

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ЯРОСЛАВА МУДРОГО»

Политехнический институт
Кафедра строительного производства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ по курсу

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА: ГЕОДЕЗИЯ

для направления подготовки бакалавра
270800.62 Строительство
для всех форм обучения.
(часть 2)

В.Новгород
2012

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА I

ЗНАКОМСТВО С УСТРОЙСТВОМ НИВЕЛИРОВ Н-3 И Н-ЭК
И РАБОТА С НИМИ

Инструменты и принадлежности: нивелиры Н-3 и Н-ЭК, нивелирные рейки, тетрадь для записей.

ЗАДАНИЕ:

1. Изучить устройство нивелира Н-3 (НВ-1). В работе привести схему нивелира, указать основные части и их назначение.
2. Изучить поверки нивелира Н-3, выписать их в тетради по предложенной форме.
3. Привести нивелир в рабочее положение, взять отчет по рейке.
4. Изучить устройство и конструктивные особенности нивелира Н-ЭК.
5. Изучить способы измерения превышений между 2 точками: нивелирование "вперед" и из середины.
6. Изучить способы вычисления отметок точек через превышение и через горизонт инструмента.
7. Произвести горизонтальным визирным лучом трубы нивелира (Н-3 и Н-ЭК) отсчеты по рейкам, поставленным в лаборатории на разной высоте.
По полученным отсчетам определить превышения $h_{1,2}, h_{2,3}, h_{3,4}$, $h_{4,1}$, вычислить невязку и сравнить с допустимой невязкой.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

I. Устройство нивелира Н-3

Устройство нивелира Н-3 приведено на рис. I.1.

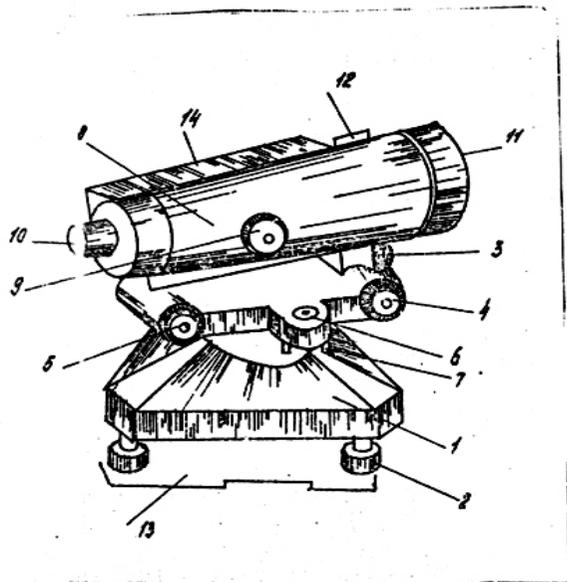


Рис. I.1. Устройство нивелира Н-3

1 - подставка нивелира; 2 - подъемные винты; 3 - зажимной винт зрительной трубы; 4 - микрометричный винт трубы; 5 - элевационный винт; 6 - круглый уровень; 7 - исправительные винты уровня; 8 - корпус зрительной трубы; 9 - кремальера; 10 - окуляр; 11 - объектив; 12 - мушка; 13 - пружинная пластинка; 14 - коробка цилиндрического уровня.

Нивелир Н-3 относится к нивелирам, у которых визирная ось устанавливается в горизонтальное положение при помощи цилиндрического уровня.

Нивелир Н-3 (по старому ГОСТу НВ-1) применяется для производства нивелирования III - IV классов и технического.

Нивелир имеет 3 основные части: подставку, зрительную трубу, цилиндрический уровень.

Зрительная труба с внутренней фокусировкой. Увеличение зри-

тельной трубы 30X, поле зрения 1° 20'. Вес нивелира 2,0 кг. Наименьшее расстояние визирования 2,0 м.

Нивелир крепится к штативу при помощи станкового винта и пружинящей пластины. В отвесное положение ось вращения нивелира устанавливается по круглому уровню при помощи подъемных винтов. Круглый уровень имеет три исправительных винта. Зрительная труба имеет зажимной, микрометричный винты. Кроме того, перед каждым отсчетом по рейке визирную ось трубы нивелира устанавливает в горизонтальное положение при помощи элевационного винта и цилиндрического уровня. В поле зрения трубы (рис. I.2) наблюдатель видит кроме

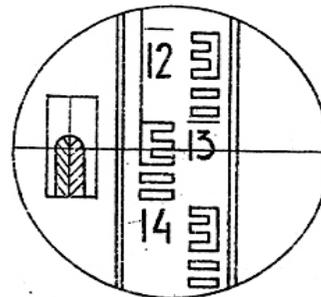


Рис. I.2. Поле зрения зрительной трубы

рейки изображение половины обоих концов пузырька цилиндрического уровня. Цилиндрический уровень имеет исправительные винты, которыми пользуются при проверках.

2. Проверки нивелира Н-3

Проверки нивелира Н-3 выписывать в тетради по следующей форме: формулировка проверки, действия сопутствующие каждой проверке, как и какими исправительными винтами произведено исправление.

№ п/п	Формулировка поверки	Последовательность действий	Процесс исправления
-------	----------------------	-----------------------------	---------------------

Нивелир Н-3 должен отвечать следующим условиям:

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

Для поверки и выполнения этого условия приводят подъемными винтами пузырек круглого уровня в центр кружка и поворачивают верхнюю часть нивелира вокруг оси на 180° . Если пузырек уровня остался на середине, то условие выполнено. В противном случае, исправительными винтами уровня перемещают пузырек к центру на половину его отклонения.

Для контроля действия повторяют.

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

Центр сетки нитей наводят на точку, закрепляют зажимной винт трубы и, действуя микрометрическим винтом, медленно вращают корпус трубы. При этом горизонтальная нить должна проходить через точку. В противном случае, вставку следует выполнять в мастерских или снимать окулярную часть и поворот сетки осуществляют за счет шифта в отверстиях для винтов, удерживавших оправку сетки в корпусе трубы.

Поверка 3 Основное геометрическое условие: ось цилиндрического уровня и визирная ось зрительной трубы должны быть параллельны.

Поверку выполняют двойным нивелированием одной и той же линии (рис. 1.3).

На местности на расстоянии 50-60 м забивают два колышка А и В. В точке А устанавливают в рабочее положение нивелир, а в точке В - рейку. Тщательно измеряют высоту инструмента i_1 в т.А, затем визируют на рейку в т.В при пузырьке уровня на середине и производят отсчет b_1 по средней нити.

Нивелир и рейку меняют местами, измеряют высоту инструмента i_2 и производят отсчет b_2 по рейке в точке А.

Вычисляют ошибку X:

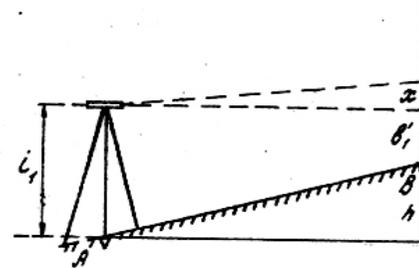
$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}$$

Если величина $|x| \leq 4$ мм, то основное геометрическое условие вы-

полнено. В противном случае надо делать вставку. Для этого вычисляют правильный отсчет по рейке на второй станции:

$$b_2' = b_2 - x$$

а)



б)

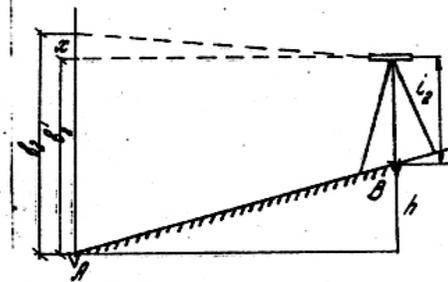


Рис. 1.3. Схема выполнения поверки главного условия

Действуя элевационным винтом приводят среднюю нить сетки нитей на правильный отсчет b_2' , при этом пузырек уровня сойдет с середины. Исправительными винтами цилиндрического уровня совме-

от изображение по концев пузырька уровня.

3. Приведение нивелира в рабочее положение, взятке отсчета по нивелирной рейке

а) Подготовка нивелира для наблюдений состоит из 2-х действий: 1) приведение оси прибора в отвесное положение и 2) установка трубы для наблюдений.

Приведение оси прибора в отвесное положение производится при помощи круглого уровня (предварительная установка нивелира). Для этой цели устанавливается уровень по двум подъемным винтам и, действуя ими и третьим подъемным винтом, приводят пузырек в нуль - пункт. Затем вращением элевационного винта совмещает концы половинки пузырька цилиндрического уровня, после чего производят отсчет по рейке.

Установка трубы для наблюдений производится по следующим правилам:

- 1) установка трубы по глазу;
- 2) установка трубы по предмету;
- 3) устранение параллакса сетки нитей.

Чтобы установить трубу по глазу, надо навести ее на светлый фон и, вращая окулярную трубочку, добиться четкой видимости сетки нитей.

Для установки трубы по предмету, наводят ее на рейку при помощи коллиматорного визира, закрепляют зажимной винт. Вращением ручки для фокусировки добиваются четкого изображения рейки.

Если изображение рейки не совпадает с плоскостью сетки нитей, то при перемещении глаза относительно окуляра точка пересечения нитей сетки будет проектироваться на разные точки изображения предмета. Такое явление называется параллаксом. Параллакс сетки нитей устраняется небольшим поворотом ручки фокусировки.

б) Нивелирные рейки, которые используют при нивелировании III, IV классов и технического, представляют собой двухсторонние рейки с сантиметровыми делениями. На одной стороне рейки деления и оцифровка нанесены черной краской ("черная" сторона рейки), а на другой - красной ("красная" сторона рейки).

На черной стороне нуля рейки совпадает с ее пяткой (с нижней плоскостью), а на второй стороне отсчет, соответствующий

пятке, отличен от нуля.

Каждый дециметр на обеих сторонах рейки оцифрован (рис. 1.2). Первые пять сантиметров каждого дециметра объединены в графическую группу в виде буквы "Е" и начало каждого дециметра отмечено на рейке штрихом.

Отсчеты берутся сверху вниз (изображение обратное) по средней горизонтальной нити с точностью до 1 мм и всегда четырехзначны.

- 1) Первые две цифры - подписанное дециметровое деление до средней нити - 13.
 - 2) Третья цифра - целое число сантиметровых делений до средней нити - 3.
 - 3) Четвертая цифра - десятые доли сантиметрового деления, которые оцениваются на глаз - 0.
- Отсчет по рейке (рис. 1.2) - 1330.

4. Устройство нивелира Н-Ж

Устройство нивелира Н-Ж приведено на рис. 1.4

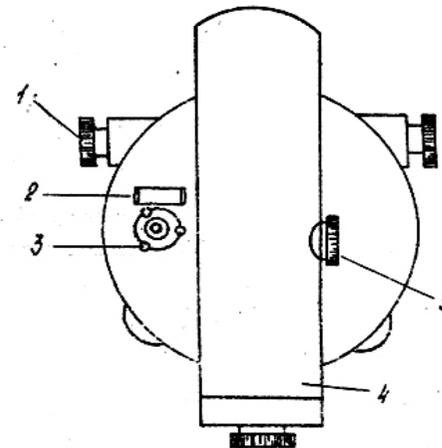


Рис. 1.4. Нивелир (вид сверху)

- 1 - наводящее устройство;
- 2 - отражатель;
- 3 - исправительные винты уровня;
- 4 - зрительная труба;
- 5 - ручка фокусировки.

Нивелир Н-ЗК относится к нивелирам с самоустанавливающейся горизонтальной линией визирования.

Конструктивные особенности нивелира Н-ЗК

Нивелир Н-ЗК обладает следующими особенностями:

- 1) Наличие линзового компенсатора. Его колебания гасятся демпфером поршневого типа в течение 2 секунд. Компенсатор позволяет производить нивелирование при наклонах линии визирования в пределах $\pm 10'$.
- 2) Предварительное приведение прибора в отвесное положение производят подъемными винтами, осуществляя контроль по круглому уровню.
- 3) Подставка нивелира не имеет закрепительного винта и обеспечена бесконечно-наводящим винтом.

5. Нивелирование "вперед" и "из середины".

- 1) Определить превышение точки В над точкой А нивелированием "вперед" (рис. I.5)

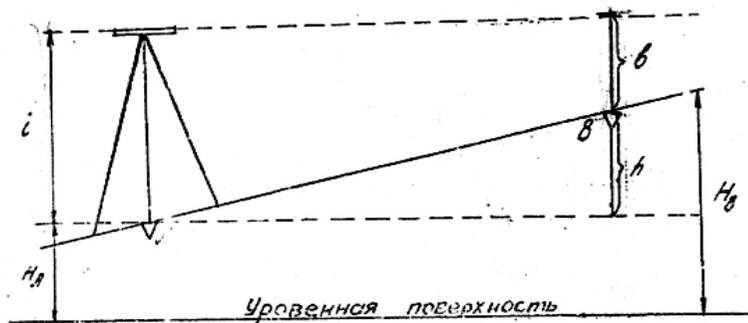


Рис. I.5. Нивелирование "вперед"

- а) Нивелир устанавливают над точкой А и приводят его в рабочее положение.
- б) В точке В устанавливают рейку, наводят на нее зрительную

трубу, приводят при помощи элевационного винта визирную ось в горизонтальное положение и производят отсчет по рейке "в".

в) Измеряют высоту прибора "i".

г) Превышение определяют по формуле:

$$h = i - b$$

- 2) Определить превышение точки В над точкой А нивелированием из середины (рис. I.6).

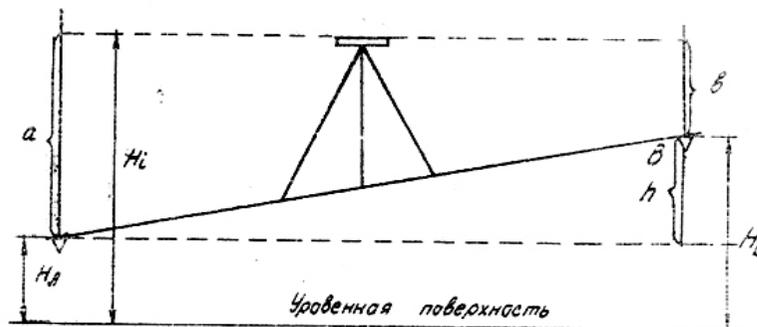


Рис. I.6. Нивелирование из середины

- а) Устанавливают нивелир на середине между точками А и В и приводят его в рабочее положение;

б) Устанавливают рейки в точках А и В и производят по ним отсчеты сначала на заднюю точку (отсчет "а"), а затем на переднюю (отсчет "в").

в) Превышение определяют по формуле:

$$h = a - b$$

Для контроля превышение определяют по красной стороне рейки. Превышения, вычисленные по черной и красной сторонам реек не должны отличаться более, чем ± 4 мм. Превышение вычисляют как среднее арифметическое из двух превышений, полученных по красной и черной сторонам реек.

6. Вычисление отсылок точек

1) Вычисление отметки точки В (H_B) через превышение (рис. 1.5) производится по формуле

$$H_B = H_A + h$$

2) По заданной отметке (H_A) точки А и известным отсчетам "а" и "б" отметку точки В (H_B) через горизонт инструмента H_i (высота визирного луча над ровной поверхностью) определяют по формулам (рис. 1.6):

$$H_i = H_A + a;$$

$$H_B = H_i - b.$$

7. Определение превышений по рейкам, поставленным в лаборатории

Отсчеты по рейкам производятся согласно п.3 методических указаний к лабораторной работе №1.

Превышения определяют по формулам нивелирования из середины:

$$h_{1,2} = a_1 - a_2.$$

$$h_{2,3} = a_2 - a_3.$$

$$h_{3,4} = a_3 - a_4.$$

$$h_{4,1} = a_4 - a_1.$$

Суммируя превышения, получают невязку в превышениях f_h
Она не должна превышать допустимую невязку

$$f_{h \text{ доп.}} = \pm 10 \sqrt{n},$$

где n - число станций.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНИИ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ УГЛОВ

Инструменты и принадлежности: теодолит 2ТЭОП, штатив, рейка, буссоль, отвес, тетрадь для записей.

ЗАДАНИЕ:

1. Изучить устройство теодолита 2ТЭОП.

В работе привести схему теодолита, указать его основные части и из назначение.

2. Изучить проверки теодолита 2ТЭОП. Выписать их в тетради по предложенной форме.

3. Установка теодолита в рабочее положение.

4. Изучить устройство шкалового микроскопа и научиться снимать отсчеты по шкалам вертикального и горизонтального кругов.

5. Измерить горизонтальный угол способом приемов. Данные занести в таблицу.

6. Измерить расстояние между 2-мя точками нитяным дальномером.

7. Измерить буссолью магнитные азимуты 2-х направлений, составляющих горизонтальный угол.

8. Изучить устройство вертикального круга теодолита.

9. Место нуля и его приведение к значению, близкому к нулю. Измерить место нуля для 2-х точек.

10. Измерить 2 вертикальных угла (положительный и отрицательный). Данные записать в таблицу.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАЧИ

1. Устройство теодолита 2ТЭОП

Теодолит предназначен для измерения углов в теодолитных и тахеометрических ходах, при разбивке плановых и высотных съемочных сетей, для измерения расстояний с использованием нитяного дальномера зрительной трубы, определения магнитных азимутов по ориентир-буссоли, а также для нивелирования горизонтальными лучами

с помощью уровня при трубе.

Теодолит 2ТЗОП снабжен зрительной трубой прямого изображения. Устройство теодолита показано на рис. 2.1.

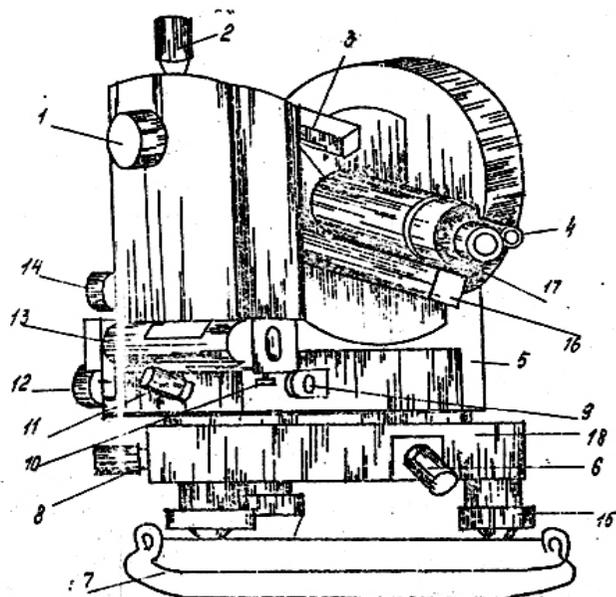


Рис. 2.1. Устройство теодолита.

1 - кремальера; 2 - закрепительный винт зрительной трубы; 3 - визир; 4 - окуляр микроскопа; 5 - колпачок; 6 - закрепительный винт горизонтального круга; 7 - основание; 8 - наводящий винт горизонтального круга; 9 - гильза; 10 - вострижочный винт; 11 - закрепительный винт алидады; 12 - уровень при алидаде; 13 - уровень при алидаде; 14 - наводящий винт трубы; 15 - подъемные винты; 16 - уровень при зрительной трубе; 17 - диаметрально кольцо окуляра трубы; 18 - подставка; 12 - наводящий винт алидады

Зрительная труба обоими концами переводится через зенит. Фокусирование на цель осуществляется вращением кремальеры. Вращением диаметрального кольца окуляр устанавливается по глазу до резкой видимости изображения сетки нитей. Два горизонтальных коротких штриха сетки нитей выше и ниже перекрестия относятся к нитаному миллиметру. Вертикальная ось теодолита полая, основание в центре имеет отверстие, что позволяет центрировать теодолит над точкой местности с помощью зрительной трубы, установленной в надир.

2. Поверки теодолита 2ТЗОП

Поверки теодолита записывать в тетрадь по следующей форме: формулировка поверки, действия, сопутствующие каждой поверке, вострижка прибора:

Теодолит 2ТЗОП должен соответствовать следующим условиям:

Поверка 1. Поверка уровня при алидаде горизонтального круга.

Алидаду поворачивают так, чтобы ось уровня расположилась параллельно прямой, соединяющей два подъемных винта подставки, и вращением этих винтов в противоположные стороны выводят пузырек уровня на середину. Алидаду поворачивают на 90° и третьим подъемным винтом устанавливают пузырек уровня на середину. Затем поворачивают алидаду на 180° и оценивают смещение пузырька от среднего положения. Если отклонение больше одного деления, выполняют вострижку: половину смещения пузырька исправляют подъемным винтом подставки, вторую половину - вострижочным винтом уровня.

Поверка 2. Определение наклона сетки нитей зрительной трубы.

Теодолит закрепляют на штативе и приводят вертикальную ось в отвесное положение. Зрительную трубу наводят на цель, совмещают изображение цели с левым концом горизонтального штриха сетки нитей и, вращая колпачок наводящим винтом по азимуту, проверяют, не сходит ли изображение цели с правого конца штриха сетки нитей. Если оно сходит более чем на три ширины штриха, выполняют вострижку. Для этого отвинчивают колпачок, ослабляют четыре крепежных винта окуляра и поворачивают окуляр так, чтобы нить сетки расположилась горизонтально. После вострижки сетки окуляр закрепляют и навинчивают колпачок.

Поверка 3. Определение коллимационной погрешности.

Коллимационную погрешность (неперпендикулярность зрительной трубы горизонтальной оси) определяют следующим образом:

наводят зрительную трубу при положении "круг слева" и "круг справа" на визирную цель, удаленную не менее чем на 50 м, направление на которую горизонтально, и снимают показания L_1 и P_1 с горизонтального круга. Освобождают закрепительный винт горизонтального круга, теодолит поворачивают на 180° и снова закрепляют.

Наводят зрительную трубу на ту же цель при двух положениях теодолита и снимают показания L_2 и P_2 .

Коллимационную погрешность C вычисляют по формуле:

$$C = \frac{(L_1 - P_1 \pm 180^\circ) + (L_2 - P_2 \pm 180^\circ)}{4}$$

Повторяют определение C и вычисляют среднее арифметическое значение. Если среднее арифметическое значение коллимационной погрешности превышает $1'$, то производят юстировку.

Снимают колпачок, закрывающий доступ к юстировочным винтам сетки нитей.

Вычисляют исправленное показание для горизонтального круга по формуле:

$$L \text{ испр.} = L_2 - C \text{ (или } P \text{ испр.} = P_2 + C)$$

и устанавливают его на горизонтальном круге.

Юстировочными винтами сетку нитей перемещают до совмещения ее перекрестия с изображением наблюдаемой точки.

Проверка 4. Определение наклона горизонтальной оси.

Теодолит устанавливают на штативе по уровню на расстоянии 2 - 3 м от стены. Выбирают и отмечают на стене точку под углом $\alpha = 25^\circ - 30^\circ$ к горизонту. Наводят на точку зрительную трубу и наклоняют трубу на угол минус α , отмечают на стене точку так, чтобы изображение точки точно совпадало с серединой биссектора сетки нитей. Азимут поворачивают на 180° и снова наводят зрительную трубу на верхнюю точку. Наклоняют зрительную трубу вниз и определяют смещение отмеченной точки относительно середины биссектора сетки нитей в долях ширины биссектора. Разность не должна превышать 0,5 ширины биссектора.

Юстировку, если необходимо, производят в мастерской.

3. Установка теодолита в рабочее положение

Установка теодолита в рабочее положение производится в таком же порядке, как у нивелира (п. 3, Лабораторная работа I наблюдений).

них методических указаний):

- 1) Приведение оси прибора в отвесное положение
- 2) Установка трубы для наблюдений

4. Устройство шкалового микроскопа и снятие отсчетов

Горизонтальный и вертикальные круги разделены через 1° . Горизонтальный круг имеет круговую оцифровку от 0° до 359° , а вертикальный круг - секторную от 0° до 75° и от 0° до минус 75° .

Изображения штрихов и цифр обоих кругов передаются в поле зрения шкалового микроскопа, окуляр которого устанавливается по глазу до появления четкого изображения шкал вращением диоптрийного кольца. Счет по кругам производят по соответствующим шкалам микроскопа. Поворотом и наклоном зеркала достигают оптимального освещения поля зрения.

Снятие показаний с лимбов. В верхней части поля зрения отсчетного микроскопа, обозначенной буквой В (рис. 2.2) видны штрихи

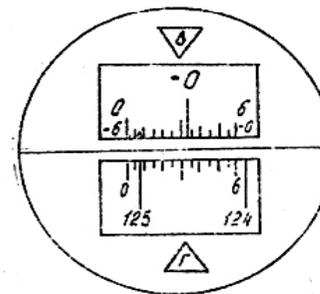


Рис. 2.2. Поле зрения микроскопа

лимба вертикального круга, в нижней части, обозначенной буквой Г, штрихи лимба горизонтального круга.

Отсчет производится по шкалам, цена деления которых составляет $5''$, с округлением до 0,1 деления (т.е. до $30''$). Шкала для отсчитывания служит штрих лимба. Шкала для вертикального круга имеет два ряда цифр. По нижнему ряду цифр со знаками "+" берут от-

счет в том случае, когда в пределах шкалы находится штрих лимба с таким знаком, и в противном случае показания также со знаком "-". На рис. 1.3 показание горизонтального круга равно $125^{\circ}08,5'$, вертикального - $0^{\circ}26'$.

5. Измерение горизонтального угла способом приемов

Горизонтальные углы измеряют способом приемов при двух положениях теодолита (вертикальный круг слева и справа от наблюдателя), чтобы избежать влияния эксцентриситета алидады горизонтального круга. При измерении правых по ходу лежащих углов поступают следующим образом (рис. 2.3). При "круге слева" зрительную трубу последовательно наводят на правую и левую точки хода (т. I и т. III), наблюдатель находится в точке II; снимают отсчеты по горизонтальному кругу, данные заносят в журнал измерения горизонтальных углов (табл. 2.1)

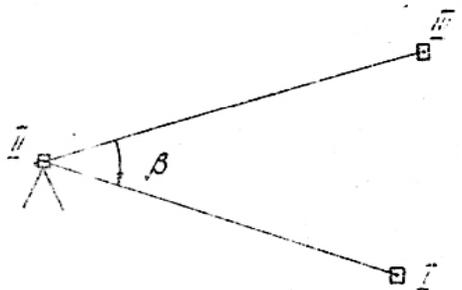


Рис. 2.3. Способ измерения горизонтального угла

Разность между двумя отсчетами соответствует значению угла из полуприема. Затем при "круге справа" зрительную трубу в той же последовательности наводят на правую и левую точки хода и снимают отсчеты по горизонтальному кругу. Разность значений дает угол из второго полуприема. Между полуприемами смещают горизонтальный круг на 90° .

Значения углов, полученные из 2^х полуприемов, не должны отличаться друг от друга более чем на двойную точность отсчетного при-

Таблица 2.1

№ станции	Наблюдаемые точки	КП КЛ	Отсчеты по гориз. кругу	Угол из полуприема	Угол из приема
Пример:					
II	I III	КЛ	$96^{\circ}34'$ $42^{\circ}18'$	$54^{\circ}16'$	$54^{\circ}15,5'$
	I III	КП	$7^{\circ}11'$ $312^{\circ}56'$	$54^{\circ}15'$	

способления, т. е. на $1'$. Если это условие выполнено, то вычисляют угол из приема, как среднее арифметическое их 2^х углов, полученных в полуприемах. В противном случае, измерения повторяют.

6. Измерение расстояния между двумя точками с помощью нитяного дальномера

Нитяной дальномер представляет собой два горизонтальных коротких штриха сетки нитей выше и ниже перекрестия (рис. 2.4).

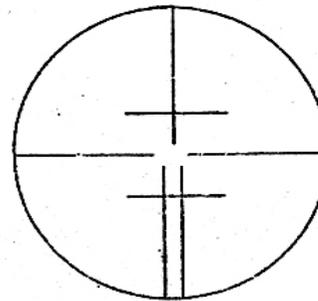


Рис. 2.4. Сетка нитей зрительной трубы

Расстояние измеряют дальномером по вертикальной рейке с сантиметровой шкалой делениями.

Наклонное расстояние L , выраженное в метрах, равно количеству сантиметровых делений рейки между дальними штрихами сетки. Для удобства отсчетов верхний штрих дальномера наводят на начало десятиметрового деления.

Горизонтальное проложение S вычисляют по формуле:

$$S = L \cdot \cos^2 \alpha$$

где α — угол наклона измеренной линии.

7. Измерение буссолью магнитного азимута

Ориентир буссоли (рис. 2.5) служит для измерения магн

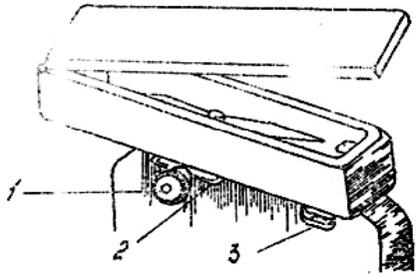


Рис. 2.5. Ориентир — буссоль

1 — закрепительный винт; 2 — кронштейн; 3 — винт арретира

азимут. При работе ее устанавливают в паз и закрепляют винтом. Положение магнитной стрелки наблюдает в зеркале, которому придают нужный наклон. Магнитную стрелку арретируют вращением винта арретира. Северный конец стрелки окрашен в синий цвет. Для уравновешивания стрелки на южном конце установлен передвижной грузик.

Измерение азимута проводят в следующем порядке. Буссоль устанавливают на теодолит и освобождают арретиром стрелку до свободного вращения. Скрепляют алидаду, совмещая "0" лимба с "0" алидады и закрепляют алидаду. Скрепляют лимб и вращают трубу теодолита до совмещения северного конца стрелки с нулевым делением на

кольце буссоли, после чего лимб закрепляют. Этими действиями "0" лимба будет ориентирован по направлению магнитного меридиана и отсчет по лимбу соответствует магнитному азимуту.

Для определения азимута какого-либо направления открепляют алидаду, трубу наводят на противоположную точку и снимают отсчет по горизонтальному кругу. Полученное значение и будет азимутом данного направления.

8. Вертикальный круг теодолита

Вертикальный круг теодолита предназначен для измерения вертикальных углов.

Он состоит из лимба и алидады. Лимб вертикального круга наглухо прикреплен к оси вращения зрительной трубы и вращается вместе с ней, алидада расположена на оси вращения трубы, но не скреплена с ней и при вращении трубы остается неподвижной.

Перед каждым отсчетом по вертикальному кругу пузырек уровня при алидаде горизонтального круга должен быть приведен на середину.

Вертикальный круг имеет секторную цифровку от 0° до 75° и от 0° до минус 75°.

9. Место нуля вертикального круга

Отсчет по вертикальному кругу, когда визирная ось горизонтальна, а пузырек уровня при алидаде горизонтального круга находится на середине, называется местом нуля или МН.

При работе с вертикальным кругом необходимо, чтобы для данной станции МН оставалось величиной постоянной и желательнее близкой к нулю (не превышающей двойную точность отсчетного приспособления).

Чтобы определить место нуля, наводят зрительную трубу на удаленную цель при двух положениях теодолита и снимают показания I и II. Перед наведением проверяют положение пузырька уровня при алидаде горизонтального круга.

Место нуля (МН) вычисляют по формуле:

$$МН = \frac{I + II}{2}$$

Повторяют определение МН и вычисляют его среднее арифметическое значение. Если среднее арифметическое значение места нуля больше 1', его исправляют.

Вычисляют исправленное значение:

$$L_{\text{испр.}} = L - MO \quad (\text{или} \quad P_{\text{испр.}} = P - MO)$$

и устанавливает его на вертикальном круге, центр сетки нитей совмещает с наблюдаемой точкой. Вспомогательными винтами сетку нитей перемещают до совмещения ее перекрестия с изображением наблюдаемой точки.

10. Измерение вертикальных углов

Вертикальным углом или углом наклона называется угол, образованный направлением визирной оси трубы и ее проекцией на горизонтальную плоскость.

Углы наклона вверх от горизонта считают положительными, а вниз - отрицательными.

Вертикальные углы α вычисляют по одной из формул:

$$\alpha = \frac{L - P}{2}$$

$$\alpha = L - MO,$$

$$\alpha = MO - P,$$

где L и P - показания лимба вертикального круга при его положениях слева и справа от наблюдателя при наведении зрительной трубы на одну и ту же точку.

Перед измерением вертикального угла пузырек уровня при алидаде горизонтального круга приводят подъемными винтами на середину.

Данные измерений записываются в журнал измерения вертикальных углов (табл. 10.1)

Таблица 2.2

Наименование станции	№ точки на плане	Отсчеты по левому кругу	Отсчеты по правому кругу	Место нуля MO	Угол наклона α
К	1	КП	КЛ		
		КЛ	КП		
	2	КП	КЛ		
		КЛ	КП		

Примечание: Место нуля (МО) определяют по формуле $MO = -\frac{L + P}{2}$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

I. Определение недоступного расстояния

Инструменты и принадлежности: теодолит, штатив, отвес, измерительная лента, тетрадь для записей.

ЗАДАНИЕ:

Определить расстояние до недоступного объекта, указанного преподавателем.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Студенты из бригады разбивают и измеряют лентой два базиса AB и BC от одной из точек недоступного расстояния так, чтобы образовались 2 треугольника (рис. 3.1).

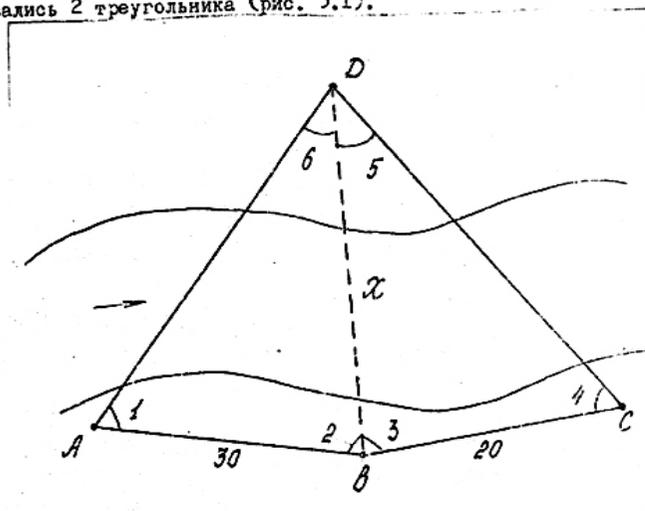


Рис. 3.1. Определение недоступного расстояния

В каждом треугольнике самостоятельно при помощи теодолита методом приемов измеряют по два угла при базисе (углы 1,2,3,4). Записи измерения угла ведутся в журнале принятой формы (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Журнал измерения горизонтальных углов

№ углов	№ точек	Отсчеты	Измеренные углы	Средние углы
I	В	К1 37° 40'	35° 30'	35° 30,5'
	Д	2° 10'		
	В	К2 130° 56'	35° 31'	
	Д	95° 25'		

Неприступное расстояние X = ВД вычисляется из треугольников по формулам:

для первого треугольника $ВД = X = \frac{AB \sin 1}{\sin 6}$

для второго треугольника $ВД = X = \frac{BC \sin 4}{\sin 5}$

Решения треугольников ведутся по формуле, указанной в табл. 3.2.

Таблица 3.2

№ треугол.	№ углов	Величина углов	sin угла	Длина базиса	Вычисление неприступного расстояния	Среднее расстояние
I	1	30,5'	0,5608	30,00	22,37	22,38
	2	20'	0,7789			
	6	9,5'				
2	3	54,5'	0,8526	20,00	22,39	22,38
	4	30'				
	5	38,5'				

$$f_c = \frac{0,02}{22,38} = \frac{1}{1199} \leq \frac{1}{1000}$$

Полученные расстояния сравнивают и определяют ошибку. Полученная ошибка не должна превышать величины 1/1000.

II. Определение высоты сооружения

Инструменты и принадлежности: теодолит, мерная лента, штатив, тетрадь для записей.

ЗАДАНИЕ:

Среднее расстояние, указанного преподавателем.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Студенты устанавливают теодолит последовательно в двух точках на разных расстояниях от сооружения и на каждой станции измеряют вертикальные углы α_v и α_n (рис. 3.2). Затем измеряют расстояние от инструмента до сооружения лентой. Результаты измерений и вычислений заносятся в табл. 3.3.

Таблица 3.3

№ точек визирования	Отсчеты по вертикальному кругу		Ю	d	d _н	tg α	h _н	H
	КП	КЛ						
верх	10°17'	349°41'	358°59'	+10°18'	67,48	0,1817	12,27	13,40
низ	359°02'	0°59'	360°00'	- 0°58'		0,0109	1,14	

Если один из вертикальных углов положительный, а другой отрицательный, то высота сооружения определяется по формуле:

$$H = h_1 + h_2 = d(tg \alpha_v + tg \alpha_n)$$

Если углы имеют один знак, .o

$$H = h_1 - h_2 = d(tg \alpha_v - tg \alpha_n)$$

Разница высот сооружений, полученных из двух постановок теодолита, не должна превышать 5 см.

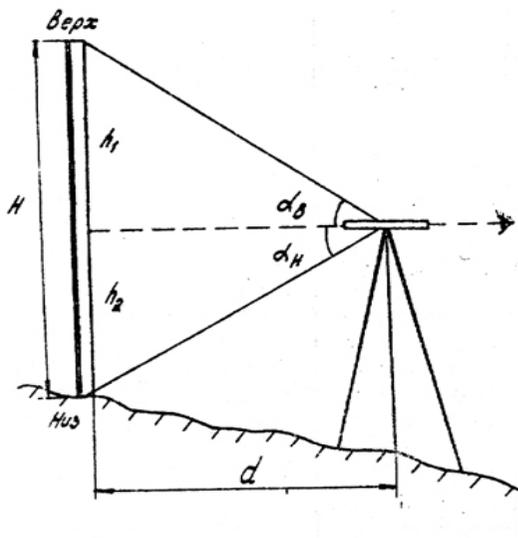


Рис. 3.2. Определение высоты сооружения

III. Определение крена сооружения

Инструменты и принадлежности: теодолит, штатив, рейка, тетрадь для измерений.

ЗАДАНИЕ:

Определить крен сооружения, указанного преподавателем.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Руководитель указывает каждому студенту сооружение, крен которого необходимо определить. Приложив перпендикулярно к сооружению рейку, студент проектирует на ней с помощью теодолита верхнюю точку M и измеряет расстояние l_1 (рис. 3.3) между гранью сооружения и полученной проекцией точки M.

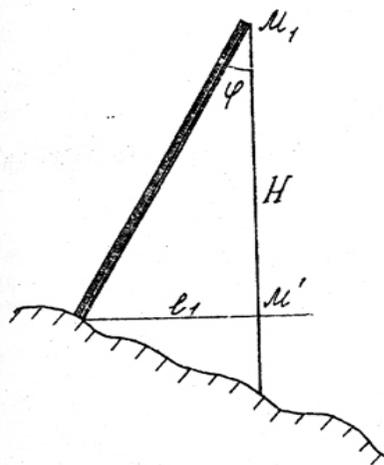


Рис. 3.3. Определение крена сооружения

Угловая величина крена определяется по формуле:

$$\varphi_1 = \frac{l_1}{H} \rho''$$

где H - высота сооружения; $\rho = 3438$.

Такие же измерения необходимо провести по второй плоскости, перпендикулярной к первой, и определить l_2 и φ_2 . Окончательную величину крена вычисляют по формуле:

$$l = \sqrt{l_1^2 + l_2^2}$$

IV. Вынос в натуру проектной (нулевой) отметки сооружения

Инструменты и принадлежности: нивелир, штатив, рейки, колпачки, тетрадь для записей.

ЗАДАНИЕ:

Вынести в натуру нулевой горизонт сооружения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

При разбивке здания или сооружения заключается в обозначенной точке нулевой горизонт, нулевой отметки - отметки чистого пола, нулевой отметки, от которой считаются все высоты сооружения. При этом указывается как: руководитель работ задает бригаде проектную отметку. На репер принимается точка, отметка которой известна. Между репером и определяемой точкой устанавливается нивелир и приводится в рабочее положение (рис. 3.4). На репер устанавливается рейка, по которой делается отсчет. Вычисляется горизонт инструмента:

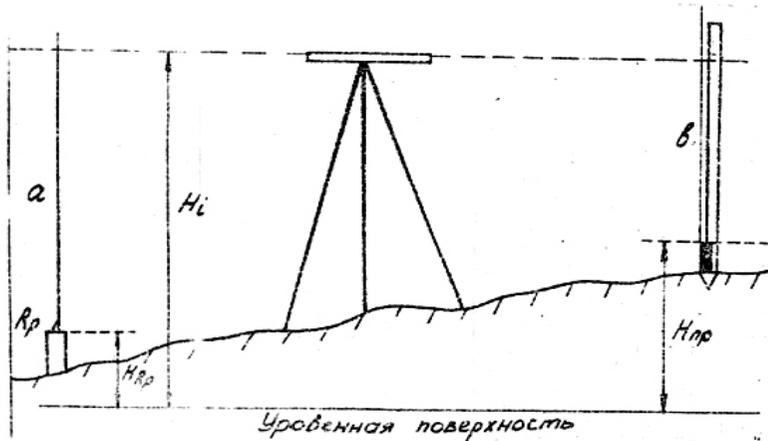


Рис. 3.4. Вынос в натуру проектной отметки

набивается рейка, по которой делается отсчет. Вычисляется горизонт инструмента:

$$H_i = H_{р} + a.$$

Значение проектной отметки вычитают из горизонта инструмента; этим находится отсчет по рейке "в" в проектной точке в тот момент,

когда ее пятка будет находиться на проектной высоте:

$$в = H_i - H_{пр.}$$

Далее устанавливает рейку на колышке заданной искомой по высоте точке В, забивает его в землю до тех пор, пока средняя горизонтальная нить сетки не покажет проектный отсчет "в".

Например: если даны: отметка $H_{р} = 286,589$ м исходного репера, проектная отметка $H_{пр.} = 285,839$ м точки В и получен отсчет $a = 1374$ мм по рейке репера, то горизонт инструмента станции будет

$$H_i = 286,589 + 1,374 = 287,963 \text{ м.}$$

Тогда забивает колышек в точке В до такого уровня, чтобы получить по средней горизонтальной нити сетки проектный отсчет на рейке этой точки, равный

$$в = 287,963 - 285,839 = 2124 \text{ мм.}$$

У. Аннесение в натуру линии заданного уклона

Инструменты и принадлежности: нивелир, штатив, нивелирные рейки, колышки, тетрадь для записей.

ЗАДАНИЕ:

Разбить наклонную прямую с заданной проектной отметкой начальной точки и уклоном линии.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

Проектная отметка начальной точки линии H_A и ее уклон i задается преподавателем каждой бригаде - начале занятия. Вычисляют проектную отметку конечной точки прямой В в соответствии с заданным уклоном:

$$H_{пр.В} = H_A + i \cdot d.$$

Вычисляют отсчет "в", который должен быть получен по рейке, поставленной в конечной точке В (рис. 3.5):

$$в = H_i - H_{пр.В}$$

(горизонт инструмента вычисляют $H_i = H_{р} + a_{р}$).

Визируют на рейку, поставленную в точку В, и передвигают по вертикали до тех пор, пока отсчет не будет равен предвычисленному "в".

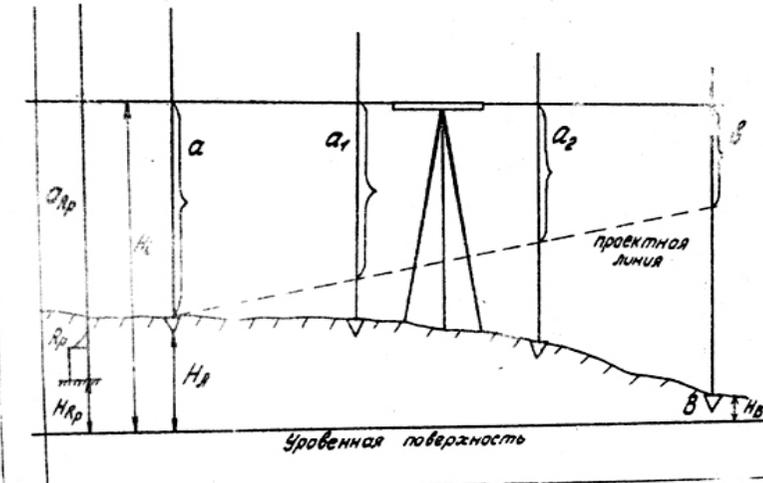


Рис. 3.5. Вынесение в натуру линии заданного уклона

Для обозначения промежуточных точек 1, 2, 3 и т.д. (через 20 м) предвычисляются отсчеты, которые должны быть на рейках, установленных на этих точках:

$$a_1 = a + id_1,$$

$$a_2 = a_1 + id_2 \text{ и т.д.}$$

Величины "подсыпок" или "срезок" на каждом кольшке определяются как разность между действительными отсчетами по рейке и предвычисленными.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа 1 «Знакомство с устройством нивелиров Н-3 и Н-3К и работа с ними»	3
Лабораторная работа 2 «Приборы и инструменты для измерения линий, горизонтальных и вертикальных углов»	13
Лабораторная работа 3 «Инженерно – геодезические задачи»	23
3.1. Определение недоступного расстояния	23
3.2. Определение высоты сооружения	24
3.3. Определение крена сооружения	26
3.4. Вынос в натуру проектной (нулевой) отметки сооружения	27
3.5. вынесение в натуру линий заданного уклона	29

Составитель: Л.А.Юзбекова