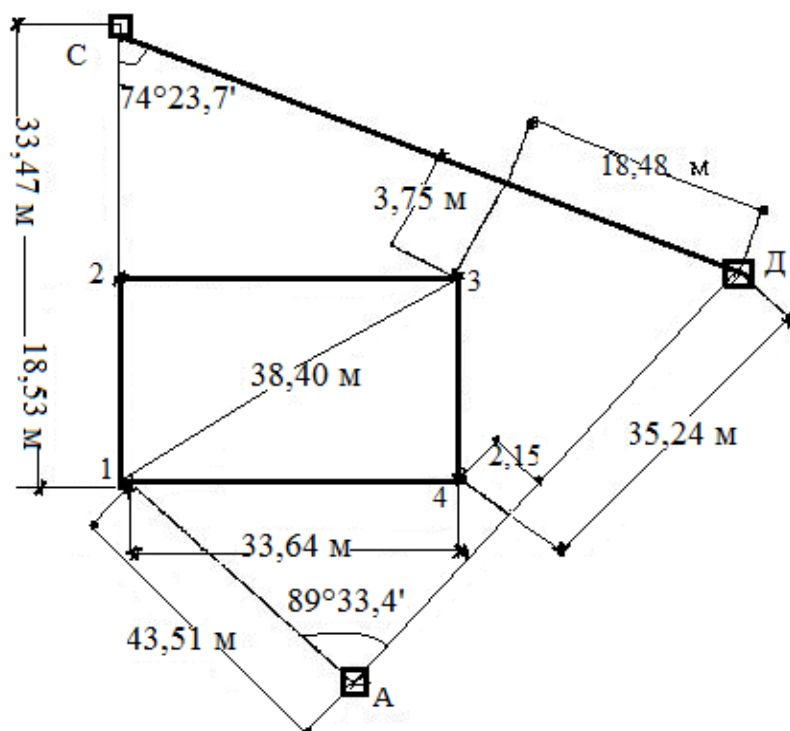


Рис. 4.16 Пример разбивочного чертежа: $\alpha_{C-D} = 111^\circ 23,5'$;

$\alpha_{C-2} = 185^\circ 47,2'$; $\alpha_{A-D} = 40^\circ 02,3'$; $\alpha_{A-1} = 310^\circ 28,9'$.

Приложение 1

Выписка из СнИП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве»

Характеристика зданий, сооружений, строительных конструкций	Величины средних квадратических погрешностей построения внешней и внутренней разбивочных сетей здания(сооружения) и других разбивочных работ				
	Линейные измерения	Угловые измерения mβ	Определение превышения станции, мм mh	Определение отметки на монтажном горизонте относительно исходного, мм	Передача точек осей по вертикали, мм
1	2	3	4	5	6
Металлические конструкции с фрезерованными контактными поверхностями; сборные ж/б конструкции, монтируемые методом самофиксации в углах: сооружения высотой св.100, до 120 м или с пролетами св. 30, до 36 м		5	1	Числовые значения погрешностей следует назначать в зависимости от высоты монтажного горизонта (согласно обязательным прил. 4 и 5)	
Здания св. 15 эт., сооружения высотой св. 60 до 100 м или с пролетами св.18, до 30 м.		10	2		
Здания св.5 до 15 эт., сооружения высотой св.15 до 60 м или с пролетами св.6 до 18 м.		20	2,5		
Здания до 5 эт., сооружения высотой до 15 м или с пролетами до 6 м.		30	3		
Конструкции из дерева; инженерные сети, дороги, подъездные пути.		30	5		
Земляные сооружения, в т.ч. вертикальная планировка		45	10		

Примечание: 1. Величины средних квадратических погрешностей (гр. 2-4) назначаются в зависимости от наличия одной из характеристик, указанных в гр.1: при наличии двух и более характеристик величины средних квадратических погрешностей назначаются по той характеристике, которой соответствует более высокая точность.

2. Точность геодезических построений для строительства уникальных и сложных объектов и монтажа технологического оборудования следует определять расчетами на основе специальных технических условий и с учетом особых требований к допускам, предусматриваемых проектом.

Приложение 2

Условия обеспечения точности угловых измерений

Процессы. условия измерений, тип приборов	Средние квадратические погрешности результатов угловых измерений					
	3	5	10	20	30	45
Центрирование теодолита и визирных целей	оптическим центриром				оптическим центриром. нитяным отвесом	
Фиксация центров знаков	чертилкой		керном	карандашом, шпилькой		шпилькой
Типы теодолитов по ГОСТ 10529-79 или им равноточные	T2 и модификации	T5 и модификации			T30 и модификации	
Количество приемов	3		2		1	

Приложение 3

Условия обеспечения точности линейных измерений

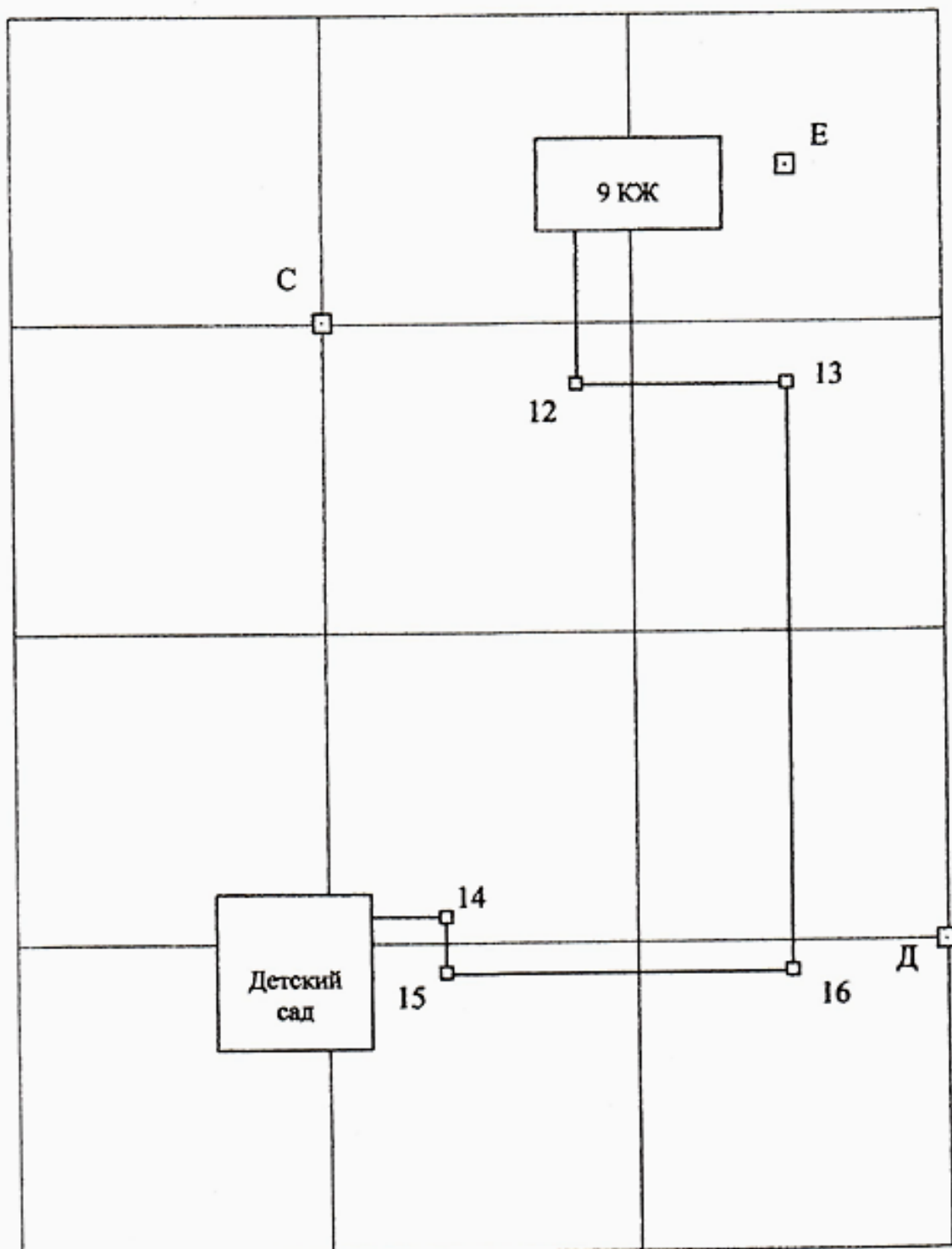
Процессы. условия измерений. тип приборов	Относительные средние квадратические погрешности линейных измерений				
Средняя квадратическая погрешность компарирования, мм	-	А. Стальные рулетки		1,5	3
		0,2 0,5			
Уложение в створ	-	С помощью теодолита		глазомерно	
Натяжение измерительной прибора Н кгс	-	динамометром. 100(10)		вручную	
Учет разности температур компарирования и измерения с погрешностью °С	-	термометром			
		1,5	3	5	10
Количество отсчетов	-	3 пары отсчетов и 2 сдвига	2 пары отсчетов и 1 сдвиг	1 пара отсчетов	
Фиксация центров	-	чертилкой	керном	карандашом	шпилькой
Определение превышения юнцов измеряемой линии	-	нивелированием		глазомерно	
Типы рулеток по ГОСТ 7502-80 или им равноточные	-	ОПК2-20 АНТ/1. ОПК2-30 АНТ/1. ОПК2-50 АНТ/1		ОПК3-20 АНТЛО. ОПОЮ-30 АНТ/10. ОПК3-50 АНТ/10	

Продолжение прил.3

Процессы, условия измерений, тип приборов	Относительные средние квадратические погрешности линейных измерений				
Б. Светодальномеры или оптические дальномеры					
Центрирование приборов	оптическим центриром		оптическим центриром или нитяным отвесом		
Фиксация центров знаков	чертилкой	керном	карандашом	шпилькой	
Учет температуры	термометром		-		
Учет атмосферного давления	барометром		-		
Типы приборов по ГОСТ 19223-82	СП 3, СТ 3Н		Д-2.ДНР-5 и модификации		
Диапазон измерений, м	2 - 3000		40-400.20-120		

Каталог координат
пунктов опорной сети

Пункт	Координаты, М	
	X	Y
С		
Д		
Е		



1 : 500

Приложение 5

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ
Каталог координат пунктов опорной сети

вариант	Пункт	Координаты		вариант	Пункт	Координаты	
		Х	У			Х	У
1	С	1275	570	11	С	200	125
	Д	1225	620		Д	150	175
	Е	1287,6	607,5		Е	212,6	162,5
2	С	1570	770	12	С	945	340
	Д	1520	820		Д	895	390
	Е	1582,6	807,5		Е	957,6	377,5
3	С	1465	745	13	С	1175	450
	Д	1415	795		Д	1125	500
	Е	1477,6	782,5		Е	1187,6	487,5
4	С	1445	700	14	С	1225	545
	Д	1395	750		Д	1175	595
	Е	1457,6	737,5		Е	1237,6	582,5
5	С	1455	720	15	С	1060	375
	Д	1405	770		Д	1010	425
	Е	1467,6	757,6		Е	1072,6	412,5
6	С	1325	625	16	С	1170	400
	Д	1275	675		Д	1120	450
	Е	1337,6	662,5		Е	1182,6	437,5
7	С	1335	655	17	С	1905	810
	Д	1285	705		Д	1855	860
	Е	1347,6	692,5		Е	1917,6	847,5
8	С	1375	660	18	С	1910	815
	Д	1325	710		Д	1860	865
	Е	1387,6	697,5		Е	1922,6	852,5
9	С	1385	670	19	С	1915	835
	Д	1335	720		Д	1865	885
	Е	1397,6	707,6		Е	1927,6	872,5
10	С	1425	685	20	С	1675	785
	Д	1375	735		Д	1625	835
	Е	1437,6	722,5		Е	1687,6	822,5

№ вари- анта	Пункт	Координаты		№ вари- анта	Пункт	Координаты	
		Х	У			Х	У
21	С	1895	795	31	С	450	475
	Д	1845	845		Д	400	525
	Е	1907,6	832,50		Е	462,5	512,4
22	С	475	450	32	С	200	175
	Д	425	500		Д	150	225
	Е	487,5	487,4		Е	212,5	212,4
23	С	375	350	33	С	100	45
	Д	325	400		Д	40	95
	Е	387,5	387,4		Е	112,6	82,5
24	С	515	175	34	С	410	170
	Д	465	225		Д	360	220
	Е	527,6	212,5		Е	422,6	207,5
25	С	520	235	35	С	625	295
	Д	470	285		Д	575	345
	Е	532,6	272,5		Е	637,6	332,5
26	С	730	315	36	С	835	325
	Д	680	365		Д	785	375
	Е	742,6	352,5		Е	847,6	362,5
27	С	1325	625	37	С	1335	655
	Д	1275	675		Д	1285	705
	Е	1337,6	662,5		Е	1347,6	692,5
28	С	945	340	38	С	1905	810
	Д	895	390		Д	1855	860
	Е	957,6	377,5		Е	1917,5	847,5
29	С	1675	785	39	С	1375	660
	Д	1625	835		Д	1325	710
	Е	1687,6	822,5		Е	1387,6	697,5
30	С	1925	860	40	С	1425	685
	Д	1875	910		Д	1375	735
	Е	1937,6	897,5		Е	1437,6	722,5

Продолжение прил.5

№ вари- анта	пункт	Координаты		№ вари- анта	Пункт	Координаты	
		Х	У			Х	У
41	С	1455	720	51	С	1895	795
	Д	1405	770		Д	1845	845
	Е	1467,6	757,6		Е	1907,6	832,5
42	С	1570	770	52	С	1465	745
	Д	1520	820		Д	1415	795
	Е	1582,6	807,5		Е	1477,6	782,5
43	С	1910	815	53	С	1915	835
	Д	1860	865		Д	1865	885
	Е	1922,6	852,5		Е	1927,6	872,5
44	С	1275	570	54	С	835	325
	Д	1225	620		Д	785	375
	Е	1287,6	607,5		Е	847,6	362,5
45	С	625	295	55	С	520	235
	Д	575	345		Д	470	285
	Е	637,6	332,5		Е	532,6	272,5
46	С	515	175	56	С	410	170
	Д	465	225		Д	360	220
	Е	527,6	212,5		Е	422,6	207,5
47	С	305	165	57	С	200	125
	Д	255	215		Д	150	175
	Е	317,6	202,5		Е	212,6	162,5
48	С	100	45	58	С	1225	545
	Д	40	95		Д	1175	595
	Е	112,6	82,5		Е	1237,6	582,5
49	С	1060	375	59	С	1925	860
	Д	1010	425		Д	1875	910
	Е	1072,6	412,5		Е	1937,6	897,5
50	С	1915	835	60	С	1910	815
	Д	1865	885		Д	1860	865
	Е	1927,6	872,5		Е	1922,6	852,5

4.5 Список литературы

1. Андреева Ф.В., Борисенков Б.Г. Геодезическое обеспечение жилищно-гражданского и промышленного строительства. – М.: Недра, 1988;
2. Ганьшин В.Н. Геодезические работы в строительстве. – М.: Стройиздат, 1984 г
3. Кисилев М.И. Основы геодезии [текст]/ М.И.Кисилев, Д.Ш.Михелев: Учебник для ВУЗов. –М.: Высшая школа, 2001. -368 с.: ил.
- 4 . Кисилев М.И., Михелев Д.Ш.; Основы геодезии; Высшая школа; 2001 г.; 368 с.
5. Ключин Е.Б. Инженерная геодезия [текст]/ Е.Б. Ключин, М.И.Кисилев, Д.Ш.Михелев: Учебник для ВУЗов. –М.: Высшая школа, 2001. – 464 с.: ил.
6. Лукьянов В.Ф. Лабораторный практикум по инженерной геодезии (текст] / В.Ф. Лукьянов, В.В. Новак.–М.:Высшая школа, 1990.-333 с.
7. Практикум по инженерной геодезии под ред. Михелева Д.Ш., м; высшая школа – 2000г.-320с.
8. Сироткин М.П., Справочник по геодезии для строителей М; Недра 1981г.- 352с.
9. Фельдман В.Д.. Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии М; Высшая школа 2001г.- 316с.
10. Хаметов Т.И.,Золотцева Л.И., Громада Э.К. Задачи и упражнения по инженерной геодезии. М.,Изд-во Ассоциации строительных вузов; 2001 г.; 142 с.

ГЛАВА 5. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ»

5.1 Общие указания о порядке выполнения контрольной работы

При изучении дисциплины “Геодезические работы при землеустройстве” предусматривается выполнение студентом заочной формы обучения контрольной работы “Составление технического проекта внутрихозяйственного землеустройства”.

Для выполнения контрольной работы студенту выдается задание по варианту. **Номер варианта выбирается, согласно порядкового номера студента в списке группы.**

В соответствии с вариантом, на основе плана землепользования масштаба 1:10 000, геодезических данных по границам землепользования, ведомостей вычисления площадей и в соответствии с эскизным проектом составляют технический проект внутрихозяйственного землеустройства ТОО "МИР" и подготавливают необходимые геодезические данные для перенесения проекта в натуру.

Графической основой служит план землепользования в масштабе 1: 10 000, который составляется самим студентом. На листе чертежной бумаги с помощью линейки Дробышева (или способом диагоналей) построить сетку квадратов (20 квадратов), со сторонами 10 см. Точность построения сетки проверить измерителем по диагонали и сторонам квадратов (допустимое расхождение 0,2 мм).

Нанести:

- координатную сетку - синей тушью (толщина линии 0,1 мм) и подписать,
- границы землепользования - черной тушью (толщиной 0,2 мм); - межевые знаки - кружками (диаметр не более 1,2 мм),
- условные знаки сельскохозяйственных угодий (разреженно в 2 раза).

Около середины каждой линии границы с внешней стороны указать

румб и меру линии (в виде дроби). Нанести по координатам точки окружной границы землепользования (рис.5.2).

Для получения индивидуальных данных в исходную координатную ведомость (табл.5.1) необходимо записать координаты точки 1 из табл. 5.2 для своего варианта. Остальные точки перенести графически, по данным рис.5.2. Решая обратную геодезическую задачу, заполнить таблицу ведомости координат (табл. 5.1).

- Составить каталог координат всех точек (табл.5.3).
- Пользуясь абрисами теодолитной съемки (рис.5.3), нанести контуры ситуации и горизонтали в соответствии с рисунком 5.2.

По эскизному проекту предусмотрено запроектировать:

- на пахотных землях северной части землепользования — четыре поля полевого севооборота, скотопрогон, полевую дорогу и спрямить ломаную границу выгоном и пашней;

- на пахотных землях южной части землепользования — пятипольный овощной севооборот, сад, три поля полевого севооборота и полевые дороги. Все полевые дороги имеют проектную ширину 5 м.

При техническом проектировании следует уточнить положение границ и площадей проектируемых участков, определить необходимые геодезические данные для правильного расположения проектируемых участков в натуре.

Обратная геодезическая задача - это вычисление дирекционного угла α и

длины S линии, соединяющей два пункта с известными координатами X_1, Y_1 и X_2, Y_2

(рис.5.1). Построим на отрезке 1-2 как на гипотенузе прямоугольный треугольник с катетами, параллельными осям координат. В этом треугольнике гипотенуза равна S , катеты равны

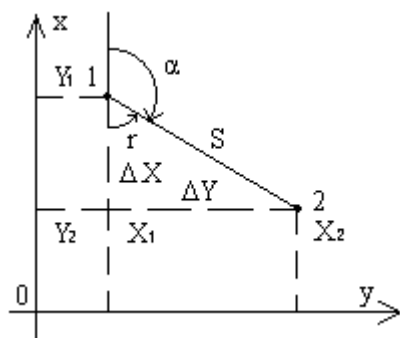


Рис.5.1

приращениям координат точек 1 и 2 ($\Delta X = X_2 - X_1$, $\Delta Y = Y_2 - Y_1$), а один из острых углов равен румбу r линии 1-2.

Если $\Delta X \neq 00$ и $\Delta Y \neq 00$, то решаем треугольник по известным формулам:

$$S = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2}; \quad 5.1$$

$$\text{tgr} = \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right| \quad \text{и} \quad r = \text{arctg} \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right|. \quad 5.2$$

Для данного рис.5.1, направление линии 1 - 2 находится во 2 четверти, поэтому находим:

$$\alpha = 180^\circ - r.$$

Общий порядок нахождения дирекционного угла линии 1-2 включает две операции:

- определение номера четверти по знакам приращений координат ΔX и ΔY
- вычисление α по формулам связи в соответствии с номером четверти.

Контролем правильности вычислений является выполнение равенства:

$$\frac{\Delta X}{\cos \alpha} = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha} = S. \quad 5.3$$

Рис. 5.2. Схема землепользования

Абрисы теодолитной съёмки

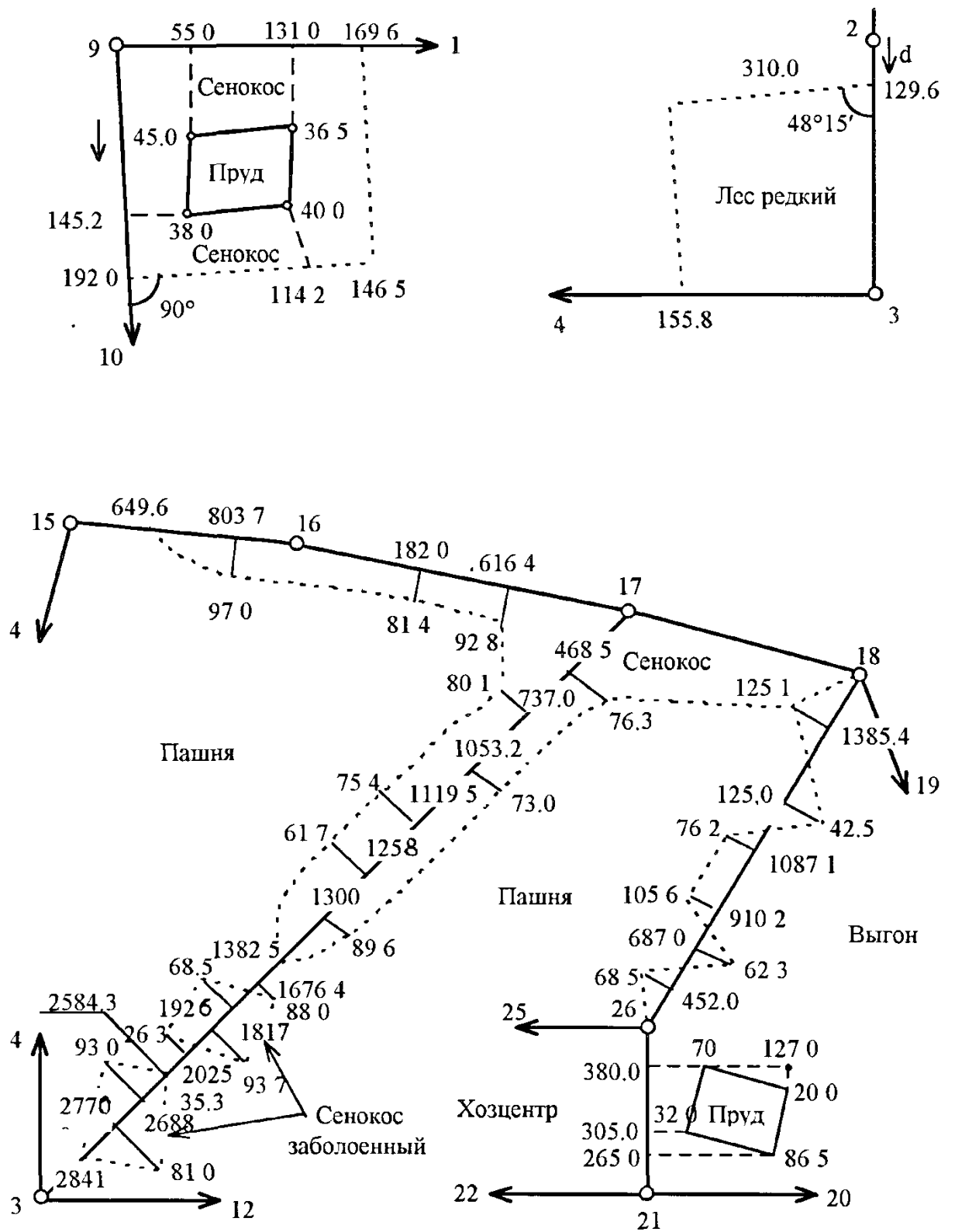


Рис. 5.3 Абрисы теодолитной съёмки

Таблица 5.1

Ведомость вычислений координат вершин теодолитного хода (пример)

№ точки	Углы, β	Дирекционные углы, α	Румбы линий, r		Приращения ко- ординат, м		Координаты вершин хода, м	
					$\pm\Delta x$	$\pm\Delta y$	x	y
1	3	4	5	6	9	10	11	12
I	92°18'		ЮВ; 20°05'				<u>650,00</u>	<u>706,00</u>
II	139°25'	159°55'	20°05'	143,1	-134,44	49,16	515,56	755,16
III	87°18'	200°30'	20°30'	184,90	-173,24	-64,73	342,32	690,43
IV	132°32'	293°12'	СЗ; 66°48'	203,44	80,08	-186,96	422,40	503,47
V	88°27'	340°40'	СЗ; 19°20'	155,04	146,26	-51,31	568,66	452,16
I		72°13'	СВ; 72°13'	266,55	81,34	253,84	<u>650,00</u>	<u>706,00</u>
	$\Sigma\beta=$ 540°00'			P=953,03	$\Sigma\Delta x=0$	$\Sigma\Delta y=0$		

В соответствии с требуемой точностью проектируемых площадей и характером границ участков запроектировать:

- поля овощного севооборота - аналитическим способом;
- поля полевого севооборота в южной части землепользования — графическим способом.

Таблица 5.2

Варианты координат точки 1

Вариант	Координаты		Вариант	Координаты	
	X	Y		X	Y
1	6400,00	3500,00	16	6350,00	3540,00
2	6390,00	3505,00	17	6348,00	3541,00
3	6385,00	3510,00	18	6346,00	3542,00
4	6387,00	3520,00	19	6344,00	3544,00
5	6380,00	3515,00	20	6343,00	3546,00
6	6375,00	3525,00	21	6342,00	3547,00
7	6370,00	3529,00	22	6341,00	3549,00
8	6371,00	3507,00	23	6340,00	3550,00
9	6366,00	3524,00	24	6339,00	3552,00
10	6363,00	3330,00	25	6338,00	3553,00
11	6360,00	3330,00	26	6336,00	3554,00
12	6358,00	3512,00	27	6334,00	3555,00
13	6356,00	3533,00	28	6333,00	3557,00
14	6353,00	3531,00	29	6331,00	3559,00
15	6351,00	3538,00	30	6330,00	3560,00

Таблица 5.3

Каталог координат

Пункт	Координаты	
	X	Y
1		
2		
3		

5.2 Способы определения площадей

5.2.1 Определение площадей участков аналитическим способом
Координаты точек полигона (пример)

Таблица 5.4

Таблица приращений

РАБОЧИЕ ФОРМУЛЫ (1 – 5)

(i + 1) – последующая точка; (i - 1) - предыдущая точка

$$1. 2P = \sum X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1})$$

$$2P = 4104 (5408 - 6370) + 4632 (6614 - 4800) + 4178 (6370 - 5408) + 3198 (4800 - 6614) = -3948048 + 8402448 + 4019236 - 5801172 = 2672464$$

$$P = 1336232 \text{ м}^2$$

$$2. 2P = \sum Y_i (X_{i-1} - X_{i+1})$$

$$2P = 4800 (3198 - 4632) + 5408 (4104 - 4178) + 6614 (4632 - 3198) + 6370 (4178 - 4104) = -6883200 - 400192 + 9484476 + 471380 = 2672464$$

$$P = 1336232 \text{ м}^2$$

$$3. 2P = \sum \Delta Y_i \cdot X_{i-1} + \sum \Delta y_i \cdot X_{i+1}$$

$$2P = -82 \cdot 2520 + 466 \cdot 3470 + 1570 \cdot 4104 + 178 \cdot 3198 - 1062 \cdot 2422 - 1070 \cdot 2114 - 82 \cdot 3470 + 466 \cdot 4104 + 1570 \cdot 3198 + 178 \cdot 2422 - 1062 \cdot 2114 - 1070 \cdot 2520 = 5727192 \text{ м}^2$$

$$P = 2863596 \text{ м}^2$$

$$4. 2P = \sum \Delta Y_i \cdot X_{i-1} +$$

$$5. 2P = \sum X_i \cdot Y_{i+1} - \sum X_{i+1} \cdot Y_i$$

$$2P = (2520 \cdot 4334 + 3470 \cdot 4800 + 4104 \cdot 5408 + 4632 \cdot 6614 + 4178 \cdot 6370 + 3198 \cdot 6548 + 2422 \cdot 5486 + 2114 \cdot 4416) - (3470 \cdot 4416 + 4104 \cdot 4334 + 4632 \cdot 4800 + 4178 \cdot 5408 + 3198 \cdot 6614 + 2422 \cdot 6370 + 2114 \cdot 6548 + 2520 \cdot 5486) = 8399656 \text{ м}^2$$

$$P = 4199828 \text{ м}^2$$

Таблица 5.5

Координаты точек				
Номера точек	Приращения координат, м		Координаты, м	
	ΔX	ΔY	X	Y
южная часть землепользования				
С 1 - 7				
приусадебные земли				
С 8 - 11				
северная часть землепользования				
С 12 - 20				
производственный центр				
С 22 - 21				

По координатам вершин (табл. 5.3, 5.4, 5.5) вычислить площади:

- южной части землепользования, приусадебных земель;
- северной части землепользования; производственного центра

Южную часть землепользования - рассчитать по формуле 1,2;

- северную часть землепользования – рассчитать по формуле 3, 4;
- приусадебные земли и производственный центр – (по выбору);
- северную часть землепользования и производственный центр – рассчитать по формуле 5;

- южную часть землепользования, приусадебные земли – по формуле 5.

В соответствии с рисунком 5.4, по результатам измерений в натуре (рис.5.3), вычислить площадь сенокоса с прудом и площадь проектируемой дороги в овощном севообороте.

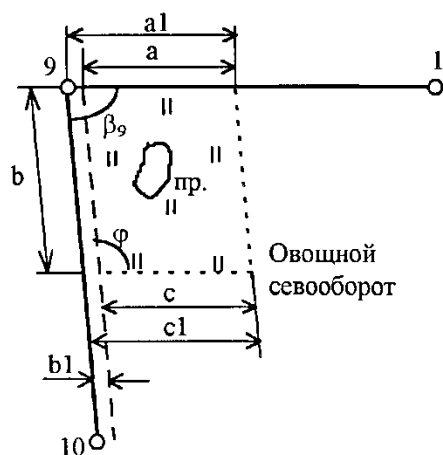


Рис. 5.4 Овощной севооборот

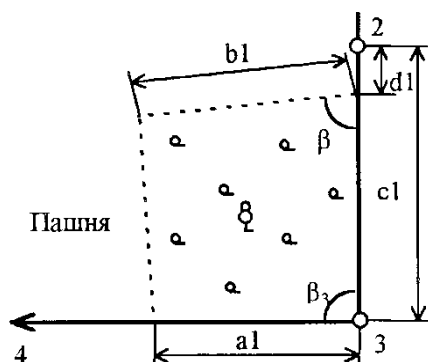
- Площадь сенокоса с прудом вычислить по формуле:

$$2P = a b \sin \beta_9 + b c \sin \varphi + a c \sin(\beta_9 + \varphi - 180^\circ)$$

- Площадь проектируемой дороги вычислить по формуле:

$$P_{\text{дор}} = S_{9-10} b_1$$

В соответствии с рисунком 5.5, по результатам измерений в натуре (рис.5.3), вычислить площадь леса:



Исходные данные:

$$a_1 =$$

$$c_1 =$$

$$b_1 =$$

$$d_1 =$$

$$\beta =$$

$$\beta_3 = \alpha_{3-2} - \alpha_{3-4} =$$

Рис. 5.5 Участок леса

- Площадь леса вычислить по формуле:

$$2P_{лес} = a_1(c_1 - d_1)\sin\beta_3 + b_1(c_1 - d_1)\sin\beta + a_1 b_1 \sin(\beta + \beta_3 - 180^\circ). \quad 5.4$$

5.2.2 Определение площади участков графическим способом

Графический способ определения площадей состоит в том, что участки, изображённые на плане, разбивают на треугольники, в которых высоты по величине близки к основаниям. Зная высоту и основание, вычисляют площадь.

Для контроля и повышения точности вычислений площадь каждого треугольника определяют дважды: по двум различным основаниям и высотам.

Пример. Вычислить площадь треугольника графическим способом.

- измерить по карте с помощью линейного масштаба основание и высоту треугольника;
- вычислить площадь треугольника:

$$P = \frac{1}{2} 1850 \text{ м} \times 950 \text{ м} = 878\,750 \text{ м}^2 = 88 \text{ га} = 0,88 \text{ км}^2$$

Для определения площадей небольших криволинейных участков применяют палетки.

- **Квадратная палетка** - это сетка квадратов со сторонами 1-2 мм. Площадь участка определяется подсчётом квадратов палетки, наложенной на фигуру. Рекомендуется при определении площадей участков не более 2 см^2 на плане.

Пример. По топографической карте масштаба 1:25 000 измерить с помощью сеточной палетки площадь любого криволинейного участка (по выбору студента).

Перед измерением площади с помощью палетки необходимо определить цену ее деления. Если, например сторона квадрата (деления) палетки составляет **2 мм**, что на карте масштаба **1:50 000** будет соответствовать **10 м** на местности, то площадь такого деления будет соответствовать $10 \text{ м} \times 10 \text{ м} = 100 \text{ м}^2$ на местности, т.е. цена деления палетки будет равна одной сотке (сотой части гектара). Если сторона квадрата палетки равна 5 мм, то для указанного масштаба (1:500 000) она будет соответствовать 25 м на местности; его площадь будет соответствовать $25 \text{ м} \times 25 \text{ м} = 625 \text{ м}^2$.

Порядок измерения площади

На измеряемый участок накладываем палетку, таким образом, чтобы было меньшее число неполных делений (граница контура участка проходит квадратику). Затем считаем число целых делений и сумму их частей, отсчитываемых на глаз (например, $0,3+0,2+0,5+\dots=15,2$ клетки). После подсчета всех клеток вычисляют их сумму (например, 35 (целых клеток) $+15,2$ (неполные клетки) $= 50,2$ клетки).

Затем палетку поворачиваем на некоторый угол и, снова наложив ее на участок, для контроля повторяем измерение. Среднее число из двух измерений умножаем на цену деления палетки и, таким образом, получаем площадь участка. Ход вычисления можно записать следующим образом. Например, масштаб карты 1: 50 000, сторона квадрата палетки – 5 мм.

Первое измерение:

Целых делений – 35; Сумма частей делений – 15,2; Всего – 50,2.

Второе измерение:

Целых делений – 37; Сумма частей делений – 13,8; Всего – 50,8.

Вычисляем среднее арифметическое: $50,2 + 50,8/2 = 50,5$

При именованном масштабе: в 1 см – 50 м, в 1 мм – 5 м, в 5 мм – 25 м.

Цена деления палетки $25 \text{ м} \times 25 \text{ м} = 625 \text{ м}^2$.

Площадь участка равна: $625 \text{ м}^2 \times 50,5 = 31562,5 \text{ м}^2 = 3,16 \text{ га}$.

- **Параллельная палетка** - это ряд параллельных линий, проведённых на расстоянии 2 мм. Палетку накладывают на участок так, чтобы крайние её точки были расположены между её линиями. Измерив, средние линии трапецией ab , cd , ef в масштабе плана и умножив их сумму на расстояние между линиями палетки, получают площадь участка. Рекомендуется при определении площадей до 10 см^2 на плане.

- Чтобы не выполнять вычислений строят специальную шкалу — масштабную палетку, по которой определяют площадь участка, зная сумму средних линий. Рассчитаем основание шкалы для масштаба 1:10000. При расстоянии между параллельными линиями 2 мм и при длине шкалы 1 см площадь будет равна 20

1. Спрямить ломаную часть восточной границы поля VI с расчётом сохранения площадей пашни и выгона. Для этого из точки Е в соответствии с рисунком 7 опустить перпендикуляр на линию PQ и площадь фигуры EFaE определить планиметром или графическим способом. Вычислить основание FQ равнобедренного треугольника EFQ и отложить его, чтобы получить положение точки Q на плане $FQ = 2P \text{ EFaE} / EF$. Длину EF измерить на плане.

2. Задачу спрямления ломаной границы можно решить путём графических построений, пользуясь свойством равнобедренных треугольников в соответствии с рисунком 5.8.

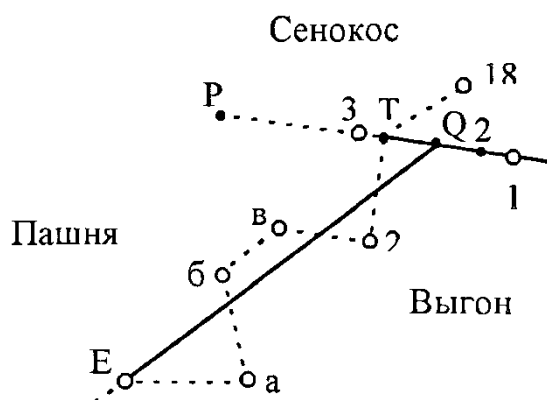


Рис 5.8

Для этого последовательно исключают повороты ломаной линии "а", "б", "в", "г" начиная с последнего поворота "г". Поворот "г" исключают тем, что проводят линию 21 || вт, и соединяют точки "в" и 1. Линия в1 исключила поворот "г". Для исключения поворота "в" проводят линию вг || б1 и соединяют точки "б" и 2. Линия б2 исключила поворот "в". Далее, для исключения поворота "б" проводят линию б3 || а2 и соединяют точки "а" и 3. Линия а3 исключила поворот "б". Наконец, для исключения поворота "а" проводят ли-

нию $aQ \parallel E3$ и соединяют точки E и Q . Линия EQ исключила поворот "а" и является проектной.

При практическом решении этой задачи с большим числом поворотов ломаной линии получается большое число линий, затрудняющих проектирование. Поэтому после каждого исключения поворота стирают построенные линии и оставляют лишь получаемые точки 1, 2, 3, Q.

5.4 Вопросы для самопроверки

1. Что является объектами проектирования при междоусобном и внутрихозяйственном землеустройстве?
2. Какие геодезические работы выполняются при землеустройстве?
3. В чём достоинства аналитического способа проектирования?
4. Как вычислить проектные длины при аналитическом способе проектирования?
5. В чём заключается контроль проектирования равновеликих полей овощного севооборота?
6. В чём заключается сущность графического способа проектирования?
7. Как определить невязки площадей опорных трапеций при графическом проектировании?
8. Как рассчитать необходимую высоту треугольника (трапеции) при исключении избыточной площади?
9. Сущность графоаналитического и графического спрямления ломаной границы с расчётом сохранения площадей?
10. Как получают проектные величины (углы, линии) для перенесения проекта в натуру при различных способах проектирования?
11. Какое отличие между эскизом и техническим проектированием?
12. Как учитывают влияние угла наклона местности при перенесении проекта в натуру?

Отчет о выполнении контрольной работы включает:

1. План землепользования (графическая часть, масштаб 1: 10 000);
2. Ведомость вычислений координат вершин теодолитного хода (табл.1);
3. Каталог координат (табл.3);
4. Координаты точек (табл.4);
5. Расчет площадей участков аналитическим способом (1.1; 1.2; 1.3; 1.4);
6. Определение площади участков графическим способом (2.3; 2.4);
7. Спрямление ломаной границы участка (чертеж сделать на отдельном листе);
8. Ответы на вопросы по самопроверке.

5.5 Список литературы

1. Маслов А.В., А.Г. Юнусов, Г.И. Горохов. Геодезические работы при землеустройстве. М. Недра - 1990 г.
2. Кисилев М.И., Михелев Д.Ш.; Основы геодезии; Высшая школа; 2001 г.; 368 с.
3. Ключин Е.Б., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д., Инженерная геодезия; Высшая школа, 2001 г. – 464 с.
4. Практикум по инженерной геодезии под ред. Михелева Д.Ш.; М; Высшая школа; 2000 г.; 320 с.
5. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Земельно-кадастровые геодезические работы - М.: КолосС - 2006.
6. Вервейко А.П. Землеустройство с основами геодезии, М., Недра, 1988.
7. Практикум по проектированию и организации землеустроительных работ. Учебное пособие. 1989.
8. Методические указания по выполнению лабораторных работ на тему «Вынос проекта в натуру и элементы теории погрешности»/ Е.Ф. Забелина, Л.С. Мазина – Благовещенск: ДальГАУ, 1998 – 29 с.

Горр Елена Ренатовна

ГЕОДЕЗИЯ

*Учебно - методическое пособие
для студентов заочной формы обучения по направлениям подготовки:
270800.62 «Строительство»,
профиль «Промышленное и гражданское строительство»;
120700.62 «Землеустройство и кадастры»,
профиль 120701 «Землеустройство»*

В редакции составителя

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.
Подписано к печати 02.04.2012 г. Формат 60×90/16.
Уч.-изд.л. – 6,1. Усл.-п.л. – 8,5.
Тираж 300 экз. Заказ 72.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86