Дагестанский государственный университет народного хозяйства

«Утверждаю»
Ректор, д.э.н., профессор
_____ Бучаев Я.Г.
30 августа 2017г.

Кафедра «Землеустройство и земельный кадастр»

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ГЕОДЕЗИЯ»

Направление подготовки – 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Квалификация - бакалавр

Махачкала – 2017 г.

УДК 528.48(07)
ББК 26.1

Составитель: Абдуллаев Абдулла Рафикович, преподаватель кафедры «Землеустройство и земельный кадастр» Дагестанского государственного университета народного хозяйства.

Внутренний рецензент: Селимханов Даниял Нажидинович, кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Землеустройство и земельный кадастр» Дагестанского государственного университета народного хозяйства.

Внешний рецензент: Ахмедова Рекият Курбалиевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные дороги» МФ Московского автомобильно – дорожного университета (МАДИ).

Лабораторный практикум по дисциплине «Геодезия» разработан в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки - подготовки 21.03.02- «Землеустройство и кадастры», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 октября 2015 г. № 1084

Лабораторный практикум по дисциплине «Геодезия» размещен на сайте www.dginh.ru

Абдуллаев А.Р. Лабораторный практикум по дисциплине «Геодезия» для направления подготовки - 21.03.02- «Землеустройство и кадастры», профиль «Земельный кадастр», - Махачкала: ДГУНХ, 2017г., - 28 с.

Рекомендовано к утверждению
Учебно-методическим советом ДГУНХ
Председатель Учебно-методического совета ДГУНХ, проректор по учебной работе, доктор экономических наук, профессор Казаватова Н.Ю.
30 августа 2017г.

Одобрено Советом инженерного факультета
29 августа 2017г., протокол №1.
Председатель Совета
Акаев А.И., к.т.н.

Одобрено на заседании кафедры «Землеустройство и земельный кадастр»
28 августа 2017г., протокол № 1
Зав.кафедрой к.с/х.н. Исмаилов А.Б.
к.с-х. наук, доцент

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
1. Лабораторная работа №1.
Работа с топографическими картами.....5
2. Лабораторная работа №2
Угловые измерения. 8
3. Лабораторная работа №3
Нивелирование.....14
4. Лабораторная работа №4.
Нивелирование поверхности по квадратам. 18
5. Лабораторная работа №5.
Построение разбивочного чертежа котлована.....21
6. Лабораторная работа №6.
Разбивка линий. 23
7. Лабораторная работа №7.
Расчет и разбивка основных элементов круговых кривых.....25
8. Лабораторная работа №8
Передача отметок на дно котлована. 26
Список литературы. 28

Введение

Проведение геодезических работ при землеустройстве и в строительстве представляется особенно актуальным в связи с практически повсеместным увеличением объемов землеустроительных работ, как в рамках Национальных проектов, так и для удовлетворения нужд различных отраслей народного хозяйства. Таким образом, возникает необходимость в квалифицированных кадрах, способных грамотно решать поставленные перед ними задачи, что невозможно без знаний современных методов инженерной геодезии, применяемых практически на всех стадиях строительства . Таким образом, задачей лабораторного курса геодезии является изучение студентами основных приборов и методов проведения геодезических работ.

Лабораторная работа №1. Работа с топографическими картами.

Цель работы: научиться выполнять основные виды работ с топографическими картами.

Для выполнения работы студентам раздаются комплекты топографических карт масштабом 1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000. Рамка топографической карты называется картографической. Она разбита на минуты, которые, в свою очередь разделены на десятки секунд (обозначено точками). На боковых сторонах рамки нанесены деления по широте, на северной и южной – по долготе. Соединив однозначные деления минут или секунд долготы, нанесенные на северной и южной рамках, получим направление истинного или географического меридиана данной долготы.

1.1. Определение расстояний по топографической карте.

Планом называют подобное и уменьшенное изображение проекций контуров местности на горизонтальную плоскость. Отличительной способность плана является постоянство масштаба в различных его частях.

Картой называют построенное по определенным математическим законам уменьшенное изображение на плоскости части земной поверхности с учетом кривизны Земли.

Отрезок линии на плане или карте откладывается либо измеряется с учетом точности масштаба. Точностью масштаба называется размер линии местности, соответствующий 0,1 мм плана или карты. Масштаб обозначают либо дробью (числовой), либо в виде графических изображений. Подписывают масштаб под южной рамкой карты.

Для выполнения задания, каждому студенту на всех картах комплектов преподавателем задаются две характерные точки местности (высоты, горы, населенные пункты, родники и т.д.), между которыми при помощи масштаба нужно определить расстояние. Для этого надо при помощи линейки измерить количество сантиметров между точками и при помощи масштаба перевести в метры, а затем ответ записать в километрах.

1.2. Определение географических координат точек местности на топографической карте.

В систему географических координат входят такие величины как широта (φ), долгота (λ) и высота (H). Преподавателем каждому студенту на всех картах комплекта задается точка, для которой нужно определить все эти координаты.

Для того чтобы определить долготу (λ) точки надо провести через нее истинный меридиан, параллельный западной и восточной сторонам рамки карты. Далее надо сосчитать, сколько минут и секунд заключено между западной стороной рамки и истинным меридианом, полученное число минут и секунд прибавить к долготе западной рамки.

Широту (φ) точки находят аналогичным путем, пользуясь делениями западной и восточной рамок, только вместо меридиана проводят параллель, а полученное количество минут и секунд прибавляют к широте южной рамки.

Высоты на картах и планах принято изображать при помощи горизонталей. На протяжении всей длинны которых значение высоты остается неизменным. На карте указано через какое количество метров закладываются горизонтали. Называется эта величина высотой сечения рельефа и подписывается под южной рамкой карты. Каждая пятая горизонталь выделяется более толстой линией и ее высота подписывается. Верхняя часть цифры указывает в сторону повышения рельефа.

Если точка находится на горизонтали, то ее высота является и высотой точки. Если же точка находится между двумя соседними горизонталями, то нужно измерить расстояние между ними (a) в метрах, затем расстояние от более низкой горизонтали (b) и посмотреть превышение одной горизонтали над другой (h), которое будет равно высоте сечения рельефа. Далее надо найти превышение точки над более низкой горизонталью (h_1) по формуле:

$$h_1 = \frac{b \cdot h}{a} \qquad (1).$$

Далее к высоте более низкой горизонтали мы прибавляем превышение h_1 и получаем абсолютную высоту искомой точки Н.

1.3. Определение прямоугольных координат в проекции Гаусса-Крюгера.

В проекции Гаусса-Крюгера земная поверхность разбита на трех- и шестиградусные зоны. В этих зонах началом отсчета для координат x и y являются: экватор и осевой меридиан, соответственно. От этих начальных линий в пределах зоны, через каждый километр нанесены линии километровой сетки. Расстояние в километрах от экватора подписано на западной и восточной рамке, от осевого меридиана – на северной и южной.

Для того чтобы определить координату x надо записать значение нижней линии квадрата, в котором находится точка. Далее измеряют расстояние от линии до точки в метрах. Затем переводят значение нижней линии сетки квадрата в метры и прибавляют к нему измеренное расстояние до точки.

Аналогично определяют координату y, только здесь за начальную линию принимают левую рамку квадрата.

1.4. Определение крутизны ската.

В практике геодезических изысканий возникает необходимость определения крутизны ската рельефа местности. Крутизной ската называется угол наклона ската к горизонтальной плоскости. Чем больше этот угол, тем скат круче. Как правило, измеряю крутизну ската между двумя горизонталями. Для этого циркулем замечают расстояние между горизонталями и прикладывают раствор циркуля к шкале заложений, находящейся под южной рамкой карты. Преподавателем по карте задается каждому студенту участок склона, для которого нужно определить крутизну ската.

1.5. Ориентирование линий.

Сориентировать линию – значит определить ее положение относительно исходных направлений. Исходными направлениями в геодезии являются осевой меридиан, магнитный меридиан, истинный меридиан и т.д.

В данной работе студентам предлагается определить дирекционный угол – угол между осевым меридианом (северным направлением километровой сетки) и линией; истинный азимут – угол между северным направлением истинного меридиана (боковая рамка карты).

Преподавателем задается каждому студенту линия на карте. Для того чтобы определить дирекционный угол линии надо через начальную точку провести линию параллельную километровой сетке и от ее северного направления по часовой стрелке транспортиром замерить угол до линии. Так же находится и истинный азимут, но за начальное направление принимается линия, параллельная боковой рамке.

Лабораторная работа №2. Угловые измерения.

Цель работы: ознакомиться с устройством теодолитов ТТ-5, научиться выполнять их поверки, ознакомиться с методикой измерения вертикальных и горизонтальных углов.

2.1. Устройство теодолита ТТ-5.

Теодолит-тахеометр ТТ-5 является повторительным. Лимб теодолита оцифрован по ходу часовой стрелки через каждые 5°. Цена деления лимба равна $10^{/}$; точность верньера $30^{//}$. Вертикальный круг теодолита имеет ту же оцифровку, что и горизонтальный. Имеет следующие основные оси:

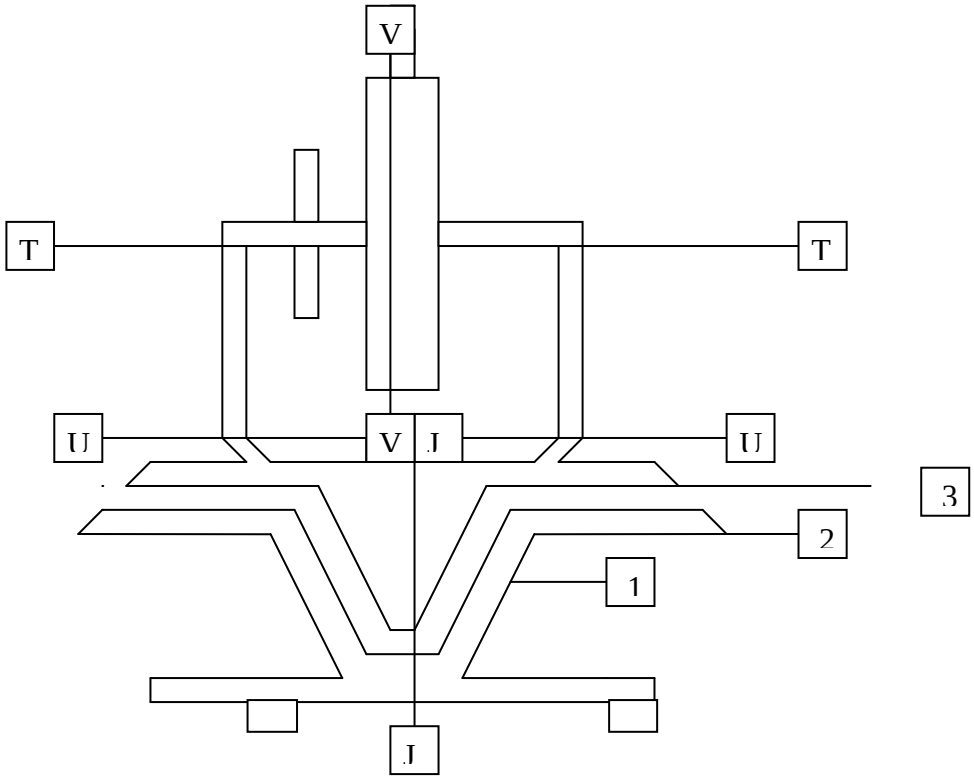


Рис. 1. Схема осей теодолита ТТ-5.

1 – подставка теодолита; 2 – лимб; 3 – алидада; JJ – основная ось теодолита; UU – ось уровня; VV – визирная ось; TT – горизонтальная ось вращения зрительной трубы.

В своем составе теодолит ТТ-5 имеет следующие основные части:

1 – пружинящая пластина с втулкой для станового винта; 2 – подъемный винт; 3 – подставка; 4 – микрометренный (или наводящий) винт лимба горизонтального круга; 5 – подставка трубы; 6 – наводящий винт трубы; 7 - наводящий винт алидады вертикального круга; 8 – труба; 9 – вертикальный круг; 10 – закрепительный винт трубы; 11 – окуляр; 12, 13 – закрепительный и наводящий винты алидады горизонтального круга; 14 – неподвижная лупа; 15 – закрепительный винт горизонтального круга; 16 – исправительный винт

уровня; 17 – закрепительный винт подставки; 18 – колпачок, прикрывающий исправительные винты сетки нитей.

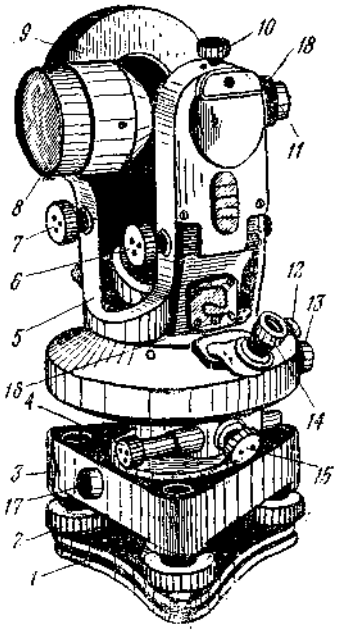


Рис. 2. Устройство теодолита ТТ-5.

Отсчетное устройство теодолита ТТ-5 состоит неподвижного лимба и вращающейся алидады. На лимбе нанесены градусы длинными штрихами, каждый градус разбит на $60^{/}$ шестью короткими штрихами.

Рис. 3. Отсчетное устройство теодолита ТТ-5.

1 – лимб, 2 – верньер. Отсчет составляет $170^{o}44^{/}30^{//}$.

На алидаде $10^{/}$ разбиты длинными штрихами на единицы, короткие штрихи каждую минуту на $30^{//}$. Таким образом, при помощи отсчетного устройства можно снимать значения градусов, минут и секунд. Для того чтобы узнать, какое количество градусов показывает отсчетное устройство, надо посмотреть какое значение градусов пересекла нулевая отметка алидады. Для того чтобы узнать количество десятков минут нужно отметить количество коротких штрихов на лимбе от значения градуса. Таким образом, по лимбу (или нижнему кругу смотрят значения градусов и десятков минут), а по кругу алидады (или верхнему кругу) единицы минут и секунды. Круг алидады разделен на единицы минут длинными штрихами, каждая минута поделена на $30^{//}$ коротким штрихом. Смотрят, какой из штрихов верхнего круга совпадет со штрихом нижнего круга без зазоров. Если это длинный штрих то, отсчи-

тывая от нуля количество штрихов, получают значение минут с точностью до единицы и нулевое значение секунд. Если совпал короткий штрих то, отсчитывая от нуля количество единиц минут, к ним приписываем $30^{//}$.

2.2. Поверки теодолита ТТ-5

1. Поверка перпендикулярности оси UU цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга к основной оси JJ инструмента.

Устанавливают уровень по направлению двух подъемных винтов и поворачивая их в разные стороны, приводят пузырек в нульпункт.

Поворачивают алидаду на 180°. Если после поворота алидады пузырек уровня остался на середине, то условие выполнено. В противном случае, действуя исправительным винтом уровня, перемещают пузырек к нульпункту на половину дуги отклонения.

Для контроля действия повторяют, т.е. вновь приводят пузырек на середину вращением подъемных винтов, поворачивают алидаду на 180° и т.д.

Перед производством последующих поверок необходимо основную ось теодолита привести в отвесное положение. Для этого вращением подъемных винтов, по направлению которых был установлен уровень, приводят пузырек на середину. Вращением алидады устанавливают уровень вдоль третьего подъемного винта и, действуя им, приводят вновь пузырек на середину.

2. Поверка перпендикулярности визирной оси VV к оси ТТ вращения трубы.

Если это условие не выполнено, то визирная ось и нормаль к оси вращения трубы составят некоторый угол с. Этот угол называется коллимационной ошибкой. Закрепляют винтом лимб, наводят центр сетки (при круге право – КП) на отдаленную точку местности, расположенную на одном уровне с осью вращения трубы, производят отсчеты по двум верньерам и вычисляют среднее из них. Переводят трубу через зенит, поворотом алидады наводят (при круге лево – КЛ) центр сетки на ту же точку, вновь производят отсчеты по верньерам и находят среднее из них. Если средние отсчеты при наведении на точку местности при КП и КЛ отличаются друг от друга на $180^{o} \pm 2t$, где t – точность верньера, то условие выполнено. В противном случае, действуя микрометренным винтом алидады, устанавливают нуль верньера на средний из отсчетов, полученных при КП и КЛ. Центр сетки при этом сойдет с наблюдаемой точки. Отвернув колпачок и действуя исправительными винтами сетки, совмещают ее центр с точкой местности. Величина коллимационной ошибки находится по следующей формуле:

$$c = \frac{R - L}{2} \qquad (2).$$

где:

R – средний из отсчетов при КП,

L - средний из отсчетов при КЛ.

Средние отсчеты берутся без учета градусов.

Если величина коллимационной ошибки с будет больше чем 2t, то производят юстировку. Для этого, находят отсчет k, соответствующий перпендикулярному положению визирной оси к оси вращения трубы по формуле:

$$k = \frac{R + L}{2} \qquad (3)$$

На этот отсчет устанавливают нуль первого верньера при КЛ. Действуя горизонтальными исправительными винтами сетки нитей, совмещают ее центр с точкой местности. Для контроля поверку повторяют.

3. Горизонтальная ось ТТ вращения трубы должна быть перпендикулярна основной оси JJ инструмента.

Устанавливают теодолит на расстояние 20-30 м от стены высокого здания (или другого предмета) и приводят основную ось инструмента в отвесное положение.

Закрепляют лимб, наводят центр сетки на четко видимую высокую точку В в стене здания, закрепляют алидаду, отпускают трубу примерно до горизонтального положения и отмечают на стене проекцию b_1 центра сетки нитей.

Переводят трубу, через зенит, открепляют алидаду, вновь визируют на точку В, закрепляют алидаду и опускают трубу до уровня отмеченной ранее на стене точки b_1.

Если центр сетки совпал с точкою b_1, то условие выполнено. В противном случае отмечают на стене вторую проекцию b_2 центра сетки. Если отношение отрезков $\frac{b_1 b_2}{B b_1} \le \frac{1}{600}$, то условие выполнено. В противном случае юстировка инструмента производится в оптико-механической мастерской.

4. Вертикальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси ТТ вращения трубы.

Наводят центр сетки на хорошо видимую точку местности. Действуя наводящим винтом трубы, вращают ее в отвесной плоскости. Если нить сетки не сходит с наблюдаемой точки, то условие выполнено. В противном случае слегка открепляют винты, крепящие окулярную часть трубы, и поворачивают ее (вместе с сеткой) так, чтобы условие было выполнено, после чего винты закрепляют.

2.3. Измерение горизонтальных углов способом приемов.

Горизонтальный угол получают как разность двух направлений, выходящих из его вершины.

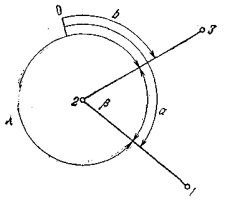


Рис. 4. Схема измерения горизонтальных углов.

Два таких направления 2-1 и 2-3 составляют два угла: $\angle\beta$ – правый и $\angle\lambda$ – левый. В зависимости от того, какой измеряют, определяется очередность

наведения трубы на точки. Для получения правого угла сначала наблюдают правую, или заднюю точку (точку 1), а потом левую, или переднюю (точку 3), тогда

$$\angle\beta = a - b \qquad (4).$$

При измерении левого угла сначала визируют на переднюю, а потом на заднюю точки и значение угла получают по формуле

$$\angle\lambda = b - a \qquad (5).$$

Чтобы определить, какая точка правая, какая левая, надо стать в вершине угла, лицом внутрь его.

Преподавателем выбираются 3 точки. Устанавливают теодолит над вершиной измеряемого угла и подготавливают его для измерений.

Закрепляют лимб, открепляют закрепительный винт алидады и трубы, наводят ее на правую точку 1, производят отсчеты по двум верньерам (по первому – градусы, минуты, секунды, а по второму – только минуты и секунды) и вычисляют среднее их них.

Открепляют алидаду, наводят трубу на левую точку 3, производят отсчеты по двум верньерам и вновь вычисляют среднее из них.

Из среднего отсчета на правую (заднюю) точку вычитают средний отсчет на левую (переднюю) точку и получают значение угла. Если отсчет на правую точку окажется меньше отсчета на левую (нуль лимба оказался между сторонами измеряемого угла), то к отсчету на правую точку прибавляют 360°. Эти действия составляют круг право – КП. На этом заканчивается первый полуприем.

Переводят трубу через зенит, смещают лимб на угол, близкий к 90°, и при КЛ вновь производят все действия в указанном выше порядке. Эти действия составляют второй полуприем.

Два полуприема образуют полный прием. Значения угла, полученные из первого и второго полуприемов, могут отличаться друг от друга не более чем на двойную точность верньера. При этом условии находят среднее значение угла. При большем расхождении угол измеряют вновь.

Все данные заносят в журнал измерения горизонтальных углов.

Журнал измерения горизонтальных углов способом приемов.

№ точки	Отсчеты								Угол из 1-го и 2-го полуприемов			Среднее из углов		
	I верньер			II верньер		Среднее из отсчетов								
	°	′	″	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
КП														
1														
3														
КЛ														
1														
3														

Вертикальный угол так же, как и горизонтальный, составлен двумя направлениями. Одно направление дает линия визирования, другое соответствует горизонтальному положению визирной оси.

Для измерения угла наклона теодолит снабжен вертикальным кругом, наглухо скрепленным с осью вращения трубы и вращающимися вместе с ней. Разность отсчетов по вертикальному кругу производят при помощи отсчетных приспособлений алидады. Начальный индекс алидады во время работы должен сохранять неизменное положение. Для этой цели алидада снабжена уровнем, пузырек которого перед отсчетом по вертикальному кругу приводится в нульпункт при помощи микрометренного винта.

Углы наклона (ν) вычисляют по формулам:

$$\nu = R - MO$$
$$\nu = MO - L \qquad (6)$$
$$\nu = \frac{R - L}{2}$$

Где:

R- отсчет по вертикальному кругу при КП;

L – отсчет по вертикальному кругу при КЛ;

МО – место нуля.

Место нуля это отсчет по вертикальному кругу, соответствующий горизонтальному положению визирной оси, когда пузырек уровня при алидаде вертикального круга находится в нульпункте. Место нуля определяется по формуле:

$$MO = \frac{R + L}{2} \qquad (7)$$

Отсчет градусных делений проводят по верньеру, ближайшему к окуляру (этот верньер будет расположен около нуля лимба вертикального круга). При вычислении по приведенным формулам углов наклона и места нуля надо к отсчету, меньшему 90°, прибавить 360°.

Все данные заносятся в журнал.

Журнал измерения вертикальных углов.

№ точки	Отсчеты					Средний отсчет			Место нуля			Угол наклона		
	I верньер			II верньер										
	o	/	//	/	//	o	/	//	o	/	//	o	/	//
КП														
1														
3														
КЛ														
1														
3														

Лабораторная работа №3. Нивелирование.

Цель – изучить устройство нивелира и нивелирной рейки; научиться производить отсчеты по нивелирной рейке; научиться вычислять превышения методом нивелирования из середины.

3.1. Устройство нивелира НВ-1.

Нивелир НВ-1 предназначен для нивелирования III, IV классов и технического. Он имеет следующие основные детали:

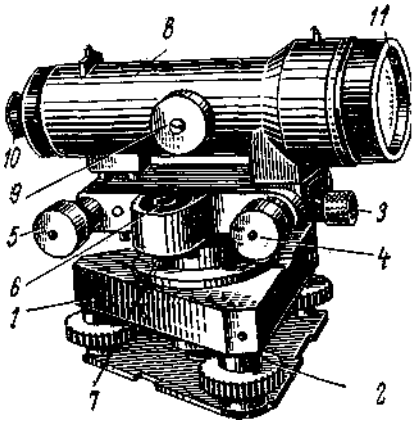


Рис. 5. Устройство нивелира НВ-1.

1 – трегер; 2 – подъемные винты; 3 – закрепительный винт; 4 - наводящий винт; 5 – элевационный винт; 6 – круглый уровень; 7 – исправительные винты круглого уровня; 8 – зрительная труба; 9 – кремальера; 10 – окуляр; 11 – объектив.

3.2. Устройство нивелирной рейки.

Нивелирные рейки изготавливают из деревянных брусьев двутаврового сечения шириной 8-12 см и толщиной 2-3 см.

При нивелировании III и IV классов, а также техническом применяют рейки цельные длиной 3 м и складные длиной 3 или 4 м с шашечными делениями величиной 1 см. Деления могут быть с одной стороны (односторонние) рейки и с двух сторон (двусторонние).

На двусторонних рейках с одной стороны чередуются красные и белые деления (красная сторона реек), а на другой стороне – черные и белые (черная сторона). На черной стороне счет делений идет от пятки рейки, с которой совмещен нуль.

Красная сторона реек может быть двух видов:

а) деления сантиметровые, с пяткой совмещен отсчет 4687 или 4787, т.е. на рейках одного комплекта отсчеты различаются на 100 мм;

б) деления одиннадцатиметровые, с пяткой рейки совмещен отсчет, равный нулю.

Каждый дециметр рейки подписан перевернутыми цифрами, что дает возможность в трубу нивелира видеть их прямое изображение.

Рейки во время работы устанавливают на деревянные колья, башмаки или костыли.

3.3. Поверки нивелира НВ-1.

1. Ось цилиндрического уровня должно быть перпендикулярна оси инструмента.

Производят предварительную установки оси нивелира в отвесное положение, для чего, действуя подъемными винтами, приводят пузырек круглого уровня на середину.

Далее цилиндрический уровень устанавливают по направлению двух подъемных винтов и, действуя ими, приводят пузырек в нульпункт (приводят концы половинок пузырька в контакт). Вращением верхней части нивелира поворачивают уровень на 180°. Если после поворота уровня концы пузырька остались в контакте, то условие выполнено. В противном случае, действуя исправительным винтом, уменьшают величину расхождения изображения концов пузырька на половину. Поверку контроля повторяют.

2. Средняя горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна к оси нивелира.

Поверка производится аналогично поверке перпендикулярности вертикальной нити сетки к оси вращения трубы теодолита.

Юстировка производится поворотом оправы сетки нитей. Для этого надо снять окулярную часть трубы и ослабить винты, которыми сетка крепится к корпусу трубы. После поворота сетки винты надо закрепить.

3. Поверка главного условия: параллельности оси цилиндрического уровня и визирной оси.

Поверка производится двойным нивелированием одной и той же линии. Линия длиной 50-70 м должна быть закреплена кольями.

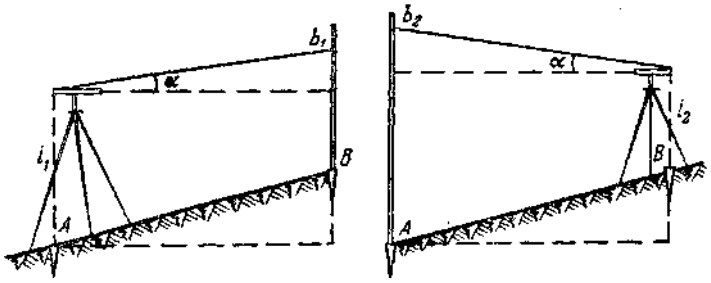


Рис. 6. Поверка главного условия.

Над точкой А устанавливают нивелир так, чтобы окуляр трубы был на отвесной линии, проходящей через эту точку. Приводят ось нивелира в отвес-

ное положение, измеряют высоту i_1 инструмента и производят отсчет b_1 по рейке, установленной в точке В.

Высота инструмента должна быть измерена с точностью отсчета по рейке. Для этого на колышек устанавливают отвесно рейку, надевают на объектив колпачок с отверстием в центре.

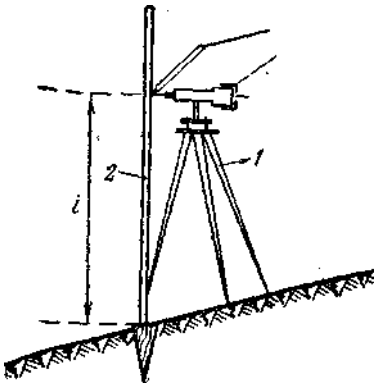


Рис. 7. Измерение высоты нивелира.

Глядя на рейку через отверстие, вводят в поле зрения острие карандаша и делают метку. Высота инструмента i_1 будет равна отсчету по рейке от ее пятки до карандашной метки.

Переставляют местами нивелир и рейку, определяют высоту инструмента i_2 на точке В и производят отсчет b_2 по рейке в точке А.

Вычисляют ошибку x, возникающую из-за несоблюдения главного условия, по формуле:

$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2} \qquad (8).$$

Если оказалось, что $|x| \leq 4$ мм, то условие выполнено. В противном случае отвинчивают крышку и, действуя исправительными винтами сетки, устанавливают ее центр на отсчет $b_2^{/}=b_2-x$.

3.4. Нивелирование «из середины».

Измерение превышений при геометрическом нивелировании производят чаще всего по способу «из середины».

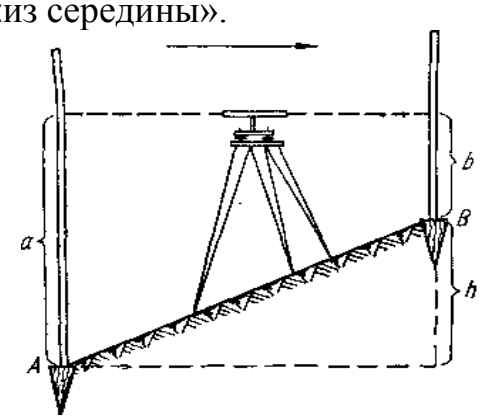


Рис. 8. Схема нивелирования «из середины».

А, В – задняя и передняя точки, а и b – отсчеты по рейкам, h – превышение.

При этом пользуются формулой

$h = a - b$ (9),

где h – превышение, a, b – отсчеты соответственно по задней и передней рейкам.

Преподавателем выбираются две точки, между которыми надо вычислить превышение. Результаты заносятся в журнал наблюдений.

Журнал технического нивелирования.

№ станций	№ точек	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм		Средние превышения, мм		Горизонт инструмента, м	Отметки, м	
		задний	передний	промежуточный	+	-	+	-		вычисленные	исправленные
1	2	14,4	15,7	-	-	1,3	-	1,25	14,7	-	-
2	1	62,4	63,6	-	-	1,2	-		15,3	-	-

Лабораторная работа №4. Нивелирование поверхности по квадратам.

Цель работы - по вычисленным отметкам вершин квадратов построить план нивелирования поверхности в горизонталях.

4.1. Порядок выполнения работы.

Согласно отсчетам по рейке, приведенным в ведомости вычисления отметок связующих точек, найти средние превышения.

Таблица

Ведомость вычислений отметок связующих точек

№ станции	№ нивелируемых точек	Отсчеты по рейке		Превышения				Горизонт инструмента	Отметки
		задний	передний	вычисленные		средние			
				+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	1А	1730							
	3Д	1756	2520 2543						
I I	3Д	1555							
	5Б	1534	2367 2344						
I II	5Б	2543							
	1А	2526	0936 0921						
		11642	11631						
		+ 11 мм							

Алгебраическая сумма средних превышений для замкнутого нивелирного хода (1А-3Д-5Б-1А) теоретически должна быть равна нулю, т.е.

$$\sum h_{cp} = 0 \qquad (10)$$

В противном случае получится невязка в превышениях равная:

$$f_h = \sum h_{cp} \qquad (11)$$

Величина допустимой невязки определяется по формуле:

$$f_{hдоп} \le 10 мм \sqrt{n} \qquad (12)$$

где n – число станций.

Вычисляют отметки связующих точек 3Д и 5Б. Отметка связующей точки 1А задается преподавателем, к ней в зависимости от знака или прибавляются, или вычитаются средние превышения.

Вычисляют горизонты инструмента (ГИ) на станциях I, II, III. ГИ на станции вычисляют дважды с учетом отсчетов по задней и передней связующим точкам по формуле:

$$H_{ГИ} = H_a + a_ч = H_b + b_ч \qquad (13)$$

где H_a и H_b – отметки связующих точек для данной станции,

$a_ч$ и $b_ч$ – соответственно задний и передний отсчеты по черной стороне рейки на станции.

Вычисляют отметки вершин квадратов, используя вычисленные горизонты инструмента и отсчеты по рейке по формуле:

$$H_{кв} = H_{ГИ} - a \qquad (14)$$

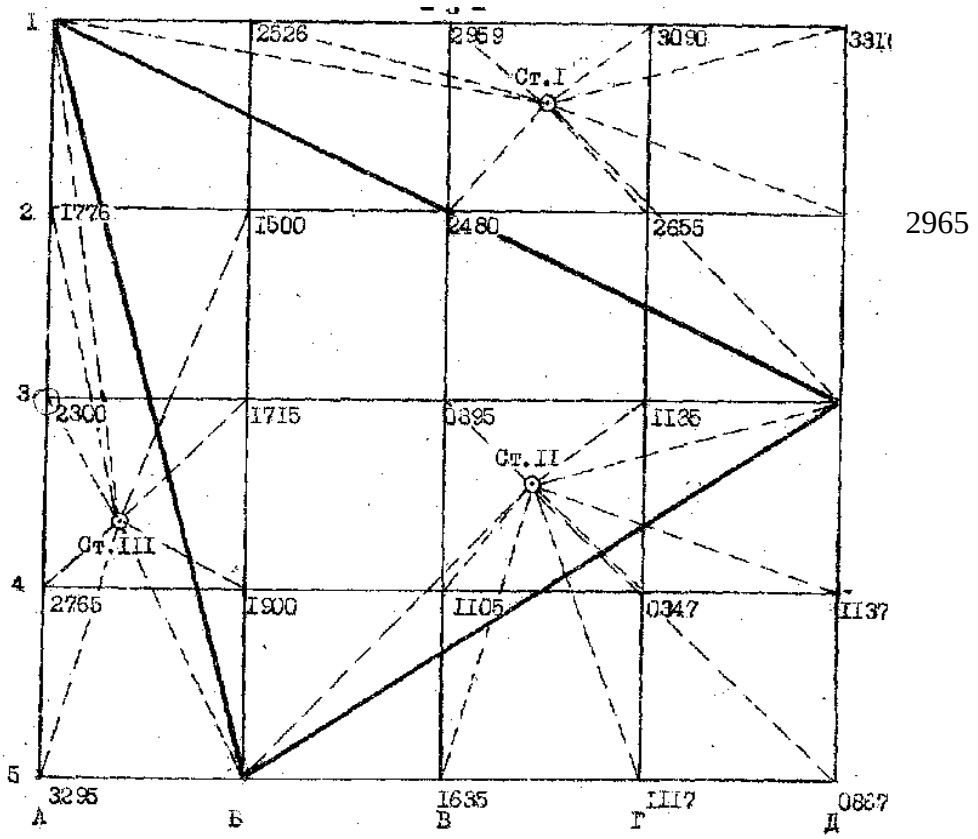


Рис. 10. Схема нивелирования по квадратам.

После вычисления отметок вершин квадратов на листе ватмана строят сетку квадратов со сторонами 20 м в масштабе 1:500 (1см – 5 м). В вершинах квадратов пишут отметки. Название плана надписывают сверху, а внизу указывают масштаб и сечение горизонталей. После этого приступают к интерполяции и проведению горизонталей

Интерполяция отметок выполняется через 0,25м. Для удобства сначала проводятся горизонтали с целыми отметками, затем с отметками 0,5м, после этого с отметками 0,25м и 0,75м. Для интерполяции составляется пропорция:

20 – h

x – a

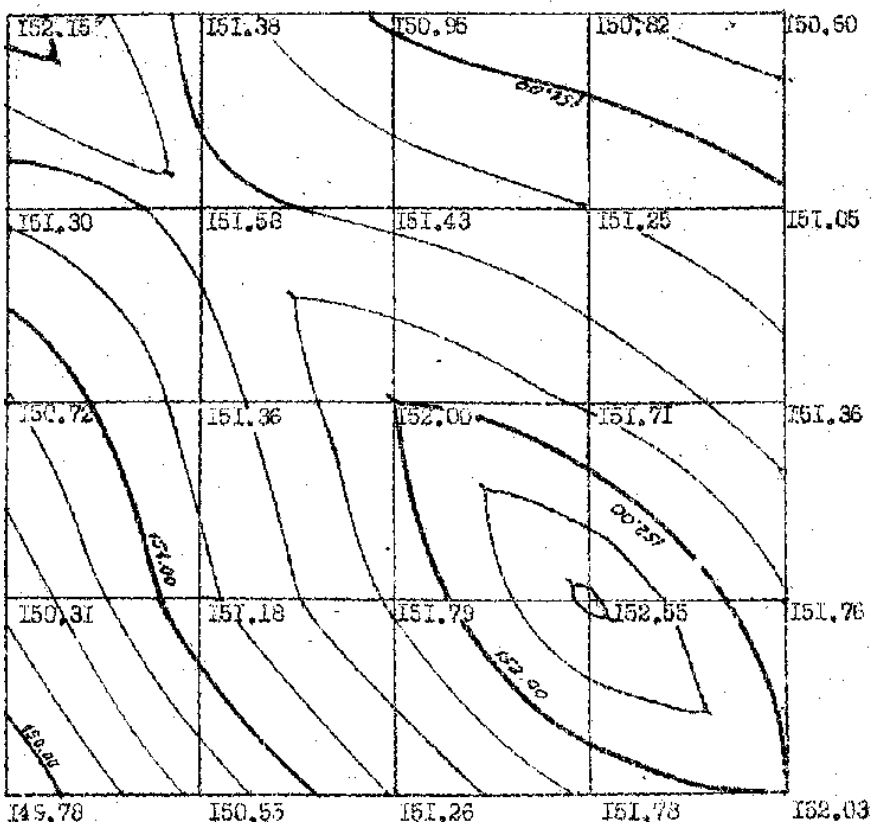
где 20м – сторона квадрата;

h – перепад высот между вершинами квадрата, м;

x – расстояние от вершины квадрата до горизонтали в плане, м;

a – превышение горизонтали над вершиной квадрата, м.

Превышение горизонтали над вершиной квадрата находится по формуле:



$$x = \frac{20 \cdot a}{h} \qquad (15)$$

Чтобы получить высотную отметку горизонтали надо к отметке вершины квадрата прибавить превышение. Далее последовательно проводят горизонталь через соседние квадраты.

Отметки горизонталей кратные 1м (каждая пятая), подписывают на плане так, чтобы верх цифр был направлен к возвышенной части рельефа.

Рис. 11. Пример построения горизонталей по результатам нивелирования.

4.2. Задания.

1. Найти отметку точки А, взятой между соседними горизонталями. Точка А намечается студентом между двумя любыми горизонталями. Найденную отметку надписать на плане около точки.

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

3. Построить продольный профиль по плану нивелирования поверхности в направлении через точки 3А-1Б-2Д-4Г-5А в масштабах: горизонтальном 1:500 и вертикальном 1:50.

Лабораторная работа №5. Построение разбивочного чертежа котлована.

Цель работы – ознакомиться с методикой построения разбивочного чертежа котлована.

5.1. Ход работы.

Составляют разбивочный чертеж котлована прямоугольного очертания под фундамент сооружения. Для этого, по плану нивелирования поверхности по квадратам (см. лабораторную работу № 4) принимают размеры контура дна котлована (20х40м), ограниченного вершинами квадратов 3Б, 3Г, 4Г, 4Б, отметки точек (черные): 3Б, 3В, 3Г, 4Г, 4В, 4Б.

Проектную отметку $H_{пр}$ дна котлована принимают на 3 метра меньше отметки вершины 4Г. Вычисляют рабочие отметки h_i у точек дна котлована:

Таблица

Точки	H_i	$h_i = H_{пр} - H_i$
3Б 3В 3Г 4Г 4В 4Б		

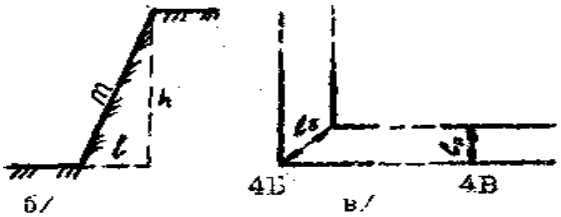


Рис. 12. Схема элементов откоса.

Вычисляют расстояние l в плане между точками нижнего контура и верхней бровки котлована, при коэффициенте откоса m=0,33, по формуле:

$$l_n = h_i m \qquad (16)$$

для точек 3В и 4В.

По формуле:

$$l_б = \sqrt{2} h_i m \qquad (17)$$

для точек 3Б, 3Г, 4Б, 4Г.

По полученным данным составить разбивочный чертеж в масштабе 1:200, показав на нем границы дна и верхней бровки котлована, а также численные значения рабочих отметок в точках 3Б, 3Г, 4Г, 4В, 4Б и расстояний $l_п$ (у точек 3В и 4В) и $l_б$ (у точек 3Б, 3Г, 4Г, 4Б).

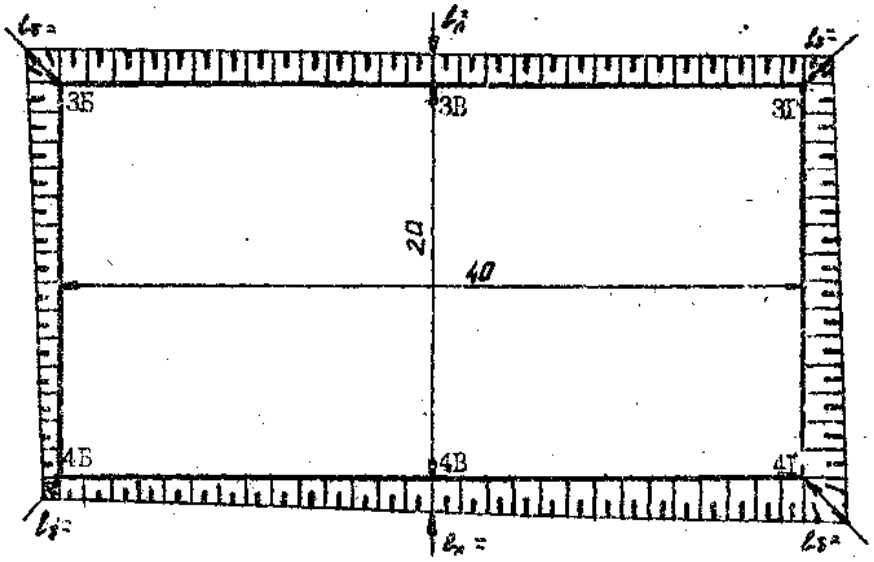


Рис. 13. Разбивочный чертеж котлована.

Лабораторная работа №6. Разбивка линий.

Цель – ознакомиться с методикой проведения расчетов способом прямой угловой засечки, полярным способом.

6.1. Ход работы.

Необходимо произвести расчеты для перенесения на местность контура котлована ABCD, прямоугольного очертания относительно двух твердых точек M и N, закрепленных на местности. Задача ограничивается расчетами двух точек A и B.

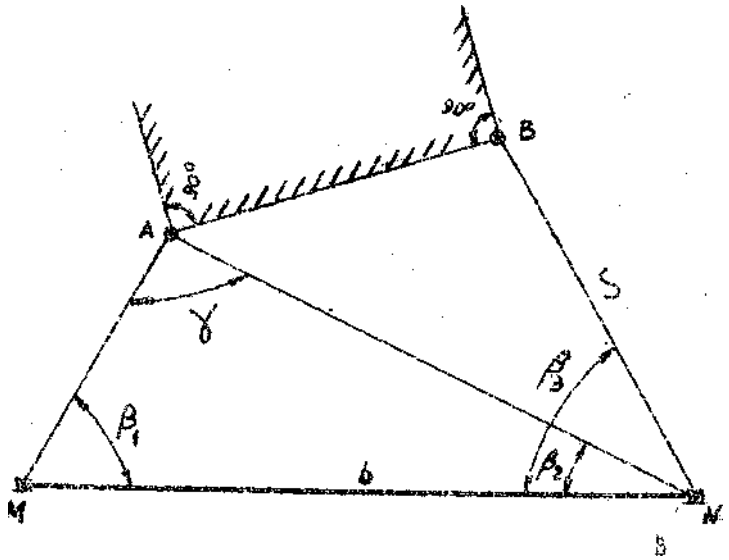


Рис. 14. Схема разбивки проектных точек A и B.

Для составления полевой разбивочной схемы определяют по координатам точек N, M, A, B (задается преподавателем) аналитические данные, необходимые для нахождения на местности положения проектных точек способом прямой угловой засечки (A) и полярным способом (B), так как взаимная видимость между точками M и N отсутствует.

Для нахождения положения точки A вычисляют углы β_1 и β_2, образованные стороной MN между твердыми точками M и N и направлениями NA MA с этих точек на точку A.

Для нахождения положения точки B вычисляют полярный угол β_3 и полярное расстояние S.

6.2. Определение аналитических данных для перенесения на местность проектной точки A способом прямой угловой засечки.

$$tg\alpha_{MN} = \frac{(Y_N - Y_M)}{(X_N - X_M)} \qquad (18)$$

$$tg\alpha_{MA} = \frac{(Y_A - Y_M)}{(X_A - X_M)} \qquad (19)$$

$$tg\alpha_{NA} = \frac{(Y_A - Y_N)}{(X_A - X_N)} \qquad (20)$$

$$\beta_1 = \alpha_{MN} - \alpha_{MA} \qquad (21)$$

$$\beta_2 = \alpha_{NA} - \alpha_{NM} \qquad (22)$$

$$\gamma = 180^0 - (\beta_1 + \beta_2) \qquad (23)$$

Средняя квадратическая m_β положения точки А может быть вычислена по формуле:

$$m_\beta = [\frac{m_\beta^{/} b_з}{p^{/}}]\sqrt{\frac{\sin^2\beta_1 + \sin^2\beta_2}{\sin^4\gamma}} \qquad (24)$$

где m_β – средняя квадратическая ошибка измерения горизонтального угла;

$p^{/}$ - радиан, выраженный в мин и равный $3438^{/}$;

$b_з$ – базис засечки;

γ – угол при засекаемой точке;

β_1 и β_2 – углы при базисе.

$$b_з = \sqrt{(X_N - X_M)^2 + (Y_N - Y_M)^2} \qquad (25)$$

6.3. Определение аналитических данных для перенесения на местность проектной точки В способом полярных координат.

$$tg\alpha_{NB} = \frac{(Y_B - Y_N)}{(X_B - X_N)} \qquad (26)$$

$$\alpha_{NM} = \alpha_{MN} + 180^0 \qquad (27)$$

$$\beta_3 = \alpha_{NB} - \alpha_{NM} \qquad (28)$$

$$S = \sqrt{(X_B - X_N)^2 + (Y_B - Y_N)^2} \qquad (29)$$

Средняя квадратическая ошибка m_n положения точки В при полярном способе может быть вычислена по формуле:

$$m_n = \sqrt{(\frac{m_S}{S})S^2 + S^2(\frac{m_\beta^{/}}{p^{/}}) + m_\gamma^2} \qquad (30)$$

где $\frac{m_S}{S}$ - средняя ошибка разбивки полярного расстояния S;

$m_\beta^{/}$ - средняя квадратическая ошибка разбивки полярного угла β_3;

m_γ - средняя квадратическая ошибка фиксирования (закрепления) проектной точки В на местности.

$\frac{m_S}{S} = \frac{1}{200}$; $m_\beta^{/} = m_\gamma = \pm 0{,}5$ см.

К лабораторной работе должен быть приложен чертеж разбивочной схемы, выполненный в масштабе 1:2000, ориентированный по меридиану.

Лабораторная работа №7. Расчет и разбивка основных элементов круговых кривых.

Цель работы – научиться выполнять расчеты по разбивке основных элементов круговых кривых.

7.1. Ход работы.

При вычислении параметры кривой принимают по указанию преподавателя. Формулы для расчета:

$$T = Rtg(\frac{\gamma}{2}) \quad (31)$$

$$K = \pi R(\frac{\gamma}{180^0}) \quad (32)$$

$$Б = \frac{R}{\cos(\frac{\gamma}{2})} \quad (33)$$

$$Д = 2T - K \quad (34)$$

где Т – тангенс;

К – длина кривой;

Б – биссектриса;

γ – угол поворота трассы;

Д – домер.

Для круговой кривой вычисляют элементы для ее выноса от тангенсов способом координат.

Формулы для расчета:

$$\gamma = \frac{180^0 K}{\pi R} \quad (35)$$

$$x = R\sin\gamma \quad (36)$$

$$y = R(1 - \cos\gamma) \quad (37)$$

где R – радиус кривой, м;

К – длина отрезка кривой, кратная 10 или 20м.

Лабораторная работа №8. Передача отметок на дно котлована.

Цель работы – ознакомиться с методикой передачи отметок на дно котлована.

8.1. Ход работы.

Записывают в журнал нивелирования, представленные преподавателем, отсчеты по рейке и рулетки при передаче отметки на дно котлована. На листе плотной бумаги составляют схему передачи и обрабатывают журнал нивелирования.

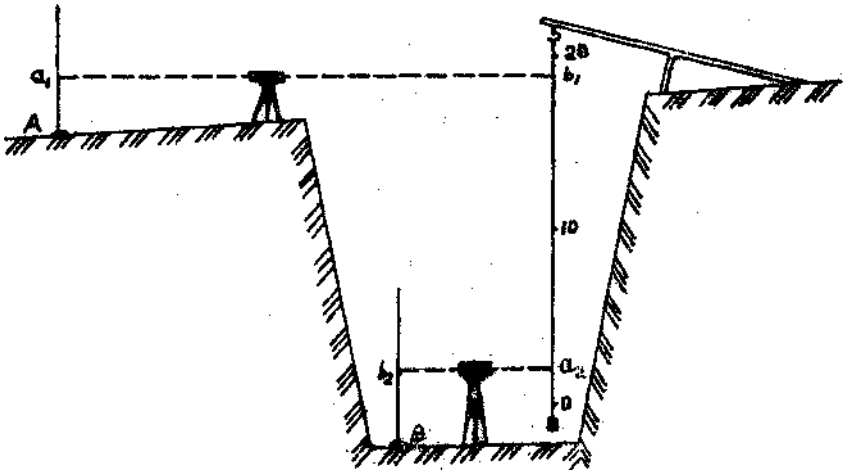


Рис. 15. Схема передачи отметок на дно котлована.

На строительный репер А устанавливают рейку, а над котлованом подвешивают рулетку, к началу которой прикреплен груз. Нивелир устанавливают на равном удалении от рейки и рулетки, берут отсчеты a_1 по черной стороне рейки и b_1 по рулетке. Отсчеты под номерами (1) и (2) записывают в журнал нивелирования. Затем меняют высоту прибора и берут отсчеты $b^/$ (3) и $a^/$ (4). Для контроля вычисляют разности отсчетов по рейке (5) и рулетке(6). Расхождение между ними более 6мм не допускают.

Затем нивелир и рейку переносят в котлован и берут отсчеты a_2(7) и b_2(8) по рейке, установленной в точке В. Снова меняют горизонт прибора и берут отсчет по рейке $b_2^/$ (9) и рулетке $a_2^/$ (10). Расхождение в разностях отсчетов по рейке (11) и рулетке (12) зависят от условий измерений и глубины котлована. Для осредненных условий разности не должны различаться более чем на 8-10мм.

Обработку журнала и вычисления отметок проводят как при техническом нивелировании. На первой станции вычисляют превышения по первым парам отсчетов $h_1=a_1-b_1$ (13) и по вторым парам $h_2^/=a_2^/-b_2^/$ (14). За окончательное значение превышения берут среднее $h_{ср}=0,5(h_1+h_2^/)$ (15). Аналогичные вычисления выполняются и на второй станции $h_{ср2}$ (18).

Затем обрабатывают журнал и вычисляют отметку точки В в котловане по формуле:

$$H_B = H_A + h_{cp} + h_{cp2} \qquad (38)$$

Таблица.

Журнал нивелирования при передаче отметок на дно котлована.

№ станции	Точки	Отсчеты по рейкам, мм		Превышения		Средние превышения		ГИ	Отметки
		Задний	Передний	+	-	+	-		
1	А	1348(1) 1136(4) -212(5)	18321(2) 18105(3) -215(6)		16973(13) 16969(14)				121
2	В	397(7) 529(10) +135(11)	1241(8) 1371(9) +130(12)		844(18)				103

Список литературы

1. Инженерная геодезия / Е.Б.Клюшин, М.И.Киселев, Д.Ш.Михелев, В.Д. Фельдман; под ред. Д.Ш. Михелева. – 8-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 384 с.
2. Геодезия / В.Ф. Перфилов, Р.Н. Скогорева, Н.В. Усова. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 2008. – 430 с.
3. Киселев М.И. Основы геодезии. М.: Высш. шк., 2007. – 368 с.
4. Куштин И.Ф., Куштин В.И. Инженерная геодезия. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 256с.
5. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия. – 6-е изд., перераб.доп. – М.: Колосс, 2007. – 432с
6. Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия. М.: Академический проект, 2007.– 284 с.
7. Федотов Г.А. Инженерная геодезия. 5-е изд. М.: Высшая школа, 2009.–342 с.
8. Юнусов А.Г. Геодезия. – М.: Академический проект, 2011.– 364с.