

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Блинова Светлана Павловна

Должность: Заместитель директора по учебно-воспитательной работе

Дата подписания: 29.04.2025 19:55:34

Уникальный программный ключ:

1cafd4e102a27ce11a89a2a7ceb20237f3ab5c65

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заполярье государственный университет им. Н.М. Федоровского»
Политехнический колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
междисциплинарного курса**

«ОСНОВЫ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА»

для специальности 21.02.17

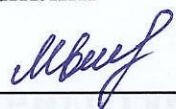
Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

Методические указания для студентов по проведению лабораторно-практических работ междисциплинарного курса «Основы маркшейдерского дела» для специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых.

Организация-разработчик: Политехнический колледж ФГБОУВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского».

Разработчик: Кудрявцев С.И. - преподаватель

Рассмотрена на заседании предметно-цикловой комиссии естественнонаучных и горных дисциплин

Председатель комиссии:  Олейник М.В.

Утверждена методическим советом политехнического колледжа ФГБОУВО «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»

Протокол заседания методического совета № 4 от «12» 03 2025 г.

Зам. директора по УР  Петухова А.В.

Введение

Методические указания для проведения лабораторно-практических занятий предназначены для студентов, обучающихся по специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых.

Целью лабораторно-практических работ является закрепление студентами полученных теоретических знаний междисциплинарного курса, необходимых при изучении последующих дисциплин горнотехнического профиля.

В пособии рассматриваются следующие вопросы:

- изучение устройства тахеометра;
- работа с тахеометром;
- изучение маркшейдерских планов и разрезов, профилей;
- решение задач с помощью маркшейдерских планов по определению: длины, уклона и угла наклона горной выработки, глубины залегания пласта, добычи полезного ископаемого.

Объём некоторых лабораторно-практических работ рассчитан на несколько занятий, что позволяет более глубоко закрепить пройденный материал.

Для проверки студентом своих знаний после каждой работы приведены вопросы самоконтроля.

По окончании работы студенты оформляют письменный отчет, в котором представляют:

- 1 Наименование работы, цель её выполнения.
- 2 Описание работы.
- 3 Вычерчивание схем.
- 4 Расчетные формулы.
- 5 Вывод.
- 6 Ответы на контрольные вопросы.

Практическая работа № 1

Изучение устройства тахеометра и его основных узлов. Правила эксплуатации.

Цель работы

Изучить устройство электронного тахеометра, его технические характеристики и функциональные возможности, освоить порядок подготовки прибора к работе.

Общие сведения

Электронная тахеометрическая съемка основана на применении электронно-оптических тахеометров, конструктивно совмещающих в одном приборе электронный теодолит, светодальномер, микро-ЭВМ с пакетом прикладных программ и регистратор информации (модуль памяти).

Порядок знакомства с прибором и правилами его эксплуатации

Электронный тахеометр Leica предназначен для создания планово-высотного обоснования, выполнения топографических съемок местности и исполнительных съемок застроенных территорий, а также для решения различных инженерно-геодезических задач на местности.

С помощью тахеометра можно выполнять измерения горизонтальных и вертикальных углов, полярных координат, выражать результаты измерений в виде горизонтальных приложений и превышений и вычисленных прямоугольных координат.

При получении тахеометра проверяют его комплектность и выполняют внешний осмотр прибора и комплектующих частей (штативов, подставок, источника питания, разрядно-зарядного устройства, кабелей, метеорологических принадлежностей и др.)

Выполнение проверок тахеометра и работа с ним возможны только после изучения устройства и правил эксплуатации прибора, к основным из которых относятся следующие:

1 Тахеометр следует защищать от воздействия больших ударных и вибрационных нагрузок, атмосферных осадков и нагрева прямыми солнечными лучами. Во избежание конденсации влаги после внесения прибора с холода в теплое помещение открывать футляр можно не ранее чем через 2 часа.

2 Для предохранения от повреждений оптических поверхностей нельзя касаться их пальцами: при чистке следует применять металлические предметы и салфетки: в перерывах между измерениями во избежание

попадания на детали грязи и пыли накрывать тахеометр чехлом. С наружных оптических поверхностей пыли сдувают струей воздуха, а затем осторожно протирают сухой ватой.

3 Грубое наведение зрительной трубы в горизонтальной и вертикальной плоскостях следует выполнять только после полного освобождения закрепительных винтов.

4 Нельзя направлять зрительную трубу на солнце, так как это может вызывать повреждение элементов приемопередающего тракта дальномера.

5 Для предотвращения замыканий, ведущих к выходу из строя предохранителя внутри корпуса кассетного источника питания, запрещается размещать источник питания на металлических поверхностях. При длительном хранении нельзя держать кассетный источник питания подключенным к тахеометру.

6 При работе тахеометр следует располагать на безопасном расстоянии от линий электропередач, силовых кабелей, электрифицированных железных дорог и других электроустановок. Необходимо избегать проведения работ на открытой местности во время грозы.

Устройство электронного тахеометра Leica и его основные технические характеристики.

Электронный тахеометр Leica – оптико-электронный прибор, совмещающий в себе электронный теодолит, светодальномер, вычислительное устройство (микропроцессор) и регистратор информации.

Общий вид тахеометра и его основные части показаны на рисунке 1.1.

Угломерной частью тахеометра является электронный теодолит, оснащенный растровым датчиком накопительного типа; в качестве датчика угла использован фотоэлектронный преобразователь “угол-код”.

Горизонтирование тахеометра (установка вертикальной оси в отвесное положение) выполняют с помощью круглого уровня на подставке и цилиндрического уровня 5 (см. рисунок 1.1, б). Вертикальный круг снабжен самоустанавливающимся индексом, автоматически исключающим погрешность измерения зенитных расстояний при наклоне вертикальной оси прибора.

Для проведения оперативного контроля дальномера служит блок контрольного отсчета (БКО), выполненный в призмы закреплённой в крышке, которая надевается на объектив зрительной трубы. Расстояние до призмы БКО (контрольный отсчет) приводится в паспорте прибора.



Рис. 24. Электронный тахеометр **Leica**

Рисунок 1.1 - Электронный тахеометр **Leica**:

а – вид стороны окуляра; 1 – панель управления с дисплеем; 2 – кнопка включения/ выключения; 3 – разъемы для подключения компьютера и внешнего источника питания; 4 – кассетный источник питания; 5 – винт; 6 – кнопка; 7 – коллиматорный визир; 8 – кольцо кремальеры зрительной трубы; 9 – диоптрийное кольцо; 10,12 – наводящий винт; 11,13 – закрепительный винт

б – вид со стороны объектива; 1 – узел сопряжения с картой памяти; 2 – кнопка инжектора; 3 – движок; 4 – клеммы; 5 – цилиндрический уровень; 6 – юстировочный винт центрира; 7 – окуляр оптического центрира ; 8 – панель управления с дисплеем ; 9 – круглый уровень ; 10 – подставка ; 11 – юстировочная гайка; 12 – юстировочный винт; 13 – подъемный винт.

В нижней части тахеометра расположен встроенный оптический центр. Установку сетки нитей центрира по глазу наблюдателя выполняют вращением диоптрийного кольца окуляра 7 (см. рисунок 1.1, б) до получения четкого изображения окружностей сетки нитей: фокусирование на точку стояния прибора обеспечивают продольным перемещением окулярной части центрира.

Тахеометр имеет две панели управления с дисплеями 1 (см. рисунок 1.1, а) и 8 (см. рисунок 1.1, б) и узел сопряжения с картой памяти. На панелях управления расположены кнопки. При помощи клавиатуры производится управление всеми режимами ввода данных, измерений, вычислений, записи, передачи данных и контроля операций.

Выбор нужного режима выполняют перемещением курсора. В зависимости от характера решаемых задач можно выбрать четыре различных шаблона дисплея:

- 1 Измерение углов
- 2 Съёмка в полярных координатах
- 3 Съёмка в прямоугольных координатах
- 4 Измерение углов, горизонтального положения и превышения.

Измерение расстояний может выполняться в одном из трех режимов: D – основной режим измерения, D_{быстр} – режим быстрого измерения: D_{слеж} – режим непрерывного измерения.

При подготовке к работе для оценки состояния прибора предусмотрен вывод на дисплей двух тестовых функций: индикации угла наклона вертикально оси и напряжения источника питания.

Для регистрации информации и ее хранения служит карта памяти. Информация из карты памяти выводится в персональный компьютер через интерфейс.

Порядок выполнения работы

- 1 Общее знакомство с прибором и правилами его эксплуатации.
- 2 Изучить устройство электронного тахеометра Leica и его технические характеристики.
- 3 На рисунке (или его ксерокопии) выносками показать основные детали прибора.
- 4 Работу оформить в тетради.
- 5 Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1 Укажите область применения электронных тахеометров.
- 2 Назовите основные правила эксплуатации электронного тахеометра.
- 3 Перечислите основные части тахеометра.
- 4 Какие измерения можно выполнять электронным тахеометром?
- 5 Какие режимы работы включает структура меню?
- 6 В какой последовательности выполняют подготовку тахеометра к работе?

7 Назовите типы тахеометров.

Литература: [1, с. 286-334]; [2, с. 273-283]

Практическая работа № 2

Изучение маркшейдерских планов и разрезов, профилей.

Цель работы

Изучить маркшейдерскую документацию. Научиться читать маркшейдерские планы.

Общие сведения

Маркшейдерские планы - планы, составленные в принятой системе координат и в определенном масштабе, на которых в единых условных знаках нанесены все (или частично) горные выработки шахты (карьера, рудника), сооружения и природные объекты на поверхности в пределах горного отвода и которые характеризуют формы, условия залегания и свойства залежей полезного ископаемого. Пример маркшейдерского плана приведен на рисунке 2.1.

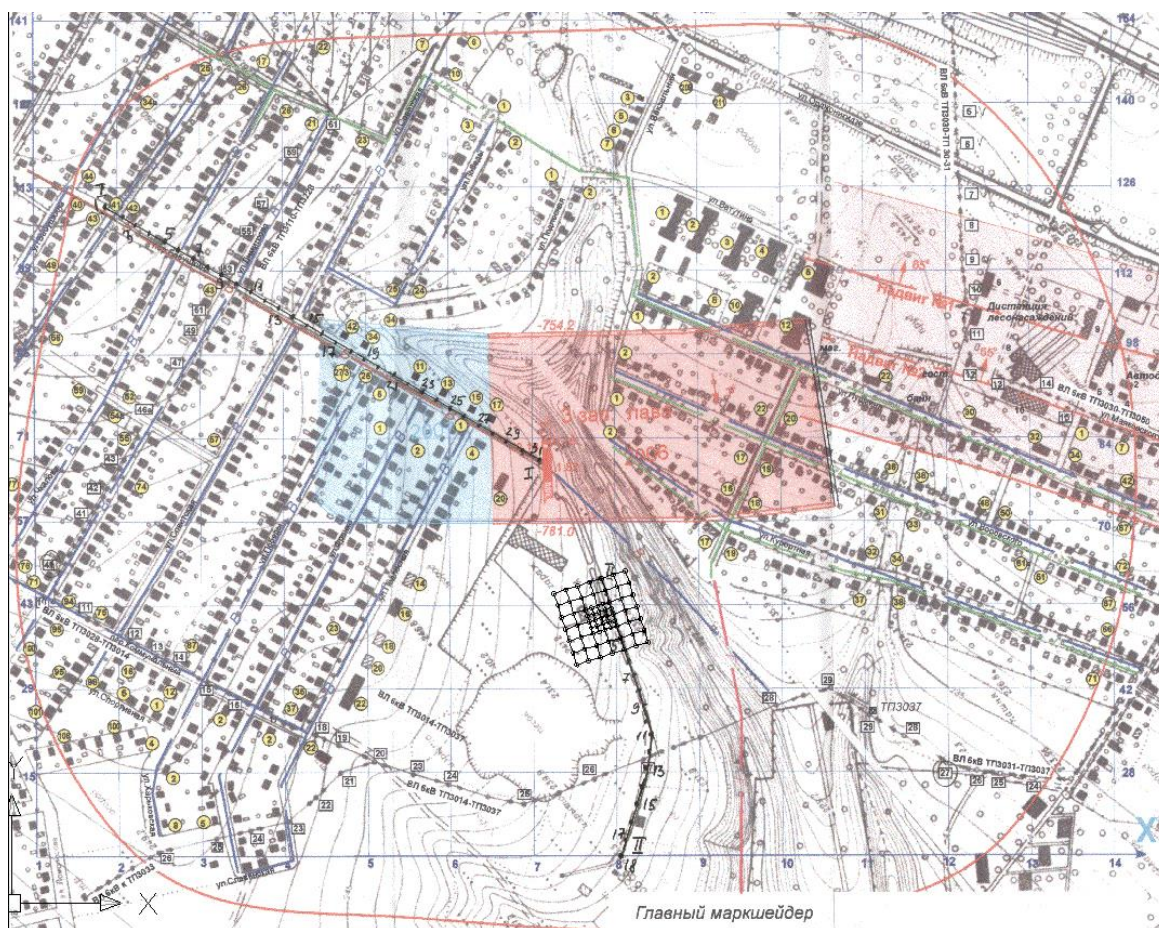


Рисунок 2.1 - Маркшейдерский план

По назначению маркшейдерские планы разделяются на:

основные — составляются по результатам съемок, служат основой для построения всех остальных маркшейдерских планов и других графических документов;

специальные — составляются по основным маркшейдерским планам или по результатам специальных маркшейдерских съемок и служат для решения отдельных конкретных задач, возникающих в процессе строительства и эксплуатации горных предприятий.

В зависимости от характера и расположения изображаемых объектов как основные, так и специальные маркшейдерские планы разделяются на планы поверхности и подземных горных выработок.

На горных предприятиях с густой и сложной сетью горных выработок для наглядного представления об их пространственном расположении составление маркшейдерских планов производится в аксонометрической или аффинной проекциях, для построения которых применяется специальный прибор — аффинограф.

На некоторых месторождениях со сложными геологическими и горнотехническими условиями в целях объемного представления о форме залегания залежей полезных ископаемых строятся объемные модели: статические и динамические. Помимо указанных маркшейдерских планов на горных предприятиях изготавливается для руководства предприятий, вышестоящих организаций (трест, комбинат и др.) и горноспасательных частей комплект обменных маркшейдерских планов — периодически пополняемых копий основных маркшейдерских планов.

Маркшейдерские документы изготавливаются в три этапа. Первый, подготовительный этап включает изучение вопроса, места съемок, опорных точек привязки порядка и сроков выполнения работы и т. п.; второй этап состоит в проведении натурных измерений для получения исходных данных; третий этап объединяет камеральные работы по обработке исходных данных, вычерчиванию планов, схем, эскизов, т. е. предусматривает изготовление результирующей части маркшейдерской документации.

Результаты съемки в поле (в подземной выработке) записываются в специальный журнал полевых измерений. При необходимости в журнале вычерчивается от руки простейший чертеж местности (кроки) с краткими текстовыми пояснениями (легендой) или абрис — чертеж от руки с указанием результатов выполненных промеров.

Во время камеральной обработки проверяют правильность записей в таблицах измерений, расчетов, вводят необходимые поправки на температуру, компарирование, невязку и т. п. При обнаружении ошибок производят дополнительные измерения в поле.

По проверенным и уточненным значениям определяют координаты точек, по которым составляют топографический план или план горных работ. План вычерчивается на маркшейдерском планшете. Планшеты и полевые журналы — документы строгой отчетности. Данные с планшетов переносятся на кальку и оформляются как окончательный маркшейдерский документ —

оригинал плана. С оригинала на светочувствительной бумаге печатается необходимое количество копий, которые используются для непосредственной работы с ними.

На планах шахтной поверхности, составляемых в горизонталях, в масштабе 1:1000, 1:2000 или 1:5000 показываются жилые поселки, промышленные сооружения, лесные массивы, ручьи, реки, водоемы и другие объекты, представляющие интерес для нормальной работы шахты.

В масштабах 1:500 и 1:1000 составляется план основной промплощадки со всеми сооружениями технологического комплекса.

Планы горных работ составляются в основном в масштабе 1:2000, отдельных участков пласта в масштабе 1:1000. План основных выработок на горизонтах, сводный план горных работ на всех пластах шахтной свиты выполняются в масштабе 1:5000.

На географических картах север всегда в верхней части листа, а юг — в нижней. На планах ориентирование относительно частей света производится с помощью нанесения линии «север—юг» на плане.

План горных работ, представляющий проекцию горных выработок на горизонтальную плоскость, содержит недостаточное количество информации, особенно при разработке наклонных и крутых пластов. В связи с этим составляются дополнительные планы, включающие:

- проекцию горных выработок на вертикальную плоскость (при разработке крутых пластов);

- планы в плоскости пласта;

- планы основных выработок отдельно для откаточного и вентиляционного горизонтов, а также сводный план этих выработок;

- планы расположения выработок в каждом слое мощного пласта и сводные планы по пласту в целом;

- сводные планы горных выработок по всем пластам и горизонтам шахты;

- гипсометрические планы пластов;

- вертикальные разрезы вкрест простираения свиты пластов;

- планы выработок околоствольного двора в масштабе 1:200 или 1:500;

- планы поверхности с нанесением выходов пластов под наносы.

Кроме того, работниками маркшейдерской службы приходится составлять большое количество другой документации: продольные профили рельсовых путей; профиль стенок крепи вертикальных стволов измерение объемов вынутого и оставшегося в недрах полезного ископаемого; объем вскрышных работ; замер объема угля на складах; разбивка на местности осей различных зданий, сооружений, фундаментов под оборудование; планы вскрытия и подготовки выемочных участков; календарный план отработки запасов и т. п.

Копии планов горных работ используются для составления вентиляционных планов, схем электроснабжения, схем прокладки различных трубопроводов в шахте.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить планы, профили.
- 2 Зарисовать условные обозначения в тетради.
- 3 Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1 Что показывает маркшейдерский план?
- 2 Виды маркшейдерских планов?
- 3 Виды маркшейдерской документации?
- 4 Что называется маркшейдерским планом?
- 5 Масштабы планов?
- 6 Что такое абрис?
- 7 План горных работ?

Литература: [1, с. 260-276, 358-365]

Практическая работа № 3

Решение задач.

Цель работы

Научиться решать задачи применяя на практике теоретические знания.

Общие сведения

При геодезических и маркшейдерских измерениях находят применение меры длины, площади, массы, температуры, времени, давления, угловые меры и др. В нашей стране линейные измерения производят в метрической системе мер. За основную единицу измерения длины принят метр.

Один метр (м) содержит 10 дециметров (дм), 100 сантиметров (см) или 1000 миллиметров (мм); одна тысячная доля миллиметра, т.е. миллионная доля метра, называется микрометром (мкм). Расстояния на местности часто выражают в километрах: $1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$.

Единицей измерения плоских углов является градус, равный $1/90$ части прямого угла; 1° содержит $60'$, $1' - 60''$. Значения углов можно выражать также в радианной мере, определяющей отношение длины соответствующей дуги к ее радиусу. Следовательно, окружность длиной $2\pi R$ содержит 2π радиан. Отсюда значения радиана ρ в градусах, минутах, минутах и секундах будут равными:

$$\rho^0 = 57,3^0; \rho' = 3\,438'; \rho'' = 206\,265''.$$

Для перевода значения угла из градусной меры в радианную надо разделить его на радиан.

При малых значениях углов с достаточной точностью можно считать, что $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = \alpha$.

В ряде стран (Германия, Франция и др.) при измерении углов применяется также десятичная (метрическая) система угловых мер. В ней прямой угол делится на 100 частей, которые называются гонами (ранее их называли градами). 1 гон равен $0,9$ градуса и содержит 100 сантигон (сгон) или 1000 миллигон (мгон). Эта система нашла применение в угломерных кругах электронных тахеометров.

Задача 1

Определить высоту осветительной мачты на станции данным по таблице 3.1 и рисунку 3.1, если известны углы наклона α_1 и α_2 , горизонтальное проложение d .

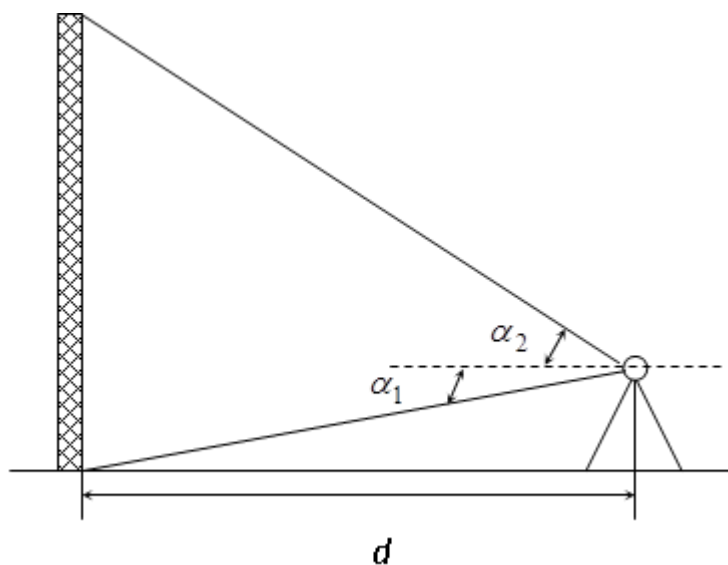


Рисунок 3.1 - схема определения высоты осветительной мачты

Таблица 3.1 – исходные данные к задаче 1

Вариант	Угол наклона				Горизонтальное продолжение d , м	Вариант	Угол наклона				Горизонтальное продолжение d , м
	α_1		α_2				α_1		α_2		
	0, град.	', мин.	0, град.	', мин.			0, гр ад .	', ми н. н.	0, град.	', ми н. н.	
1	2	23	21	15	35	14	3	21	21	41	60
2	1	52	23	21	40	15	1	48	22	47	55
3	1	47	20	19	45	16	2	49	18	15	40
4	1	16	18	07	55	17	3	12	20	21	50
5	1	09	21	44	60	18	1	15	21	55	60
6	1	58	22	29	35	19	1	16	23	15	75
7	2	03	25	37	40	20	2	18	25	18	65
8	1	35	21	54	45	21	1	49	19	17	38
9	1	27	19	41	55	22	2	45	22	55	35
10	1	12	20	33	60	23	1	19	24	33	45
11	1	52	23	54	60	24	1	15	26	35	48
12	1	24	26	32	35	25	2	14	18	18	53
13	2	17	25	45	45						

Задача 2

Определить рабочую отметку в точке В по данным таблицы 3.2, если известны проектная отметка дна выемки в точке В $H_{пр}$, отметка репера $H_{рп}$, отсчет по рейке на репер а и на точку В b. Выполнить схему.

Таблица 3.2 - исходные данные к задаче 2

Вари- ант	a, мм	b, мм	$H_{рп}$, м	$H_{пр}$, м	Вари- ант	a, мм	b, мм	$H_{рп}$, м	$H_{пр}$, м
1	1589	650	138,48	139,17	14	1895	1965	148,17	148,65
2	1658	1200	142,15	143,58	15	1465	1400	165,85	167,12
3	1456	0320	187,16	188,12	16	0753	1002	147,121	147,55
4	1758	1568	198,34	199,347	17	1256	1565	147,66	158,3
5	1666	1899	138,15	138,12	18	1589	0568	165,13	198,11
6	0258	687	125,25	125,34	19	0236	0687	158,65	158
7	1232	1032	139,17	139,1	20	2854	0998	111,77	112,68
8	1210	1021	148,34	148,32	21	1457	1235	9,85	10,87
9	1485	1358	138,12	139,14	22	0456	1165	14,59	16,55
10	1698	1565	125,31	126	23	1232	1032	139,17	139,1
11	1215	1235	169,65	169	24	1658	1200	142,15	143,58
12	0520	1235	158,23	158,12	25	1758	1568	198,34	199,347
13	1232	1435	154,32	153,17					

Задача 3

Для передачи отметки на дно котлована произведена установка нивелира на двух станциях и на консоль подвешена рулетка с нулевым делением снизу (рисунок 3.2).

Взяты отсчеты:

Станция I: a_1 – задний отсчет на репер,

b_1 – передний отсчет на рулетку.

Станция II: b_2 – передний отсчет на рулетку,

a_2 – задний отсчет на рейку, поставленную в котлован.

Определить (согласно своему варианту) отметку дна котлована и превышение точки K над репером, если известна отметка репера $H_{рп}$ по таблице 3.3.

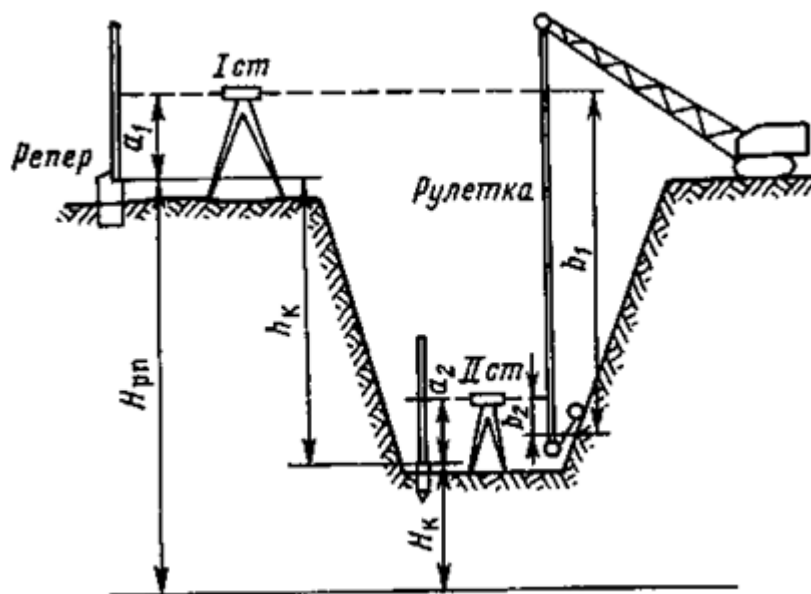


Рисунок 3.2 - передача отметки на дно котлована

Таблица 3.3 – исходные данные к задаче 3

Вариант	1-13	14-25
a_1 , мм	1142	1203
b_1 , мм	8442	4551
a_2 , мм	1684	1207
b_2 , мм	0655	1037
$H_{пр}$, м	205,11	212,31

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с примерами задач.
- 2 Решить задачи по данным варианта.
- 3 Схемы и решение оформить в тетради.
- 4 Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1 Единицы мер, применяемые в геодезии и маркшейдерском деле?
- 2 Какая система мер принята в России?
- 3 Значения градуса?
- 4 Значения радиана?
- 5 Что такое гон?
- 6 Единица измерения площадей?

Литература: [2, с. 6-11]

Содержание

Наименование разделов и тем	Название практических работ	Стр.
Раздел 1 Маркшейдерские работы Тема 1.2 Маркшейдерские работы при съёмке подземных выработок	Изучение устройства тахеометра и его основных узлов. Правила эксплуатации	4
Раздел 2 Маркшейдерская документация Тема 2.1 Первичная, вычислительная и графическая документация	Изучение маркшейдерских планов и разрезов, профилей	9
Раздел 2 Маркшейдерская документация Тема 2.2 Задачи, решаемые с помощью графической маркшейдерской документации	Решение задач	14

Литература

- 1 Маркшейдерское дело, подземные горные работы: Учеб. Пособие / А.А. Кологривко. – М.: Инфра-М, 2018
- 2 Практикум по геодезии: Учебное пособие для вузов / Под ред. Г.Г.Поклада. – 2-е изд. – М.: Академический проект, 2019.