**ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

1. Приборы и принадлежности выдаются лаборантом по студенческим билетам. Студенты несут полную ответственность за полученные приборы и принадлежности к ним.

2. При работе с прибором следует придерживаться следующих правил:

– перед установкой прибора необходимо закрепить винты на ножках штатива;

– недопустимо касаться пальцами оптики;

– перед началом работы подъемные и микрометренные винты должны быть выведены в среднее положение;

– прежде чем поворачивать инструмент или какую-либо его часть, необходимо проверить, ослаблен ли соответствующий закрепительный винт;

– при поворотах частей прибора и закреплении винтов нельзя прилагать лишних усилий;

3. Все записи должны вестись без черновика, сразу в тетрадь для практических работ, ясным и четким шрифтом. Применение резинки и исправление цифры по цифре категорически запрещено. Ошибочная запись зачеркивается одной линией, и над ней записывается правильный результат.

4. При работе следует соблюдать тишину, чистоту и порядок.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1**

**Масштабы и условные знаки топографических карт**

1. Изучение масштабов.

2. Изучение условных знаков.

*Необходимые инструменты и принадлежности:* измеритель, масштабная линейка, карандаш средней твердости, топографическая карта.

*Порядок выполнения работы*

*1. Изучение масштабов:*

а) определить, сколько м местности соответствует 1 см карты (плана) в масштабах:

1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:25000;

б) определить соответствующую точность этих масштабов;

в) определить расстояние на карте (*d*) между точками А и В с помощью численного масштаба карты:

– измерить отрезок АВ на карте, см;

– вычислить соответствующее расстояние на местности (*d*), м, по формуле:

 ; =;

г) отложить на плане отрезки в масштабе 1:1000, см, соответствующие расстояниям на местности 101,78 и 45,30:

– вычислить :

;

– отложить с помощью масштабной линейки :

д) подписать диаграмму поперечного масштаба в соответствии с численными масштабами планов (1:500, 1:1000, 1:2000), зная, что одно основание масштаба равно 2 см. Отложить на поперечном масштабе 1:1000 расстояния (96,80; 48,37; 20,15);

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

Рис. 1. Поперечный масштаб

е) определить расстояния АВ, АД, АС с помощью поперечного масштаба (масштаба 1:5000, 1:1000):

А В С Д

*2. Изучение условных знаков:*

а) указать предметы местности, сельскохозяйственные и лесные угодья, изображенные на топографической карте масштабными и внемасштабными условными знаками, и дать им краткую характеристику;

б) перечислить населенные пункты, изображенные на топографической карте;

в) охарактеризовать виды путей сообщения;

г) вычертить 20–30 условных знаков для наиболее характерных видов ситуации.

*Отчет по практической работе № 1* составляется в форме ответов на вопросы, поставленные в разделе «*порядок выполнения работы*».

**Контрольные вопросы**

1. Что такое масштаб карт?
2. Как определить точность масштаба карты?
3. Какие категории условных знаков существуют?
4. Как на карте один контур разделяется от другого?

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 2**

**Решение задач по топографической карте**

*Необходимые инструменты и принадлежности:* транспортир, измеритель, масштабная линейка, карандаш средней твердости, топографическая карта.

*Порядок выполнения работы*

1. *Определить номенклатуры листа карты:*

а) определить номенклатуру листов карты масштабов 1:2000, 1:5000, 1:10000, 1:25000;

б) определить номер колонны листа карты (N) и вычислить долготу осевого меридиана зоны:

N = …, λо = 6о ( N – 30 ) – 3о = …;

1. *Определить географические и прямоугольные координаты точки А:*

А = …, λА = …, xА = …, yА = …;

*3. Определить отметки точек по линии АВ и построить профиль местности для этой линии. Масштаб для горизонтальных расстояний принять равным масштабу карты, а вертикальный масштаб укрупнить в 10 раз.*

*4. Определить с помощью масштаба заложений наибольший и наименьший уклон по линии АВ.*

*5. Определить с помощью транспортира азимут и дирекционный угол линии АВ. По сближению меридианов и склонению магнитной стрелки вычислить магнитные азимут и дирекционный угол.*

Подробное изложение сути решения перечисленных задач изложено в учебном пособии «Топографические карты и планы» [3].

*Отчет по* этой *практической работе* составляется в форме ответов на поставленные вопросы в разделе *«порядок выполнения работы»* с приведением числовых данных по решенным задачам.

**Контрольные вопросы**

1. Что положено в основу номенклатуры листов карты?

1. Дайте определение широты и долготы точки.
2. Что такое отметка точки?
3. Что такое уклон линии?
4. Дайте определение азимуту и дирекционному углу линии.

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 3**

**Определение площадей планиметром**

*Необходимые инструменты и принадлежности:*

1. Полярный планиметр ПП-2к с лупой – 1 комплект

2. План участка – 1 экземпляр

                                                                                                              (вариант)

*Содержание работы*

Изучить устройство полярного планиметра, произвести его поверки и определить площади участка, изображенного на данном варианте.

*Порядок выполнения работы*

*1. Поверка планиметра.*

*Ι поверка*

*Формулировка.* Счетное колесо планиметра должно вращаться свободно.

*Порядок выполнения.* Счетное колесо приводят в движение пальцем руки. Колесо должно вращаться по инерции в течение 3–4 с, при этом зазор между колесами и верньером должен быть минимальным (должен проходить тонкий лист бумаги).

*Юстировка.* При наличии большого зазора или затрудненного вращения производят регулировку при помощи винтов, держащих подшипники оси. Предварительно необходимо отпустить винты.

*ΙΙ поверка*

*Формулировка.* Плоскость счетного колеса должна быть перпендикулярна оси обводного рычага.

*Примечание.* Под осью обводного рычага понимают линию, проходящую через центр шарнирного соединения рычагов и обводную точку на стекле.

*Порядок выполнения.* Один и тот же контур (квадрат, нанесенный на листе варианта) обводят при двух положениях полюса – «полюс слева» и «полюс справа». При этом делают отсчёты до и после обвода по каждому (основному и дополнительному) счетному механизму планиметра. Расхождение между разностями отсчётов по одноименному механизму до и после обвода не должно превышать 3 делений.

*Юстировка.* Исправление производят в несколько приемов, пользуясь исправительным винтом. Стопорный винт предварительно отпускают.

При работе с планиметром необходимо помнить следующее:

1. Исходное взаимное положение рычагов должно быть близким к 90о.
2. Производить совмещение нулей вначале обвода запрещается.

3. При обводе контуров, имеющих прямолинейные очертания, нельзя пользоваться линейкой.

4. Обводное стекло нужно вести плавно, без рывков, следуя всем изгибам контура.

*2. Определение цены деления планиметра.*

Для определения цены деления планиметра обводят фигуры с известной площадью при двух положениях полюса. Среднее из разностей отсчётов подставляют в формулу:

,

где  – цена деления планиметра;  – площадь контура на местности (с учетом масштаба плана).

Разрешается использовать результаты, полученные при второй поверке планиметра.

*3. Определение площади контуров участка.*

Каждый контур обводят при двух положениях полюса. Среднее из разностей отсчётов подставляют в формулу:

.

*Примечание.* При определении цены деления и площади вместо обводов при двух положениях полюса можно делать обводы по ходу и против хода часовой стрелки, если условие второй поверки выполняется в требуемых пределах.

**Контрольные вопросы**

1. Способы определения площадей, их точность и область применения.

2. Формулировки, порядок выполнения и юстировки поверок планиметра.

3. Можно ли работать планиметром, у которого не выполняется второе поверочное условие?

4. Что такое цена деления планиметра, от чего она зависит, как ее определить?

1. Геометрический смысл постоянных планиметра.

Данные, полученные в результате работы, заносятся в табл. 1 и 2.

*Отчет по практической работе № 3*

*Таблица 1*

**Определение цены деления планиметра (пример)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Положение полюса | Основные механизмы | | | Дополнительные механизмы | | |
| П1 | П2 | П2 – П1 | П1 | П2 | П2 – П1 |
| Слева  Справа | 4725  5964 | 5001  6243 | 276  279 | 8411  9877 | 8686  0154 | 275  277 |
|  |  | разность | 003 |  | разность | 002 |

 = 

*Таблица 2*

**Определение площадей контуров**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наз­­ва-  ние  контура | Поло­­­-  жение  полюса  (порядок) | Основной механизм | | | Дополнительный  механизм | | | Средние  разно-сти | Площадь,  м2 |
| П1 | П2 | П2 – П1 | П1 | П2 | П2 – П1 |
| Слева  Справа | | 4701  5707 | 5702  4702 | 1001  1005 | 8410  9414 | 9412  8410 | 1002  1004 | 1002  1004 |  |
|  |  | средняя | | 1003 | средняя | | 1003 | 1003 | 10862,49 |

Студент Преподаватель

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

**Изучение теодолита**

*Необходимые приборы и принадлежности:* теодолит технический точности 2Т30(4Т30П) на штативе – 1 комплект.

*Цель и задачи работы*

Изучить устройство теодолита, назначение и принцип действия его отдельных частей. Приобрести практические навыки считывания (взятия) отсчётов по горизонтальному кругу и установки зрительной трубы «по глазу» и «на предмет».

*Порядок выполнения работы*

*1. Изучение устройства теодолита.*

Задание 1. Необходимо выполнить общий осмотр прибора, ознакомиться с его устройством, выучить названия частей, закрепительных и наводящих винтов, а также освоить их работу (рис. 3).

*2. Считывание отсчётов по горизонтальному кругу.*

Отсчёты считывают с помощью шкалового микроскопа, в поле зрения которого градусные штрихи с лимбов горизонтального *(Г)* и вертикального *(В)* кругов проектируются на соответствующие неподвижные шкалы (рис. 2). Штрихи на лимбе расположены с интервалом в 1°– это цена деления лимба, пронумерованного по ходу часовой стрелки цифрами от 0 до 359о. Шкала имеет цену одного деления равной 5' (5 минут) и оцифровку левого индекса цифрой 0 (0 минут), а крайнего правого – цифрой 6 (60 минут). Отсчёт состоит из номера штриха лимба, спроектированного на шкалу, и числа минут, оцениваемых по шкале от нулевого индекса до данного штриха лимба с точностью до 1минуты: 113° 13'на рис. 2 или, например, I33°12'*.* Точность взятия отсчета при этом составляет величину t = 1'.

Задание 2. Для приобретения навыков считывания отсчётов по горизонтальному кругу (*ГК*) произвести не менее 3 раз оценку отсчётов в трех различных положениях алидады. Результаты записать в отчет, причем последний отсчет дополнительно изобразить графически по аналогии с рис. 2.

Для вертикального круга (В)

Для горизонтального круга (Г)

В

Г

0

6

113

*Отсчёт по горизонтальному кругу: *

Рис. 2. Вид части поля зрения отсчётного микроскопа

*2*

*3*

*4*

*5*

*6*

*7*

*8*

*9*

*10*

*11*

*12*

*13*

*14*

Рис. 3. Схематическое устройство теодолита 2Т30(4Т30П): *1* – отсчётный микроскоп; *2* – вертикальный круг; *3* – колонка; *4* – цилиндрический уровень; *5* – горизонтальный круг; *6* – подставка с тремя подъёмными винтами; *7* – дно футляра; *8* –зрительная труба; *9* – закрепительный винт зрительной трубы; *10* – кремальера; *11* – наводящий винт зрительной трубы; *12, 13* – наводящий и закрепительный винты алидады горизонтального круга; *14* – наводящий и закрепительный винты лимба горизонтального круга; *JJ –* вертикальная ось

#### *J*

#### *J*

*1*

*3. Изучение устройства зрительной трубы и наведение ее на предмет.*

Зрительная труба с внутренней фокусировкой (рис. 4) состоит из корпуса *1*, объектива *2*, окуляра *3,* сетки штрихов (нитей) *4,* окулярного кольца *5* и фокусирующей линзы *6*. Настраивают трубу «по глазу» вращением окулярного кольца, в результате получают четкое изображение штрихов сетки. Для теодолита существуют два рабочих положения – основное и дополнительное. При основном положении вертикальный круг располагают слева от зрительной трубы («круг лево»), а при дополнительном – справа («круг право»).

Наведение трубы на предмет выполняют при положении алидадной части теодолита «круг лево» (КЛ) с помощью закрепительных и наводящих винтов алидады и трубы сначала визированием глазом поверх трубы, а затем – глядя в окуляр и вращая кремальеру с целью получения чёткого изображения предмета. В качестве предмета выбирают наиболее удалённые от наблюдателя макеты геодезических пирамид или сигналов. Изображение верха пирамид и сигналов, называемого визирным цилиндром, располагают в центре сетки. Перед наведением трубы на предмет следует закрепить лимб горизонтального круга соответствующим закрепительным винтом.

При фокусировании трубы на предмет может существовать параллакс сетки – видимое в трубу смещение центра сетки относительно предмета при перемещении глаза относительно окуляра. Параллакс устраняют небольшим поворотом кремальеры.

*V*

*V*

*1*

*2*

*6*

*4*

*5*

*3*

*VV – визирная ось зрительной трубы*

Рис. 4. Схематический чертёж зрительной трубы теодолита 2Т3О: *1* –   
 зритель­­ная труба; *2* – объектив; *3 –* окуляр; *4* – сетка нитей в оправе;   
 *5* – окулярное кольцо; *6* –фокусирующая линза

Задание 3. Настроить трубу «по глазу» и затем навести ее на предмет. Результат наведения предъявить для проверки.

**Контрольные вопросы**

1. Чем отличаются закрепительные винты от наводящих?

2. Чему равна цена деления лимба ГК и шкалы микроскопа теодолита 2ТЗО?

3. Из чего состоит отсчет по ГК?

4. Как настраивают трубу «по глазу» и наводят на предмет?

5. Что называют параллаксом сетки и как его устраняют?

*Отчет по практической работе № 4*

*Изучение теодолита*

Теодолит марки 2Т30(4Т30П) № 5432

1. *Изучение устройства теодолита.*

1.1. Выполнить задание 1.

*Наименование частей:* *Наименование винтов:*

*2. Считывание отсчетов по горизонтальному кругу.*

2.1. Цена деления лимба равна .

2.1. Цена деления шкалы микроскопа равна .

2.3. Точность t взятия отсчета равна .

2.4. Выполнить задание 2 с зарисовкой 3-го отсчёта:

1. 17°13'; 2. 236°O2' ; 3. 214°45'.

Вид шкалы микроскопа к отсчёту № 3 (вычертить вид поля зрения шкалы микроскопа по аналогии с рис. 2):

*3. Изучение устройства зрительной трубы и наведение ее на предмет.*

3.1. Изучить устройство зрительной трубы.

3.2. Выполнить задание 3, предъявить результаты наведения и  
от­счёт к проверке.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5**

**Полевые поверки теодолита 2Т30 (4Т30П)**

*Необходимые приборы и принадлежности:* теодолит на штативе –   
1 комплект, юстировочная шпилька – 1 шт., отвертка – 1 шт.

*Цель и задачи работы*

К теодолиту предъявляется ряд геометрических условий, вытекающих из принципов измерения горизонтальных и вертикальных углов. Действия, направленные на выявление правильности взаимного положения осей и плоскостей прибора, называются поверками. Если условия не выполняются, то производят юстировку положения отдельных частей прибора. После юстировки необходимо снова произвести проверку с тем чтобы убедиться в окончательном выполнении условия.

Целью работы является проверка (поверка) соблюдения геометрических условий, предъявляемых к теодолиту.

*Порядок выполнения работы*

Поверку и юстировку теодолита 2Т30 производят в следующей последовательности.

*l поверка*

Ось цилиндрического уровня UU (рис. 5, а) на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения JJ прибора.

*2*

*а) б)*

*1*

*J* *V*

*T*

*T*

*90o*

*90o*

*T*

*T*

*90o*

V

*U*

*U*

*90o*

#### *J*

Рис. 5. Основные оси теодолита *а)* и сетка штрихов *б)* с закрепительными *1* и исправительными *2* винтами

*Порядок выполнения поверки*. Установить уровень вдоль двух подъемных винтов и, вращая их в разные стороны, привести пузырек в нуль-пункт (на середину ампулы). Повернуть теодолит на 180°. Если пузырек уровня сместился от нуль-пункта в сторону более чем на 1÷1,5 деления, то условие не выполняется.

*Юстировка.* На половину дуги отклонения привести пузырек к  
середине ампулы уровня исправительными винтами, на оставшуюся  
часть отклонения – теми же подъемными винтами. После юстировки необходимо снова произвести поверку.

*ll поверка*

Вертикальный штрих сетки (см. рис. 5, б) должен быть перпендикулярен оси вращения ТТ трубы.

*Порядок выполнения поверки.* Край горизонтального штриха сетки навести на какую-либо точку. Наводящим винтом алидады горизонтального круга повернуть трубу так, чтобы точка оказалась у другого края штриха. Если точка при «прокатывании» по штриху сходит со штриха – значит, условие не выполняется.

*Юстировка.* Отвинтить предохранительный колпачок сетки, ослабить четыре винта под отвертку. Рукой повернуть обойму сетки на половину величины отклонения горизонтального штриха от точки. Винты закрепить, поверку повторить.

*lll поверка*

Визирная ось VV зрительной грубы должна быть перпендикулярна оси вращения ТТ трубы.

*Порядок выполнения поверки.* При двух положениях прибора – «круг лево» (КЛ) и «круг право» (КП) – навести центр сетки штрихов на одну и ту же точку и считать отсчёты по горизонтальному кругу. По значениям отсчётов вычислить значение С коллимационной ошибки по формуле

С = [(КЛ ± 180 °) – КП] / 2,

где KЛ и КП – отсчёты по горизонтальному кругу при положении теодолита соответственно КЛ и КП.

Если коллимационная ошибка превышает двойную точность (± 1') взятия отсчёта по шкале микроскопа, то условие поверки не выполняется. Поверка производится двумя приемами на две различные точки, в итоге вычисляют среднюю коллимационную ошибку.

*Юстировка.* Во втором приеме вычисляют по среднему отсчету для КП такой отсчет, который свободен от влияния коллимационной ошибки. Этот отсчет устанавливают на горизонтальном круге. Вращая с помощью шпильки боковые исправительные винты сетки, совмещают центр сетки с точкой наблюдения. Вертикальные винты перед юстировкой слегка ослабляют.

*lV поверка*

Ось вращения зрительной трубы ТТ должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения JJ прибора.

*Порядок выполнения поверки.* При положении прибора КЛ наводят центр сетки на высоко расположенную точку, опускают трубу на горизонтально уложенную рейку (линейку), считывают на ней отсчет по вертикальному штриху сетки. Эту же операцию повторяют при втором положении прибора КП. Если отсчеты равные, значит, условие выполняется.

*Юстировка не производится.* Выполнение условия гарантируется заводом. В случае невыполнения условия прибор исправляется в мастерской. Результаты практической работы представляются в форме отчета.

**Контрольные вопросы**

1. Назовите основные оси теодолита.

2. Как различают закрепительные и исправительные винты для  
сетки?

3. Назовите формулировки поверок и порядок юстировки.

*Отчёт по практической работе № 5*

Поверка теодолита 2Т30 (4Т30П) № / 7895

Схема осей теодолита (вычертить рис. 5 и привести названия осей теодолита):

*l поверка* (записывается полная формулировка поверки без сокращений):

*Вывод:* (Поверка выполняется; или Поверка не выполняется, требуется юстировка).

*Юстировка* (описать порядок производства юстировки):

*ll поверка:*

*Вывод:*

*Юстировка:*

*lll поверка:*

Вычисление коллимационной ошибки по формуле

С1 = [(КЛ  18О0) – КП] / 2 = [(175°16' + 180°) – 355°22'] / 2 = (– 5') / 2 = –2'30'' -- превышает допуск ± l'.

*Таблица 3*

**Определение коллимационной ошибки**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № приема | № точки наблюдения | Положение круга | Отсчет по горизонтальному кругу | Коллимационная ошибка С |
| 1 | 3  3 | КЛ  КП | 175о16'  355o22' | C1 = – 2'30'' |
| 2 | 9  9 | КЛ  КП | 65o11'  245o17' | C2 = – 3'00'' |

Среднее: Сср = – 2'45'' ≈ – 3'

Коллимационная ошибка С2 вычисляется аналогично, в заключение подсчитывается средняя ошибка

Сср = ( C1 + C2) / 2,

значение которой сравнивается с допуском, равным 2t, где t = ± 30'' – точность считывания отсчета по микроскопу теодолита 2Т30.

На основании результатов вычисления среднего значения коллимационной ошибки формулируется заключение в виде одного из приведенных ниже выводов:

1. Поверка не выполняется, так как Сср превышает допуск ± 1'. Требуется юстировка.

1. Поверка выполняется ( при Сср не более ±1' ).

При необходимости выполняют юстировку в следующей последовательности:

а) вычисляют отсчет, свободный от влияния коллимационной ошибки, по формуле

КПСВ = ( КП + Сср ) = 245о17' – 3' = 245о14' ;

б) устанавливают отсчет КПСВ = 245о14' на горизонтальном круге при КП, после чего исправляют положение сетки.

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 6**

**Измерение горизонтального угла способом приемов**

*Необходимые приборы:* теодолит 2Т30 на штативе – 1 комплект.

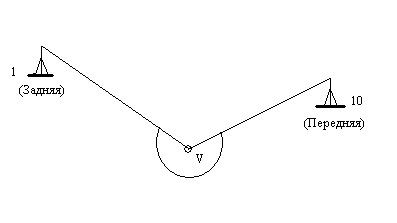
*Цель и задачи работы*

Произвести измерение одного «справа по ходу лежащего» горизонтального угла одним полным приемом.

*Порядок выполнения работы*

*1.Составление схемы измеряемого угла.*

Каждый студент (или бригада из 2 человек) получает задание на измерение угла в виде сочетания цифр, например 1-V-10, где средняя цифра обозначает номер станции, на которой установлен теодолит, крайние цифры – номера марок на стенах лаборатории. Младшую по номеру марку следует считать задней точкой, а старшую – передней. Схему вычерчивают в отчете с соблюдением подобия фактического и вычерченного углов (рис. 6).



βПР=?

Рис. 6. Схема горизонтального «справа по ходу лежащего» угла 1-V-10

*2. Установка теодолита в рабочее положение.*

Выполняют центрирование прибора с помощью отвеса с точностью  5 мм, затем нивелируют теодолит – приводя плоскость лимба в горизонтальное положение по уровню с помощью подъемных винтов. Отклонение пузырька не должно превышать 11,5 деления.

*3. Измерение угла.*

При положении КЛ теодолита наводят центр сетки трубы сначала на заднюю (1), а затем на переднюю (10) точки. При каждом наведении считывают отчеты по горизонтальному кругу при двух совмещениях центра сетки с предметом. Отсчеты записывают в журнал (табл. 3).

Величину «справа по ходу лежащего» угла вычисляют по формуле

 = ,

где  и  – соответственно средние отсчёты на заднюю (1) и переднюю (10) точки.

Второй полуприем выполняют при КП. Точки наблюдают в обратной последовательности – сначала 10, затем 1. Однако величину угла в полуприёме КП вычисляют по той же формуле. То есть точку 1 по-прежнему считают задней точкой независимо от последовательности визирования на точки наблюдения.

Если значения углов в полуприёмах КЛ и КП различаются между собой не более чем на величину двойной точности взятия отсчета (1'), то вычисляют среднее значение угла. В противном случае измерение угла повторяют.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какой угол называют «справа по ходу лежащим»?

2. В какой последовательности устанавливают теодолит в рабочее положение в вершине угла?

3. Какие действия составляют полуприём?

4. По каким формулам вычисляют значения измеренных углов в полуприёмах и в приеме?

*Отчет по практической работе № 6*

**Измерение горизонтального угла способом приёмов**

Теодолит марки 2Т30 № 25176

Схема угла 1-V-10 (вычертить схему измеряемого угла по аналогии с рис. 6):

*Таблица 4*

**ЖУРНАЛ**

**измерения горизонтальных углов способом приемов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № станции | № наблюдаемой точки и положение круга | Отсчет по горизонтальному кругу | Величина угла в полуприеме βКЛ (βКЛ) | Средняя  величина угла β |
| V | 1 КЛ  10 КЛ | 50017' (1)  248050' (2) | 161027' (3) | 211027' (7) |

*Окончание табл. 4*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № станции | № наблюдаемой точки и положение круга | Отсчет по горизонтальному кругу | Величина угла в полуприеме βКЛ (βКЛ) | Средняя  величина угла β |
| V | 10 КП  1 КП | 68051' (4)  230018' (5) | 161027' (6) |  |

*Примечание.* В круглых скобках указан порядок записей в журнале в приеме. При вычислении углов при необходимости прибавляют  к уменьшаемому отсчёту.

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 7**

**Измерение горизонтальных углов способом круговых приёмов**

*Необходимые приборы:* теодолит 2Т30 на штативе – 1 комплект.

*Цель и задачи работы*

Измерить одним полным приемом горизонтальные углы между заданными направлениями.

*Порядок выполнения работы*

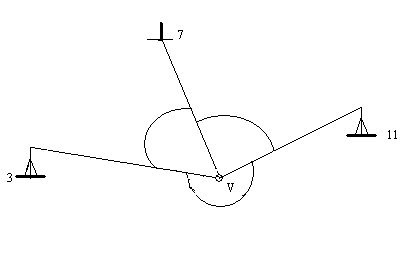
*1. Составление схемы измеряемых углов.*

Каждый студент (или бригада из 2 человек) получает задание на измерение углов между направлениями в виде сочетания цифр, например 3-V-7-11, где средняя цифра обозначает номер станции, а другие цифры – номера марок на стенах лаборатории. Направление на марку, обозначенную первой цифрой – 3, следует считать исходным направлением (рис. 7).

Схему вычерчивают в отчете с соблюдением подобия фактических и вычерченных направлений.

*2. Установка теодолита в рабочее положение.*

Выполняют центрирование прибора с помощью отвеса с точностью  5 мм, затем нивелируют теодолит – приводя плоскость лимба в горизонтальное положение по уровню с помощью подъемных винтов. Отклонение пузырька не должно превышать 11,5 деления



β1=?

β3=?

β2=?

*Исходное направление : 0004'*

Рис. 7. Схема направлений

.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Когда применяют способ круговых приемов измерения углов?

2. С какой целью применяют «замыкание» горизонта?

3. Как по направлениям, приведенным к нулю, можно найти отдельный угол?

*Отчет по практической работе № 7*

**Измерение горизонтальных углов способом круговых приемов**

Теодолит марки 2Т30 № 4695

Схема направлений 3-V-7-11 (вычертить схему направлений согласно рис. 7):

*Таблица 5*

**Журнал измерения горизонтальных углов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  точки стоя­­­­­­-  ния | № наблю­дае­­мой точки и положе­ние круга | Отсчет по горизонтальному кругу | | | 2С | Средний  отсчет КЛср | Направле­ние,  приведен­ное  к нулю |
| 1-е совме­щение | 2-е сов­ме­ще­ние | Средний  КЛ, КП |
| V | 3 КЛ (1)  КП (8) | 0004'  180003' | 03'  04' | 0003'30''  180003'30'' | 0' | 0003'30'' | 0000' |

*Окончание табл. 5*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  точки стоя­­­­­­-  ния | № наблю­дае­­мой точки и положе­ние круга | Отсчет по горизонтальному кругу | | | 2С | Средний  отсчет КЛср | Направле­ние,  приведен­ное  к нулю |
| 1-е совме­щение | 2-е сов­ме­ще­ние | Средний  КЛ, КП |
| V | 7 КЛ (2)  КП (7) | 72031'  252032' | 31'  33' | 72031'  252032'30'' | – 1'30'' | 72031'45'' | 72028'15'' |
| 11 КЛ (3)  КП (6) | 219026'  39028' | 27'  28' | 219026'30''  39028' | – 1'30'' | 219027'15'' | 219023'45'' |
| 3 КЛ (4)  КП (5) | 0003'  180004' | 03'  05' | 0003'  180004'30'' | – 1'30'' | 0003'45'' | 360000'15'' |

Замыкание горизонта: 





*Примечание.* В скобках указан порядок построчной записи отсчетов в таблицу. Горизонтальные углы  вычисляют по разности направлений.

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 8**

**Измерение места нуля и вертикальных углов**

*Необходимые приборы:* теодолит 2Т30 на штативе – 1 комплект.

*Цель и задачи работы*

Научиться определять «место нуля» – МО для вертикального круга теодолита и измерять вертикальные углы.

*Порядок выполнения работы*

*1.Общие положения.*

Место нуля – это отсчет на вертикальном круге, при котором визирная ось трубы горизонтальна, а пузырек уровня при алидаде находится на середине. МО может быть равно нулю или отличаться от него на минуты и даже десятки минут (рис. 8, а) и зависит от величины линейного смещения сетки вверх или вниз от геометрической оси зрительной трубы (рис. 8, б). Место нуля определяют дважды по двум различным точкам и учитывают при измерении вертикальных углов в качестве поправки к отсчётам, считанным по вертикальному кругу теодолита.

*2.Определение МО.*

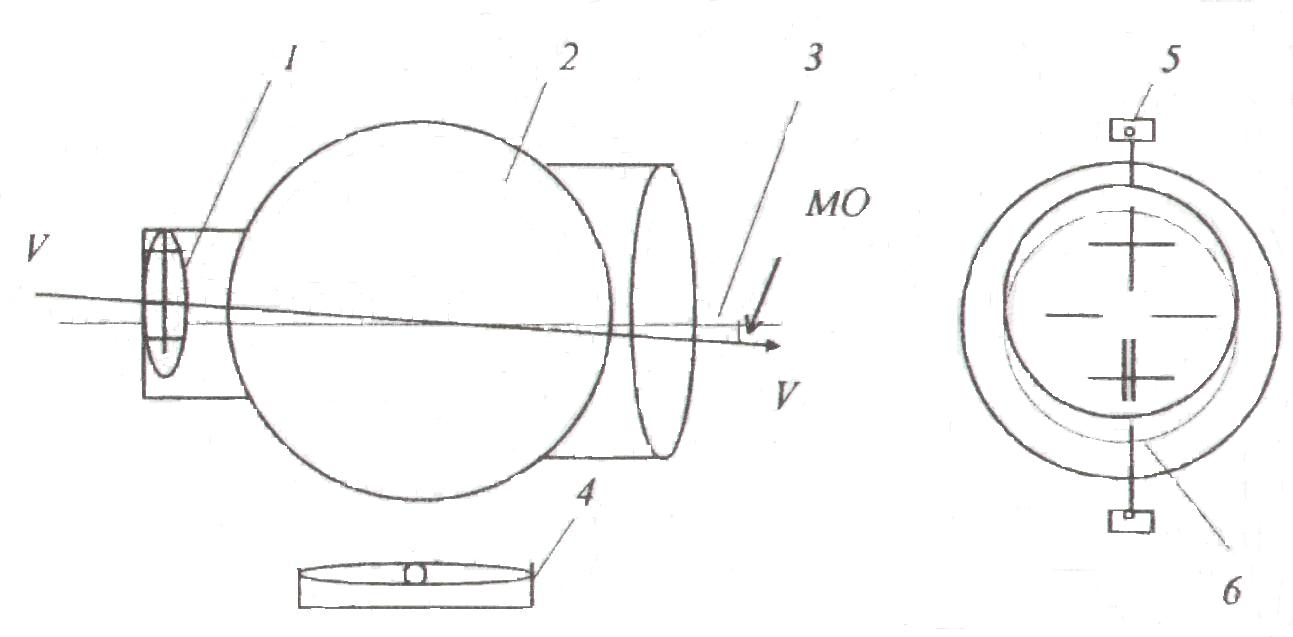
Производят нивелирование лимба ГК по цилиндрическому уровню, расположенному на алидаде теодолита. Выбирают высоко расположенную точку (марку на стене) и наводят на неё зрительную трубу при положении КЛ. Изображение точки помещают в центр сетки так, чтобы край точки контактировал с горизонтальным штрихом. Затем считывают отсчёт по вертикальному кругу при условии, что пузырек уровня находится строго на середине (табл. 6).

Действия повторяют при КП теодолита и в заключение вычисляют МО по формуле

МО = (КЛ + КП) / 2,

где КЛ и КП – отсчёты по вертикальному кругу на наблюдаемую точку.

Для контроля определение места нуля выполняют повторно на другую марку. Если оба МО различаются между собой не более чем на величину двойной точности взятия отсчёта (), то вычисляют среднее значение МО с округлением до минут.

*Положение: КЛ Отсчет на ВК: 0000' МО = – 0006'*

б)

а)

Рис. 8. Схемы *а)* к определению МО и *б)* завышенного положения сетки: *1* – сетка штрихов; *2 –* вертикальный круг; *3* – линия горизонта; *4 –* цилиндрический уровень на алидаде горизонтального круга; *5* – вертикальный исправительный винт сетки;

*6* – положение сетки при МО = ; *VV* – визирная ось зрительной трубы

*3. Приведение МО к нулю.*

При необходимости МО можно уменьшить и даже свести к нулю минут. Для этого выполняют следующие действия:

а) при КП вычисляют отсчёт КП, свободный от влияния МО, по формуле

КП = КП – МО,

например, для марки № 15 отсчёт без МО составит

КП = ;

б) наводящим винтом зрительной трубы устанавливают отсчёт КП на вертикальном круге (при этом пузырек уровня должен находиться на середине, а зрительная труба наведена в направлении марки № 15);

в) ослабляют боковые исправительные винты сетки и, вращая шпилькой вертикальные исправительные винты, совмещают изображение наблюдаемой точки с горизонтальным штрихом сетки в области её центра.

После выполнения юстировки производят контрольное определение МО в соответствии с п. 2.

*4. Измерение вертикальных углов.*

Угол наклона (вертикальный угол) визирного луча по отношению к плоскости горизонта измеряют при КЛ или КП посредством взятия отсчётов по вертикальному кругу. В конечном счёте угол наклона вычисляют по одной из формул:

КЛ – МО;

МО – КП;

(КЛ – КП) / 2,

где КЛ и КП – соответственно средние отсчёты, считанные по микроскопу с вертикального круга при положении КЛ и КП теодолита (см. табл. 6).

Формулы углов наклона применяются при измерении большого числа углов. При применении последней формулы вычисления  отпадает необходимость в предварительном вычислении МО для вертикального круга.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что такое «место нуля» вертикального круга?

2. От чего зависят величина и знак МО?

3. Назовите порядок определения МО.

4. Опишите порядок приведения МО к нулю.

5. Назовите формулы для определения МО и вертикальных углов визирного луча к линии горизонта.

*Отчёт по практической работе № 8*

**Измерение места нуля и вертикальных углов**

Теодолит марки 2Т30 № 75123

Станция IX. Точки 12,15.

*Таблица 6*

**Определение МО и углов наклона**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № точки наблюдения | Отсчёт по  вертикальному кругу  КЛ, КП | МО | Угол наклона |
| 12 КЛ  КП | (1)  (2) | (3) | (4)  (5)  (6) |
| 1. 15 КЛ   КП |  |  |  |

Среднее: МО

*Примечание.* В скобках указана последовательность измерений и записей в таблицу при наблюдении одной точки.

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 9**

**Измерение расстояний нитяным дальномером**

*Необходимые приборы:* теодолит 2Т30 на штативе – 1 комплект, рейка нивелирная – 1 шт.

*Цель и задачи работы*

Изучить устройство нитяного дальномера теодолита и научиться измерять с его помощью наклонные расстояния, а также вычислять горизонтальные проложения для наклонных расстояний.

*Порядок выполнения работы*

*1. Общие положения.*

Нитяной дальномер из двух горизонтальных штрихов, равноудаленных от центра сетки нитей. Эти штрихи называются дальномерными. При измерении расстояний нитяным дальномером используют нивелирную рейку шашечную с сантиметровыми делениями. Теодолит устанавливают в одном конце измеряемой линии, а рейку – вертикально в другом.

*2. Измерение наклонного расстояния.*

Каждый студент (или бригада из 2 человек) получает задание измерить соответственно одну или две линии. Линия задаётся цифрами XX – 5, где XX – номер станции или начало линии, а 5 – номер макета рейки на стене лаборатории (это конец линии).

На станции теодолит центрируют с точностью  5 мм, лимб горизонтального круга нивелируют с помощью цилиндрического уровня (рис. 9, а).

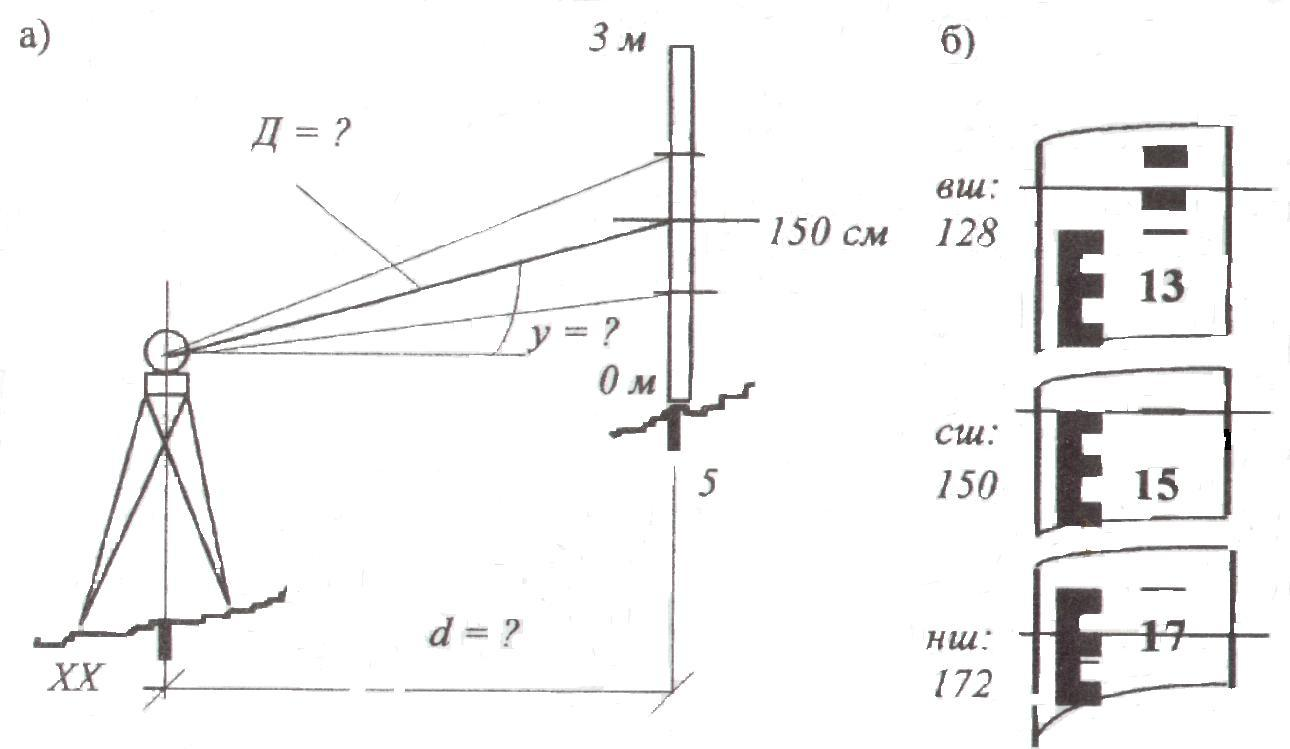


Рис. 9. Схемы: *а) –* измерение расстояния нитяным дальномером;   
 *б)* – взятие отсчётов по штрихам сетки

При КЛ наводят зрительную трубу на макет рейки, совмещают центр сетки с отчётом 150 см на рейке. Таким образом, отчет по среднему горизонтальному штриху *сш* = 150 см (рис. 9, б). Пузырёк цилиндрического уровня должен находиться на середине. Затем берут отсчёты по верхнему и нижнему дальномерным штрихам (соответственно на рис. 9, б, *вш* = 128 см, а *нш* = 172 см). Результаты записывают в табл. 7. Дополнительно по микроскопу считывают отсчёт на вертикальном круге – КЛ = 12015'.

Наклонное расстояние вычисляют по формуле

Д = С n = 100(*нш – вш*),

где С = 100 – коэффициент нитяного дальномера; n – разность отсчётов по дальномерным штрихам.

Искомое расстояние получают в сантиметрах, затем переводят в метры местности.

*3. Вычисление горизонтального проложения.*

Вычисляют угол наклона визирного луча по формуле

ν = КЛ – МО,

где МО – место нуля вертикального круга (принято равным ).   
В примере

ν .

Горизонтальное проложение вычисляют по формуле

d = Д cos.

Подставляя в предыдущую формулу известные величины, получим

d = 43,0 cos 41,1 м.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что называют нитяным дальномером?

2. Как установить теодолит в рабочее положение в начале линии?

3. Какие отсчёты считывают по рейке и теодолиту?

4. По каким формулам вычисляют наклонное расстояние, угол наклона и проложение?

*Отчёт по практической работе № 9*

**Измерение расстояний нитяным дальномером**

Теодолит марки 2Т30 № 53243

Станция XX. Линии: XX – 5, XX – 13. МО = .

Схемы измерения расстояния и считывания отсчётов по рейке (вычертить рис. 9 для первой линии):

*Таблица 7*

**Измерение расстояний нитяным дальномером**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  линии | Отсчёты по рейке, см | | | Разность,  (нш – вш) | Отсчет  КЛ | Д, м | d, м |
| *сш* | *вш* | *нш* |
| XX – 5  XX –13 | 150,0  – | 128,0  – | 172,0  – | 44,0  – | – | 44,0  – | 41,1  – |

*Примечания.* 1. Вычисления d и  по формулам привести в отчете.

2. Записи в таблицу делаются в строке последовательно.

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 10**

**Тахеометрическая съемка**

*Необходимые приборы:* теодолит 2Т30 на штативе – 1 комплект, рейка нивелирная с сантиметровыми делениями – 1 шт., таблицы тахеометрические – 1 шт. (или микрокалькулятор с функциями).

*Цель и задачи работы*

Приобрести практические навыки выполнения тахеометрической съемки реечных точек, обработки результатов измерений в табличной и графической форме.

*Порядок выполнения работы*

*1. Установка тахеометра на станции.*

1.1. Произвести центрирование теодолита на станции с помощью отвеса с точностью  5 мм.

1.2. Выполнить нивелирование лимба горизонтального круга с по­мо­щью цилиндрического уровня.

1.3. Определить высоту прибора. Высоту прибора J измеряют с помощью нивелирной рейки, см, от поверхности пола до оси вращения зрительной трубы, т. е. до метки на кремальере.

1.4. Определить место нуля МО для вертикального круга.

1.5. Сориентировать прибор. При положении КЛ теодолит ориентируется по заднему направлению. В результате отсчет на горизонтальном круге при визировании вдоль заданного направления должен составлять  при закрепленном лимбе.

Производят необходимые записи в журнале.

*2. Съемка реечных точек.*

При съемке реечных точек выполняют следующие действия.

2.1. Наводят зрительную трубу на рейку (макет рейки) так, чтобы вертикальный штрих совпадал с осью рейки, а средний горизонтальный – с отчетом на рейке, равном высоте прибора. Номер наблюдаемой точки, высоту прибора J и наведения V записывают в журнал тахеосъёмки. Вычерчивают абрис наблюдаемой точки (рис. 10).

2.2. Считывают отсчёты в сантиметрах по нижнему и верхнему дальномерным штрихам, вычисляют разность n отсчётов.

2.3. Считывают отсчеты по микроскопу на горизонтальном и вертикальном кругах, данные по-прежнему заносят в журнал в соответствующие колонки.

*3. Обработка измерений.*

3.1. По известному значению МО и отсчету с вертикального круга КЛ вычисляют угол наклона  визирного луча.

3.2. Вычисляют дальномерное расстояние по формуле

Д = С n,

где С = 100 – коэффициент нитяного дальномера.

*β15*

*19*

*растительность*

*15*

*Луговая*

*Пашня*

*VI*

*16*

*Линия*

*ориентирования ГК*

*V*

Рис. 10. Абрис тахеометрической съемки с V станции

3.3. По углу наклона  и расстоянию Д выбирают в тахеометрических таблицах или вычисляют по формулам соответственно горизонтальное проложение d и превышение h табличное:

d = Д сos,

h = 0,5 Д sin2.

3.4. Вычисляют разность между высотой прибора J и высотой наведения V.

3.5. Определяют окончательную величину превышения по формуле

h = h + (J – V).

3.6. По заданной отметке станции Н вычисляют отметку реечной точки по формуле

Н = Н + h.

3.7. Вычерчивают в масштабе 1:1000 план расположения реечных точек по аналогии с рис. 10.

В качестве отчёта представляется журнал тахеометрической съемки.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В какой последовательности устанавливают тахеометр на станции?

2. С какой целью измеряют высоту прибора?

3. Какие отсчеты считывают по рейке, а какие – по теодолиту?

4. В какой последовательности и по каким формулам выполняют обработку измерений?

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 11**

**Изучение и поверки нивелира Н–3**

*Необходимые инструменты и принадлежности****:***

Нивелир Н–3 со штативом – 1 комплект

Рейки нивелирные – 2 шт.

Шпилька для исправительных винтов – 1 шт.

*Содержание работы*

Изучение устройства нивелира, назначения и принципа действия его отдельных частей и винтов. Тренировка в отсчетах по рейке. К нивелиру предъявляется ряд геометрических условий, вытекающих из принципа нивелирования. Соблюдение этих условий устанавливается в процессе поверок и юстировок нивелира.

*Порядок выполнения работы*

*1. Общий осмотр инструмента, ознакомление с устройством, работой подъемных, закрепительных и микрометренных винтов (схема устройства нивелира Н–3 показана на рис. 11).*

*2. Упражнения во взятии отсчётов по рейке.*

*3. Выполнение поверок нивелира Н–3.*

*l поверка*

*Формулировка.* Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения инструмента

*Порядок выполнения.* Установив трубу по направлению двух каких-либо подъемных винтов, сначала этими винтами, а потом и третьим винтом приводят пузырек круглого уровня в нуль-пункт. Поворачивают инструмент на 180. Если пузырек уровня сошел с нуль-пункта, значит, условие не выполняется.

*Юстировка.* Ослабив центральный винт уровня, исправительными винтами перемещают пузырек уровня на половину отклонения. На остальную половину отклонения пузырек приводят подъемными винтами.

Рис. 11. Схематическое устройство нивелира Н-3:

8

*3*

*4*

*5*

*1*

*2*

3

4

*6*

*7*

*8*

*9*

*10*

*10*

*11*

*1* – объектив; *2* – окуляр; *3* – кремальера; *4* – корпус цилиндрического уровня; *5* – закрепительный винт зрительной трубы; *6* – микрометренный (наводящий) винт трубы; *7* – элевационный винт уровня; *8* – круглый уровень; *9* – трегер; *10* – подъёмные винты; *11* – пружинистая пластинка.

*ll поверка*

*Формулировка.* Одна из нитей сетки должна быть перпендикулярна оси вращения инструмента.

*Порядок выполнения поверки.* Наводят зрительную трубу на вертикально установленную рейку так, чтобы изображение рейки в трубе оказалось у правого края поля зрения. Берут отсчет по горизонтальной нити, микрометренным винтом перемещают трубу так, чтобы рейка оказалась у левого края поля зрения, и снова берут отсчет. Если отсчеты не равны – значит, условие не выполняется.

*Юстировка.* Студенты юстировку не производят. В ходе занятия преподаватель, сняв окуляр с нивелира, показывает исправительные винты сетки и объясняет порядок работы с ними.

*lll поверка*

*Формулировка.* Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси.

*Порядок выполнения поверки.* Поверка выполняется методом двойного нивелирования одной и той же линии. Установив нивелир над одной точкой, рейку – на другой точке, измеряют высоту инструмента  и берут отсчет по рейке  (при этом элевационным винтом совмещают контакты изображения концов пузырька уровня). Затем меняют местами нивелир и рейку и получают величины  и . Высоту инструмента при этом измеряют по приставленной к окуляру нивелира рейке, заметив на ней через объектив отсчет по острию карандаша в середине поля зрения окуляра. При этом должно соблюдаться условие . В противном случае вычисляется ошибка по формуле . Если ошибка *x* имеет положительный знак, то отсчеты  и  больше правильного, если *x* имеет отрицательный знак, то отсчеты меньше правильного на величину *x*. Исправленный отсчет (– *x*), действуя элевационным винтом, устанавливают на рейке, при этом пузырек уровня сойдет с нуль-пункта. Действуя вертикальными исправительными винтами уровня, приводят пузырек в нуль-пункт (совмещают контакты изображений концов пузырька уровня). После юстировки поверку повторяют.

*Второй способ выполнения поверки*

*Порядок выполнения поверки.* Поверка производится методом двойного нивелирования. Установив по концам лаборатории две рейки или использовав рейки, прикрепленные к стенам лаборатории, определяют превышение между ними с двух станций. Первую станцию выбирают ближе к одной рейке, а вторую – ближе к другой. Одновременно фиксируют расстояние с помощью нитяного дальномера. Если превышения (h), полученные с двух станций, будут отличаться больше чем на 3 мм, условие поверки не выполняется.

*Юстировка.* По полученным данным вычисляется величина поправки

,

где *d* – наибольшее расстояние до рейки на данной станции, а  определяется по формуле

.

Знак поправки *x* беретсяобратным знаку.

Вводя поправку *x*, вычисляют правильный отсчет по той рейке, расстояние *d* до которой вводилось в расчет.

С помощью элевационного винта устанавливают горизонтальную нить сетки на правильный отсчет. Слегка ослабив боковые винты, вертикальными исправительными винтами уровня возвращают пузырек в нуль-пункт.

Снова для контроля проделывают поверку.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Типы нивелиров, их конструктивные особенности.

2. Основной принцип геометрического нивелирования.

3. Главное требование, предъявляемое к нивелиру любого типа.

4. Формулировки, порядок выполнения и юстировки всех поверок нивелира типа Н-3.

5. Можно ли работать нивелиром, у которого не выполняются какие-либо из поверочных условий?

*Отчет по практической работе № 11*

1. Вычерчивается схема нивелира с указанием частей и винтов прибора.

2. Поочередно дается формулировка поверки, порядок её выполнения и вывод о том, что условие выполняется или нет. Если требуется юстировка, то изложить порядок её выполнения.

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 12**

**Нивелирование на станции**

*Необходимые инструменты и принадлежности:*

Нивелир Н–3 со штативом – 1 комплект

Рейки двухсторонние с разностью пяток красных сторон – 2 шт.

*Содержание работы*

Производство полного комплекса работ на станции при техническом нивелировании.

*Порядок выполнения работы*

Рейки устанавливаются в вертикальном положении по углам аудитории. Место установки нивелира выбирается произвольно, но с таким расчетом, чтобы расстояния от нивелира до реек были примерно равны. Перед каждым отсчетом по рейке уровень приводится на середину с помощью элевационного винта. Расхождение между превышениями, вычисленными по отсчетам красной и черной сторон реек, не должны отличаться более чем на 5 мм, отсчеты берутся в следующей последовательности:

1) отсчёты по черной стороне задней рейки, мм;

2) отсчёты по черной стороне передней рейки, мм;

3) отсчёты по красной стороне передней рейки, мм;

4) отсчёты по красной стороне задней рейки, мм.

Указанный порядок приведения позволяет следить за неизменностью состояния прибора.

Запись отсчётов и вычисление превышений выполняются в журнале нивелирования (табл. 8). Расстояние до реек определяется по нитяному дальномеру. Последовательность записей в журнале отмечена цифрами 1–8.

*Таблица 8*

*Отчет по практической работе № 12*

Отчет состоит из журнала нивелирования:

**Журнал нивелирования**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  станции | № пикетов,  расстояние, м | Отсчет по рейке | | Превышения | | Примечание |
| задняя | передняя | наблюдения | среднее |
| 1 | ПК-1 31,8 (Д)  ПК-2 34,3 (Д) | 0340 (1)  5129 (4) | 1232 (2)  5923 (3) | – 892 (5)  – 794 (6)  – 98 (7) | – 893 (8) | На красных сторонах реек цена деления 10 мм,  разность  пяток 100 мм |

Превышения вычисляются по формуле: h = З – П.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Каким образом осуществляется контроль работы на станции при техническом нивелировании?

2. Как осуществляется общий контроль по нивелирному ходу?

3. С какой целью предъявляется требование «равенства плеч» при нивелировании?

4. Каково значение элевационного винта нивелира?

5. Как вычисляются отметки точек?

6. Как вычисляется допустимая невязка по ходу технического нивелирования?

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 13**

**Изучение и поверки мензулы и кипрегелей**

*Необходимые инструменты и принадлежности:*

1. Мензула на штативе – 1 комплект

2. Кипрегель КН – 1 шт.

3. Кипрегель КА-2 – 1 шт.

4. Вилка для центрирования – 1 шт.

5. Ориентир-буссоль – 1 шт.

6. Шпилька для исправительных винтов – 1 шт.

*Примечание.* С одним комплектом инструментов работает бригада студентов 2–3 человека.

*Содержание работы*

Необходимо изучить устройство мензульного комплекта КН, проделать его основные поверки, ознакомиться с особенностями устройства кипрегеля-автомата КА-2 и принципами работы с ним при съемке.

*Порядок выполнения работы*

*1. Изучение устройства мензульного комплекта КН.*

Общий осмотр всех принадлежностей мензулы, ознакомление с устройством и работой закрепительных и макрометренных винтов мензульной подставки и кипрегеля.

*Поверки мензулы*

*l поверка.*

*Формулировка.* Мензула должна быть устойчива.

*Порядок выполнения.* На установленную мензулу ставят кипрегель и наводят его на какую-нибудь точку. Слегка нажимают на края планшета и отпускают руку. Если точка ушла из центра пересечения сетки нитей, то условие не выполняется.

*Юстировка.* Исправление, как правило, производится в мастерской.

*ll поверка*

*Формулировка.* Верхняя поверхность планшета должна быть плоскостью.

*Порядок выполнения.* Накладывают ребро выверенной линейки на планшет в различных направлениях и смотрят, нет ли просветов между линейкой и планшетом.

*Юстировка.* Исправление поверхности планшета производят в мастерской.

*lll поверка*

*Формулировка.* Верхняя плоскость планшета должна быть перпендикулярна к оси вращения подставки мензулы.

*Порядок выполнения.* Подъемными винтами плоскость планшета приводит в горизонтальное положение по выверенному уровню на линейке кипрегеля. Если при вращении планшета вокруг вертикальной оси пузырек уровня отклонится от нуль-пункта более чем на 2 деления, условие не выполняется.

*Юстировка.* Исправление производится в мастерской.

*Основные поверки кипрегеля КН*

*l поверка*

*Формулировка.* Скошенный край линейки кипрегеля должен быть прямой линией, а нижняя поверхность линейки – плоскостью.

*Порядок выполнения:*

а) вдоль скошенного края линейки остро отточенным карандашом марки Т или 2Т прочерчивают линию, затем это же ребро линейки прикладывается к прочерченной линии с другой стороны, и проводится линия. Если обе линии не сольются в одну, условие не соблюдается;

б) наличие просветов между нижней поверхностью линейки и выверенной плоскостью скажет о том, что вторая часть поверки не выполняется.

*Юстировка.* Исправление производится в мастерской.

*ll поверка*

*Формулировка.* Ось цилиндрического уровня на линейке кипрегеля должна быть параллельна плоскости линейки.

*Порядок выполнения.* Устанавливают кипрегель на планшете по направлению двух подъёмных винтов подставки. Приводят этими винтами пузырёк уровня на середину, прочерчивают линию по скошенному краю линейки и перекладывают кипрегель на . Если пузырёк уровня отходит от нуль-пункта более чем на 2 деления – условие не выполняется.

*Юстировка.* Исправительными винтами уровня пузырёк возвращают на половину отклонения. Окончательно приводят пузырёк в нуль-пункт подъёмными винтами. Снова проводят поверку.

*lll поверка*

*Формулировка.* Вертикальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения трубы.

*Порядок выполнения.* Поверка и юстировка аналогичны соответствующим поверке и юстировке в теодолитах.

*lV поверка*

*Формулировка.* Визирная ось трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы.

*Порядок выполнения.* Труба наводится на удаленную точку при положении «круг право», и вдоль скошенного края линейки прочерчивается остро отточенным карандашом линия. Затем при «круге лево», приложив скошенный край линейки к началу линии, снова наводят на ту же точку и опять прочерчивают линию. Если условие поверки не выполняется, прочерченные линии не сольются, а образуют угол, равный двойной коллимационной ошибке.

*Юстировка.* Приложив скошенный край линейки к биссектрисе полученного угла, перемещают боковыми исправительными винтами перекрестие сетки на точку. Снова производят поверку.

*V поверка.*

*Формулировка.* Ось вращения трубы должна быть параллельна нижней плоскости линейки.

*Порядок выполнения.* Поверка производится так же, как четвертая поверка теодолита.

*Юстировка.* Исправление производится в мастерской.

*2. Изучение устройства кипрегеля-автомата КА-2 и определение им превышений и горизонтальных проложений.*

1. Изучить особенности устройства кипрегеля-автомата, назначение и принцип действия его частей.

2. Определение превышений и горизонтальных проложений с помощью кипрегеля-автомата.

Кипрегель-автомат позволяет получать горизонтальные превышения и проложения сразу из отсчетов по рейке, без применения таблиц. Через специальную оптическую систему в поле зрения трубы передается изображение кривой горизонтальных проложений с коэффициентом 100 и кривых превышений с коэффициентами 10,20 и 100.

*12*

*d*

*14*

*15*8

*13*

*+ 20*

*н*

*71*

13

*72*

*73*

Рис. 12. Поле зрения кипрегеля

Перед величиной коэффициента на кривой превышений ставится знак плюс или минус (рис. 12). При съемке реечных точек наводят нулевую кривую на отсчет, равный высоте инструмента, и берут отсчёты по рейке с места подхода к ней кривых горизонтальных проложений и превышений. Затем вычисляют *d* и *h.*

*Отчет по практической работе № 13*

Отчет по этой практической работе составляется в том же порядке, как и по изучению поверок теодолита (лабораторные 4 и 5).

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что входит в мензульный комплект?

2. Чем отличаются кипрегели КН и КА-2?

3. Какие коэффициенты бывают у кривых проложений и превышений?

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 14**

**Решение инженерно-геодезических задач с помощью нивелира**

*Содержание работы*

1. Вынос на местность проектной отметки.

2. Вынос на местность проектной линии.

3. Передача отметки на высокое сооружение.

4. Передача отметки на дно котлована.

*Порядок выполнения работы*

*1. Вынести на местность проектную отметку () в точку B.*

Нивелир устанавливают посредине между точкой А (рис. 13) с известной отметкой () и точкой В, в которую необходимо вынести проектную отметку (). Расчёты проводят в табл. 9.

*в*

*а*

*А*

*HПР = HВ*

*HA*

Уровенная поверхность

Рис. 13. Вынос на местность проектной отметки

*Таблица 9*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п.п. | Сторона рейки |  | a | + а |  | b |
| 1  2 | черная  красная | 120,000  120,000 | 1211  6095 | 121,211  126,095 | 120,100  10,100 | 1111  5995 |

Для расчета необходимо:

– по рейке, установленной на репере А, снять отсчет по черной стороне () и по красной (). Отсчеты записать в журнал;

– вычислить горизонт инструмента: = + а = 121,211;

– найти предвычисленный отсчет (b) по рейке, установленной в точке В, при котором пятна (низ) рейки находилась бы на искомой проектной отметке :



– перемещением рейки вверх-вниз в точке В добиться отсчета, равного . Вдоль пятки рейки на колышке провести черту, которая и будет обозначать проектную отметку ;

– для контроля повернуть рейку, совместив её пятку с нанесенной чертой, и снять отсчет по красной стороне. Если снятый отсчет не отличается от предвычисленного () более чем на 2–3 мм, то проектная отметка вынесена правильно.

В отдельных случаях, когда проектная отметка несколько ниже отметки поверхности земли (пятка рейки «зарывается» в землю), необходимо вычислить рабочую отметку () и подписать ее на колышке со своим знаком:

,

где *b –* предвычисленный отсчет*;*  – отсчет по рейке, при котором пятка рейки касается поверхности земли в точке В. В отдельных случаях следует вырывать шурф (ямку) глубиной до получения предвычисленного отсчета по рейке, установленной на колышке.

*2. На местности разбить наклонную линию АВ = d = 20 м.*

Уклон i = + 0.005, отметка точки А равна 120,000 м (рис. 14).

Для расчетов необходимо:

– вычислить проектную отметку () точки В по формуле

;

Расчеты провести в табличной форме (табл.10).

*В*



*а*

*А*

*HПР = HВ*

*HA*

Уровенная поверхность

Рис. 14. Вынос проектной отметки

*Таблица 10*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | Сторона рейки |  | a | | + а |  | | b |
| 1 | черная | 120,000 | 0160 | | 120,160 | 120,100 | | 0060 |
| 2 | красная | 120,000 | 4944 | | 124,944 | 120,100 | | 4844 |
| 3 |  |  | |  |  | |  |  |
| 4 |  |  | |  |  | |  |  |

– установить нивелир по середине между точками А и В, снять отсчеты по черной() и красной () сторонам рейки, установленной в точке А. Вычислить предвычисленные отсчеты (,) по рейке для точки В и вынести последнюю на местность как проектную аналогично пункта 1, т. е. полностью выполнить действия пункта 1:



– перенести нивелир в точку А, установить его в рабочее положение так, чтобы окуляр точно находился над точкой А, подъемный же винт 1 находился бы в створе линии АВ (рис. 15);

– измерить высоту инструмента (i) по черной и красной стороне рейки:

, ;

– установить рейку на колышек В и вращением подъемного винта 1 добиться совмещения центра сетки трубы с отчетом по черной стороне рейки ();

*3*

*В*

*i*

*1*

*i*

*i*

*i*

*а*

*2*

*А*

*i*

*i*

*В*

*К*

*Е*

*Д*

*C*

*i*

*А*

*HВ*

*d*

*HA*

Уровенная поверхность

Рис. 15. Разбивка линии заданного уклона

– повернуть рейку красной стороной и убедиться (контроль), что отсчет равен ();

– обозначить колышками на линии АВ промежуточные точки С, Д, Е, К;

– в этих точках, устанавливая поочередно рейку, вбиванием колышков добиться, чтобы отсчеты были равны высоте инструмента по красной и черной сторонам рейки (,). При «зарывании» пятки рейки в землю вычислить рабочие отметки и надписать их на колышках.

1. *Передача отметки на высокую точку сооружений.*

Установить нивелир внизу и вверху посередине между рейкой и лентой (рис. 16), снять отсчеты, вычислить :



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | Примечание |
| 120,000 |  |  |  |  |  | черная сторона |
| 120,000 |  |  |  |  |  | красная сторона |

*4. Передача отметки на дно глубокого котлована.*

Установить нивелир внизу и вверху посередине между рейкой и лентой (рис. 17), снять отсчеты, вычислить :

*А*

*а2*

*в*2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  |
|  | | | |  | |  | |
|  |  | | | | | | |
|  | | | |  | |  | |
| *НВ* |  | |  | |  | |  |
|  | |  | |  | |  | |
|  | *в1* | | | | | | |
|  | | | |  | | *а1* | |
|  |  | |  | |  | | *0* |
|  | |  | |  | | *А* | |

1

*НА*

Уровенная поверхность

Рис. 16. Передача отметки на сооружение

*в1*

*а1*

*А*

*1*

*а2*

*НА*

*0*

*в2*

*2*

*НВ*

Уровенная поверхность

Рис. 17. Передача отметки на дно котлована



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | Примечание |
| 120,000 |  |  |  |  |  | черная сторона |
| 120,000 |  |  |  |  |  | красная сторона |

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как вынести на местность проектную отметку?

2. Как разбить на местности линию проектного уклона?

3. Как передать отметку на монтажный горизонт здания?

4. Изложить порядок передачи отметки на дно котлована.

*Отчёт по практической работе № 14*

Отчет по этой практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы с заполнением численных данных всех четырех пунктов задания.

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 15**

**Решение инженерно-геодезических задач с помощью теодолита**

*Содержание работы*

*1. Разбивка на местность проектной линии (по горизонтальному проложению, снятому с плана).*

*2. Разбивка на местность проектного горизонтального угла.*

*3. Определение высоты недоступного сооружения.*

*4. Определение расстояния и высоты недоступного сооружения.*

*5. Выверка вертикальности инженерных сооружений.*

*Порядок выполнения работы*

1. *Разбить на местности проектную длину линии АВ,* если известно, что ,  – угол наклона линии на местности, температура воздуха во время работы , температура при компарировании ленты ,  м – поправка при компарировании. Вычисляем наклонное расстояние Д, соответствующее горизонтальному проложению:



далее от точки А по направлению АВ откладываем на местности лентой вычисленную длину Д (рис. 18).

*В1*

*Д = ?*

*H = 1,8 м*

ν

*А*

*В*

*d*

Рис. 18. Определение длины линии

*2. Разбить на местности от линии АВ проектный горизонтальный угол:*

а) с обычной точностью ():

– установить теодолит в рабочее положение в точку А (рис. 19);

– совместить при КЛ нуль лимба с нулем алидады, открепить лимб, навести трубу на точку В и закрепить лимб;

*В*

– открепить алидаду и ее вращением, наблюдая в микроскоп, установить отсчет, равный ;

*С1*

*βСР*

*С*

– по направлению визирного луча установить на удалении 40–50 м шпильку, т. е. получить на местности точку ;

*βКЛ*

*βКП*

*А*

*С2*

– перевести трубу через зенит и при КП так же получить на местности точку;

Рис. 19. Разбивка горизонтального угла

– найти середину расстояния , которую закрепить колышком С.

Угол ВАС будет искомым углом;

б) с повышенной точностью ():

– разбить на местности заданный угол с обычной точностью (разрешается при одном положении круга) (рис. 20);

– измерить полученный угол  способом повторений (выполнить 3 повторения), т. е. определить более точную фактическую величину угла (). Отсчеты и вычисления отразить в журнале измерения горизонтальных углов.

– вычислить ошибку (В) по формуле:

В = -;

*βПР*

*βСР*

*Δβ*

*Д*

*А*

*В*

*С*

*С1*

#### *L*

Рис. 20.

Если она положительна, то угол необходимо уменьшить на ее величину, если отрицательна – увеличить. Для этого вычислить линейное расстояние L, соответствующее ошибке :

;

– отложить L по перпендикуляру от точки  и закрепить на местности точку С. Угол ВАС и будет искомым.

*3. Определить высоту недоступного предмета:*

– необходимо вычислить вертикальные углы  и  по формулам:



*d*

*h*

*ν1*

*ν2*

*h2*

*h1*

Рис. 21. Определение высоты недоступного предмета

– измерить горизонтальное проложение d (рулеткой или нитяным дальномером);

– вычислить высоту сооружения по формуле:



*4. Определить высоту недоступного сооружения.*

Для этого необходимо:

– на местности разбить базис «b» (АД = 50 м) (рис. 22);

– установить теодолит в точку А, измерить горизонтальный угол  и вертикальные углы ,;

– установить теодолит в точку Д, измерить горизонтальный угол  и вертикальные углы ,. Все отсчеты и вычисления занести в соответствующие журналы;

– вычислить недоступные расстояния ,  по теореме синусов:

, .

*h4*

*h3*

*h12*

*h2*

*С*

*А*

*d1*

*d2*

*А*

*Д*

*Д*

*горизонт*

*β1*

*β2*

*ν1*

*ν2*

*ν3*

*ν4*

Рис. 22. Определение высоты сооружения

*в*

*В*

– вычислить высоту сооружения аналогично задаче 3 из треугольников АВС и ДВС:

;

контроль:

.

*5. Выверить вертикальность угла здания.*

Для этого необходимо:

– установить выверенный теодолит в точку А, расположенную в створе одной из стен (рис. 23);

– навести трубу при КЛ на верхний угол здания (точка В) и, опуская трубу вниз, наблюдать вертикальность кладки стен и угла. Снять отсчет по рейке, приложенной к нижнему углу здания ();

– перевести трубу через зенит и при КП повторить те же действия, ();

– вычислить среднюю линейную величину отклонения ():



– вычислить крен угла здания по выбранному створу:

*В*

*0*

*ϕ*

*lКП lCР lКЛ*

Рис. 23

*Н*

– установить теодолит в створе стены, перпендикулярной к створу первой станции, и так же найти: ; ; ; ; ;

– вычислить общее отклонение (в двух перпендикулярных плоскостях):

*lобщ =;*

– вычислить общий наклон угла:  .

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Изложите порядок выноса на местность проектной линии.

2. Как проверить правильность выноса на местность проектной линии?

3. Как определить высоту недоступного предмета?

4. Изложите порядок определения высоты недоступного предмета.

5. Как проверить вертикальность углов здания?

*Отчет по практической работе № 15*

Отчет по этой практической работе составляется аналогично предыдущему с рисунками и числовыми данными по решенным в работе задачам.

**ПРАКТИЧЕСКАЯРАБОТА № 16**

**Дешифрирование аэроснимков и трассирование по стереомодели**

*Необходимые инструменты и принадлежности:*

– аэроснимки стереопары;

**–** стереоскоп зеркально-линзовый;

– микрокалькулятор;

– измеритель, масштабная линейка, транспортир;

– калька, ручка, карандаш, тушь.

*Содержание работы*

При выполнении работы необходимо изучить устройство зеркально-линзового стереоскопа, получить стереоскопическую модель местности, отдешифрировать аэроснимки под стереоскопом, протрассировать по стереомодели участок дороги, измерить углы поворота трассы и расстояния между точками трассы.

*Порядок выполнения работы*

*1. Устройство зеркально-линзового стереоскопа и ориентирование аэроснимков под стереоскопом.*

Стереоскопическая модель местности (стереомодель) образуется при стереоскопическом наблюдении двух, соответствующим образом ориентированных между собой, взаимно перекрывающихся аэроснимков. В результате получения стереомодели местности наблюдается пространственное восприятие модели местности (стереоэффект). Стереоэффект бывает прямым, обратным, нулевым. Прямой стереоэффект возникает при расположении снимков таким образом, как это имело место при аэросъёмке, причем правый снимок рассматривается правым глазом, а левый – левым.

В этом случае формы рельефа соответствуют их действительному виду. Например, сопка рассматривается как возвышенность, а впадина – как низина.

Если снимок повернуть в одну сторону на , и этим установить начальные направления перпендикулярно глазному базису, то получим нулевой стереоэффект. Если же правый и левый снимки поменять местами, то получим обратный стереоэффект, т. е. горы будут казаться впадинами, а впадины – горами.

Все виды фотограмметрических измерений выполняются, как правило, при прямом стереоэффекте.

Простейшим инструментом для получения стереомодели является зеркально-линзовый стереоскоп (рис. 24).

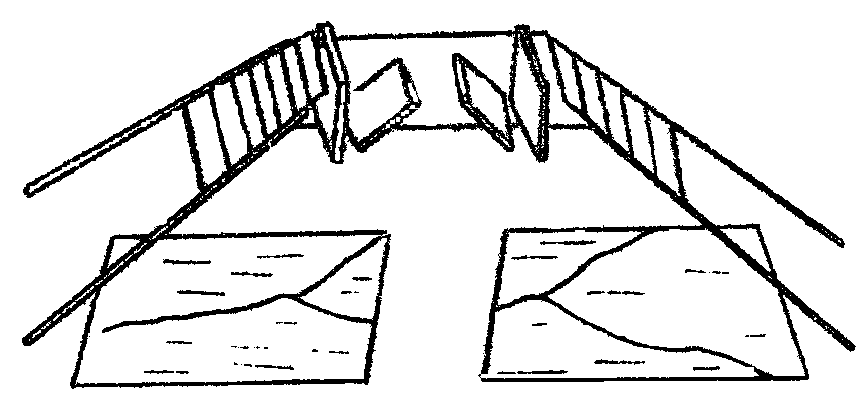
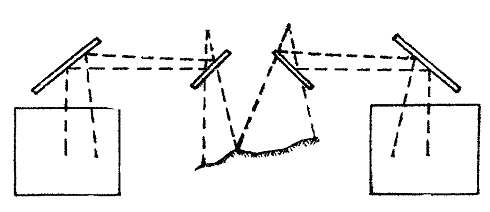


Рис. 24. Схема стереоскопа

На рис. 25 показан ход лучей в зеркально-линзовом стереоскопе.



*А*

*А*

*02*

а1

*02*

*А1*

*01*

*01*

*α1*

Рис. 25. Ход лучей в стереоскопе

Как видно из рис. 25, левый глаз через систему двух параллельных зеркал, установленных под углом , видит только левый снимок; правый глаз через другую пару зеркал видит только правый аэроснимок. Воспринимаемая при этом стереомодель расположена в пересечении продолжения зрительных лучей. Увеличение изображения достигается при помощи луп, установленных между зеркалами.

Для наблюдения стереомодели под стереоскопом снимки необходимо ориентировать по начальным направлениям. Для этого аэроснимки укладывают на лист бумаги с прочерченной на ней прямой линией так, чтобы начальные направления совместились с этой линией, а центры их были приблизительно на расстоянии базиса стереоскопа. Установив стереоскоп над аэроснимками, добиваются наилучшего стереоскопического эффекта, перемещая снимки вдоль прямой и поворачивая стереоскоп относительно линии ориентирования.

Несоответствие видимой модели с высотами точек местности уменьшается дополнительными разворотами аэроснимков в своей плоскости.   
В процессе отработки стереоэффекта следует получить прямой, обратный и нулевой стереоэффекты.

*2. Дешифрирование аэроснимков.*

Дешифрированием называется процесс опознавания и раскрытия содержания различных объектов и элементов местности по их изображению на аэроснимках.

В зависимости от назначения дешифрирование подразделяют на топографическое и специальное. При топографическом дешифрировании характеризуют ситуацию и рельеф местности. При дорожных изысканиях по снимкам производится также геологическое, гидрологическое и почвенно-грунтовое дешифрирование. Эти виды дешифрирования являются специальными. Основное содержание аэроснимков раскрывается по прямым и косвенным дешифровочным признакам. К прямым признакам относятся: форма, размер, тон, тень и цвет изображения. К косвенным признакам относится существующая в природе взаимосвязь различных явлений. Например: связь между формами рельефа и геологическим строением земной поверхности, между характером растительности и влажностью почв. Ниже приводятся некоторые признаки дешифрирования.

Изображение лесов и кустарников выделяется на снимках резко очерченной зернистой поверхностью. Вид тени крон у лиственных деревьев округленный, у ели и лиственницы – остроконечный, вытянутый, у сосны – зубчатый. Вырубленные участки леса выделяются на фоне лесного массива в виде прямых полос, линий.

Реки изображаются на снимках в виде извилистых полос различной толщины, ручьи легко выделяются своей значительной извилистостью, толщина линии ручья увеличивается вниз по течению.

Озера и пруды изображаются на снимках в виде однотонных поверхностей, ограниченных криволинейными контурами. Отмели изображаются более светлым тоном.

Пашня выделяется прямолинейностью границ и различных тонов изображения отдельных геометрических фигур; тон изображения зависит от вида посеянной культуры.

Сухие луга и выгоны изображаются светлым тоном, а мокрые – серым .

Выгоны от луга отличают по светлым пятнам на сером фоне (отсутствие травяного покрова).

Огороды изображаются в виде последовательно чередующихся светлых и темных полос.

Дороги изображаются светлыми линиями с плавными поворотами, причем грунтовые дороги имеют более извилистый вид.

Полевые и лесные дороги изображаются более тонкими линиями, теряющимися в поле или в лесу.

Мосты изображаются в виде прямых светлых полос на фоне реки, луга.

*3. Трассирование по стереомодели.*

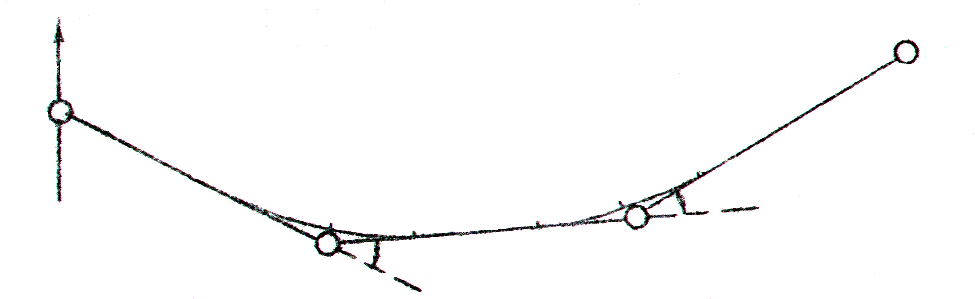
Наблюдая объёмную модель местности с целью определения рационального планового положения оси дороги и её сооружений, студенты под контролем преподавателя оценивают топографические, геологические и гидрологические условия, оказывающие влияние на технико-экономические показатели выбранного варианта дороги.

При этом учитываются основные требования, предъявляемые к трассированию дорог по аэроснимкам.

Трасса должна начинаться от заданной преподавателем точки НТ (начало трассы) и заканчиваться также в заданной точке КТ (конец трассы). Окончательный вариант закрепляется также точками углов поворота трассы и проводится плавной карандашной линией на правом аэроснимке стереопары.

*4. Определение углов поворота трассы.*

Графическим способом с помощью транспортира измеряют величины углов поворота трассы, намеченной на правом аэроснимке (рис. 26). Каждый угол измеряется дважды, расхождения результатов измерений не должно быть более '. При соблюдении этого условия за истинное значение измеренного угла берётся среднее арифметическое.



*КТ*

*НТ*

*α1*

Уг2

*Уг1*

*НК2*

*θ1*

*θ1*

*НК1*

КК2

СК2

*КК1*

*СК1*

Рис. 26. Схема измерений по трассе на аэроснимке

*5. Измерение расстояний между точками трассы и их контроль.*

Измерение всех расстояний между точками трассы на аэроснимке выполняют циркулем-измерителем, пользуясь металлической линейкой с поперечным масштабом. Каждое расстояние измеряют дважды. Расхождение в результатах не должно быть более 0,2 мм. За окончательный результат берут среднее арифметическое значение.

Измерив транспортиром дирекционный угол () начальной стороны, вычисляют дирекционные углы всех последующих линий по формуле

 или .

Измеренные и вычисленные величины заносят в табл. 11.

*Таблица 11*

**Ведомость угловых и линейных измерений по трассе**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Углы поворота | | Дирекционный  угол | Румб | Длина  линии d, м |
| левый | правый |
| НТ      КТ |  | –  – |  | ЮВ  СВ  СВ | 423  249  357 |

В колонке (6) длину линии вычисляют по формуле:

,

где  – расстояние между точками трасс, измеренное на аэроснимке;

m – знаменатель масштаба аэроснимка.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Виды стереоэффекта.

2. Как получить прямой стереоэффект?

3. Ориентирование аэроснимков под стереоскопом.

4. Основные требования при трассировании дороги.

5. Какие измерения необходимо выполнить по трассе и как их проконтролировать?

6. Виды дешифрования.

7. Назовите дешифровочные признаки основных элементов ситуации ваших аэроснимков.

*Отчет по практической работе № 16*

Отчёт по практической работе должен содержать кальку с трассой и отдешифрированной ситуацией и ведомость угловых и линейных измерений.