Маркшейдерське забезпечення відкритих гірничих робіт

Тема №1. Загальні відомості з дисципліни:

1. Значення і завдання маркшейдерської служби для забезпечення гірничих робіт на кар’єрах та копальнях.
2. Види і організація маркшейдерських робіт.
3. Маркшейдерські виміри.
4. Маркшейдерська документація.

Автор: доцент Долгіх

Значення і завдання маркшейдерської служби для забезпечення гірничих робіт на кар'єрах та копальнях

Маркшейдерські роботи - комплекс вимірювально-обчислювальних та графічних робіт, що виконуються фахівцями з маркшейдерської справи на всіх етапах освоєння родовищ корисних копалин, а також будівництва та експлуатації гірничих об'єктів (геологічного вивчення, будівництва гірничих підприємств, розробки родовищ корисних копалин, консервації та ліквідації об'єктів надрокористування) для забезпечення правильного і безпечного ведення гірничих робіт;

- капітальні маркшейдерські роботи - об'ємні маркшейдерські роботи разового характеру, зокрема створення або реконструкція опорної мережі;
- основні маркшейдерські роботи - базові роботи, що систематично повторюються, зокрема фотограмметричні зйомки кар'єру, спостереження за зрушеннями і деформаціями земної поверхні;
- поточні маркшейдерські роботи - виробничі роботи, що виконуються постійно з відповідною періодичністю, зокрема поповнювальні зйомки, задавання напрямків виробкам, контроль за веденням обліку видобутих корисних копалин, поповнення планів гірничих виробок актуалізованою інформацією

Автор: доцент Долгіх

Значення і завдання маркшейдерської служби для забезпечення гірничих робіт на кар'єрах та копальнях

Маркшейдерські роботи повинні виконуватися з дотриманням нормативних актів з безпеки топографо-геодезичних робіт, а також нормативних актів з безпеки та охорони праці підчас розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин.

Основними завданнями маркшейдерської служби під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин відкритим способом (розрізу, кар'єру) є:

- побудова та розвиток маркшейдерсько-геодезичних опорних і знімальних мереж;
- зйомка земної поверхні і гірничих виробок, складання графічної документації, що відображує стан гірничих робіт;
- складання разом з геологічною службою графічної документації, що відображає характер залягання корисної копалини і вміщуючих гірничих порід;
- ведення обліку стану і руху запасів корисних копалин, облік їх втрат у надрах, складання звітної документації, участь у складанні програми розвитку гірничих робіт;
- контроль за дотриманням геометричних параметрів уступів, укосів, бортів і транспортних шляхів кар'єру (розрізу) відповідно до проєкту та програми розвитку гірничих робіт;
- маркшейдерське забезпечення розкривних і вибухових робіт, відвалоутворення та гірничотехнічної рекультивації земель, порушених гірничими роботами;
- контроль за правильністю проведення гірничих виробок та дотриманням меж ділянки надр, наданої в користування (технічних меж), меж гірничого відводу на поверхні та меж земельної ділянки в натурі (на місцевості), визначеної відповідною документацією із землеустрою;
- спостереження за деформаціями уступів, укосів, бортів кар'єру, відвалів;

Автор: доцент Долгіх

Значення і завдання маркшейдерської служби для забезпечення гірничих робіт на кар'єрах та копальнях

- спостереження за станом рейкових шляхів, відвалоутворювачів, транспортно-відвалювальних мостів, конвеєрів, екскаваторів та інших об'єктів промислового устаткування;
- забезпечення маркшейдерського контролю за оперативним обліком видобутку корисних копалин за маркшейдерськими вимірюваннями гірничих виробок і замірами їх залишків на складах;
- маркшейдерське забезпечення робіт під час ліквідації та консервації гірничого підприємства, гірничотехнічної рекультивації наслідків гірничих робіт, визначення повноти виїмки корисної копалини, ведення всієї маркшейдерської документації та передача до архіву її для зберігання.

Види і організація маркшейдерських робіт:

- побудова маркшейдерських планово-висотних опорних і зйомочних мереж на земній поверхні;
- винесення в натуру проєктного положення гірничих виробок та свердловин;
- зйомка відкритих гірничих розробок;
- маркшейдерське забезпечення вибухових робіт; обробка маркшейдерських вимірювань;
- складання гірничої графічної маркшейдерської документації, її зміст, масштаби креслень та періодичність поповнення.

Автор: доцент Долгіх

Види і організація маркшейдерських робіт

- Маркшейдерські роботи під час підрахунку запасів, обліку втрат і збіднення корисних копалин, спостережень за деформаціями земної поверхні та визначення заходів щодо охорони будівель, споруд та природних об’єктів у зонах шкідливого впливу гірничих робіт (підробки), спостережень за стійкістю бортів кар’єрів, відвалів, шламо- і хвостосховищ здійснюються відповідно до спеціальних галузевих документів.
- Для маркшейдерського забезпечення робіт гірничі підприємства утворюють маркшейдерську службу, укомплектовану необхідними спеціалістами та робітниками,забезпечену спеціально обладнаними приміщеннями, оснащену інструментами, приладами, матеріалами та засобами обробки інформації і тиражування маркшейдерських документів.
- Усі маркшейдерські роботи повинні виконуватися під контролем відповідальної особи, на яку покладено обов’язки здійснення контролю за безпечним виконанням робіт, або відповідального працівника за її дорученням. Інструменти і прилади, що використовуються підчас виконання вимірювань, досліджують і перевіряють з метою встановлення їх придатності для виконання робіт з дотриманням вимог інструкцій з експлуатації інструментів і приладів. Зазначені інструменти і прилади повинні пройти державну метрологічну експертизу

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

- Всі маркшейдерські роботи виконуються з використанням Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 або місцевих систем координат, однозначно зв’язаних із нею.
- Більша частина робіт виконується в умовній (прийнятій на підприємстві) системі координат.
- В державній або місцевій системі координат вирішуються, як правило, задачі, пов'язані з вирішення земельних питань.
- На сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу відбулися фундаментальні зміни технологій і методів виконання маркшейдерських робіт.
- Маркшейдерські вимірювання є важливою і невід’ємною складовою маркшейдерського забезпечення гірничих робіт. Вони значною мірою визначають як вартість і якість гірничих робіт, так і умови подальшої експлуатації інженерних об’єктів.

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

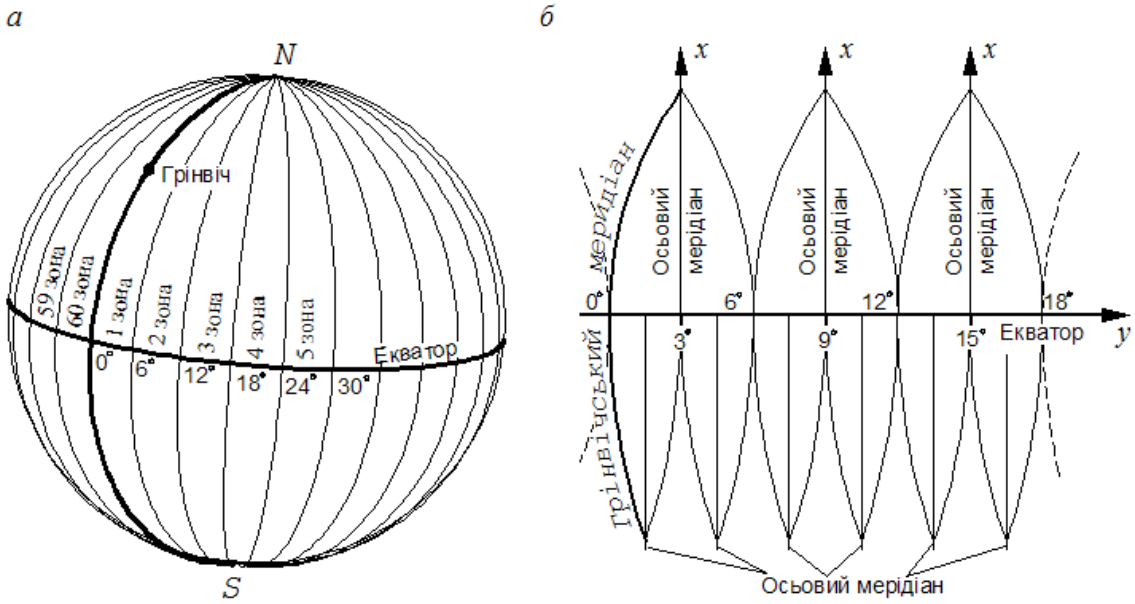


Рис. 1. Земний еліпсоїд

За основу проекції земної поверхні прийнято еліпсоїд. Поверхню еліпсоїда неможливо розгорнути і зобразити на площині без розривів.

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

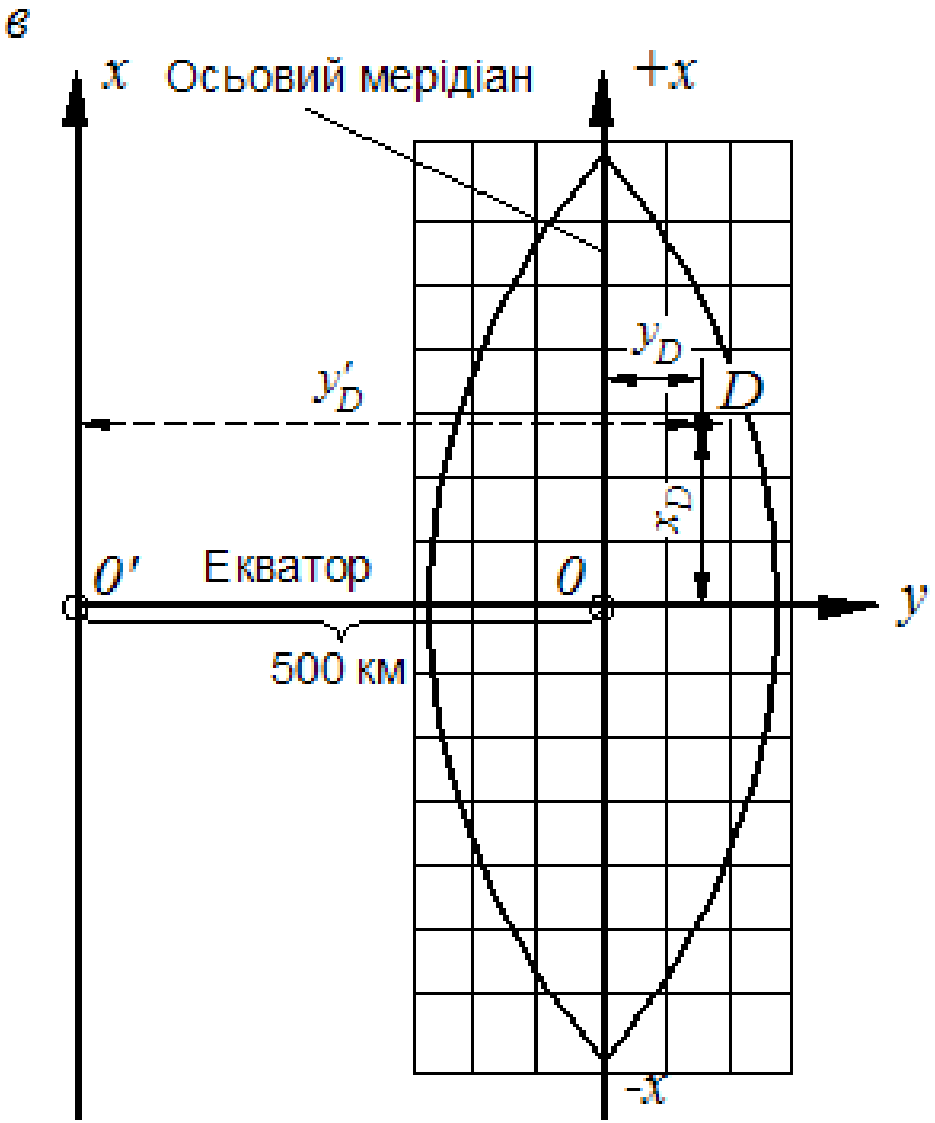


Рис. 2. Плоскі прямокутні координати шестиградусної зони

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

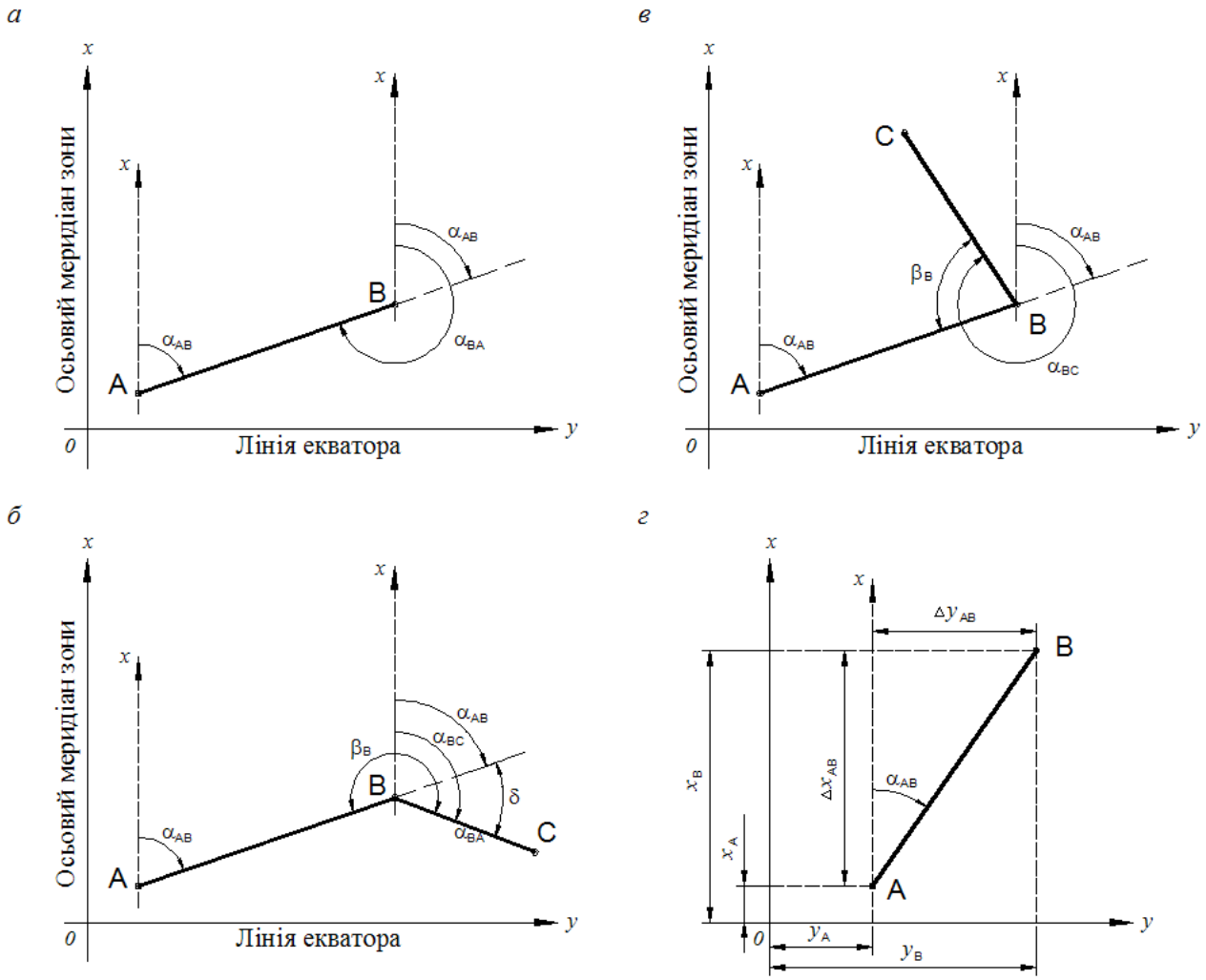


Рис. 3. Визначення напрямку ліній та положення точок

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

- На стадіях вишукувань, проектування, будівництва й експлуатації кар'єрів, відвалів, шламосховищ та інших об'єктів відкритої розробки родовищ переважно вимірюють кути, лінії і перевищення.

ВИДИ ВИМІРІВ:

- Горизонтальні та вертикальні кути вимірюють теодолітами (види теодолітів та способи вимірювання кутів)
- Вимірювання ліній (прилади та способи вимірювання)
- Координування пунктів (прилади та способи вимірювання)

- Прилади та програмні продукти які використовуються для виконання маркшейдерських робіт, випускаються як в Україні так і зарубіжними фірмами: Topcon/Sokkia (Японія), Trimble (США), Leica Geosystems (Швейцарія), Nikon (Японія), Pentax (Японія), Foif (Китай), South (Китай) та іншими.
- Найбільш використовувані в маркшейдерії прилади:

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

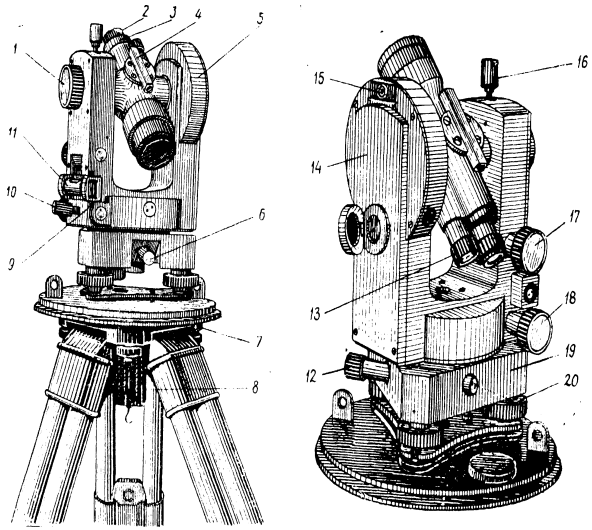


Рис. 4. Теодоліт Т-30

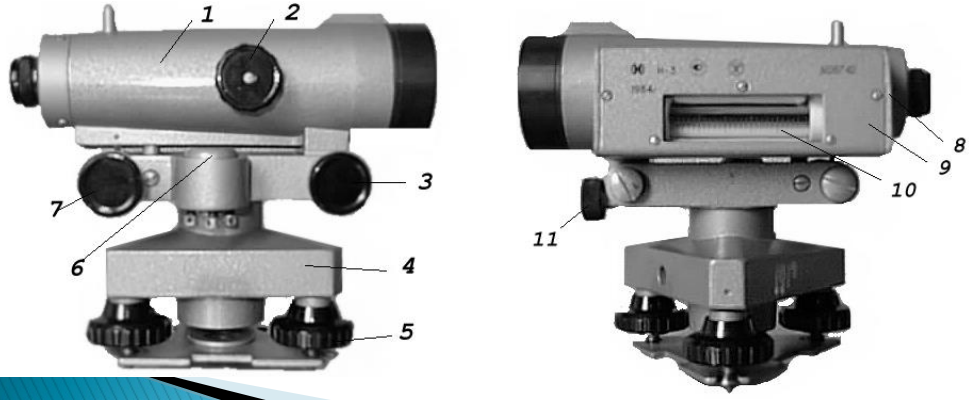


Рис. 5. Нівелір Н-3

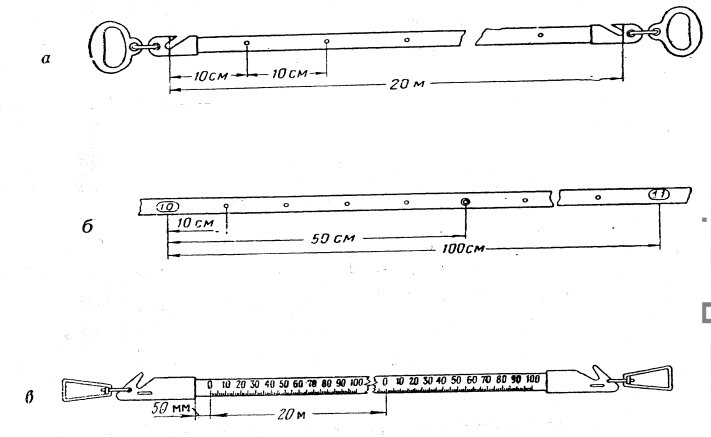




Рис. 6. Прилади для лінійних вимірів

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

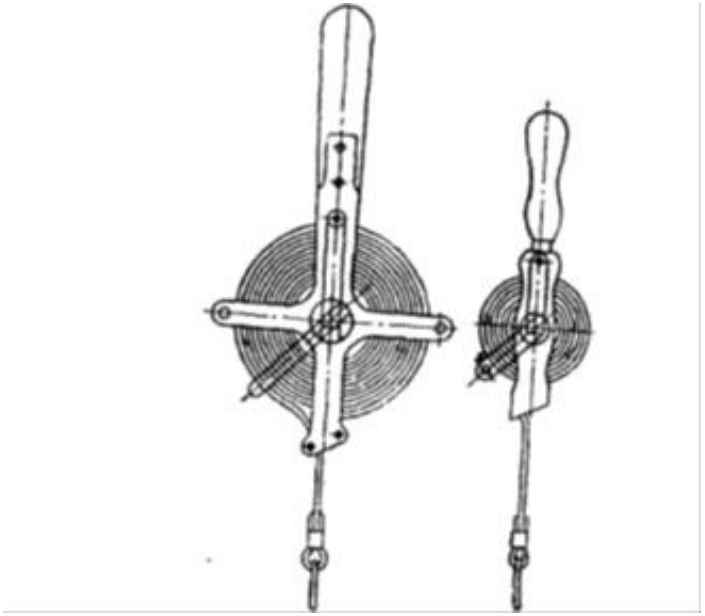
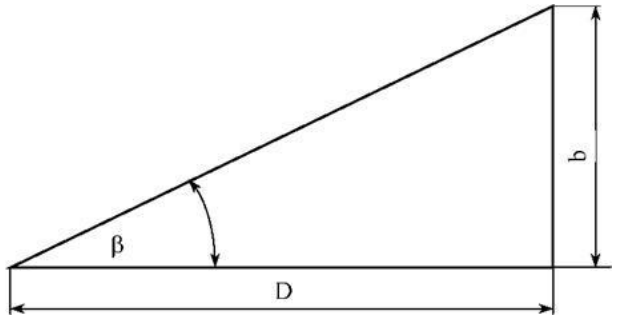


Рис. 7. Рулетка



$$D = b \cdot ctg\beta$$

Рис. 8. Паралактичний метод

Відстань, яку вимірюють нитковим віддалеміром, м:

$$D = K \cdot n + c$$

де: К = 100 – коефіцієнт ниткового віддалеміра;

п - різниця відліків на рейці між крайніми штрихами сітки зорової труби;

с - стала віддалеміра (в сучасних приладах с = 0.)

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

- Принцип вимірювання довжини ліній радіофізичними віддалемірами заснований на визначенні часу, за який електромагнітні хвилі проходять вимірюваний відрізок у прямому та зворотному напрямах. Комплект віддалеміра включає приймально-передавальний пристрій, встановлений в одній із кінцевих точок, і відбивач хвиль, розміщений на другій кінцевій точці. Відстань, що вимірюється, м:

$$D = \tau v/2$$

де: v – швидкість розповсюдження хвиль, м/с;

τ – час, за який хвилі проходять відстань передавач-відбивач-приймач, с.

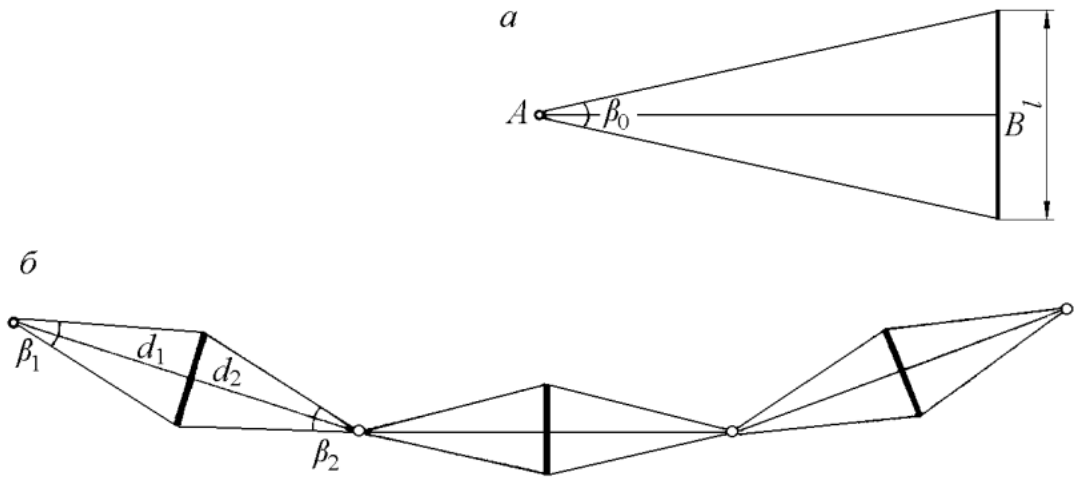


Рис. 9. Використання паралактичної рейки

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри



Будівельні тахеометри
Sokkia SET550RX-31L



Інженерні тахеометри
Sokkia FX-101



Роботизовані тахеометри
Topcon DS



Тахеометри з функцією сканування
Trimble VX TCU Robotic

Рис. 10. Електронні тахеометри

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

- - точність вимірювання горизонтального і вертикального кутів. Задається середньою квадратичною похибкою і у залежності від типу тахеометра може знаходитись в межах 0,5" - 10";
- - точність вимірювання відстані на відбивач. Задається середньою квадратичною похибкою вимірювання відстані для ідеальних умов спостережень $m_s = a + b\,S$, де коефіцієнти можуть приймати значення $a = (0{,}5 \div 3)$ мм, $b = 1 \cdot 10^{-3} \div 3 \cdot 10^{-3}$;
- - максимальна відстань вимірювань на відбивач. Величина максимальної відстані залежить від моделі тахеометра і для сучасних моделей коливається в межах від 1 до 10 км.
- - точність вимірювання відстані в режимі без відбивача. Задається середньою квадратичною похибкою вимірювання відстані для ідеальної поверхні $ms = 2\ мм + 2 \cdot 10^{-3}\ S$. Ця точність є практично однаковою для всіх моделей тахеометрів.

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри



Рис. 11. Електронний нівелір EL-32

Електронний нівелір Nivel System EL-32 - це обладнання високого класу, яке забезпечує швидкі, точні автоматичні і класичні вимірювання навіть у дуже складних умовах роботи. Зчитування з вимірювальної рейки виконується автоматично. Прилад автоматично зробить виміри, повідомить різницю в висоті і відстань від пристрою до рейки. Результати вимірювань відображаються на великому читаному РК-екрані з підсвічуванням.
Електронний нівелір Nivel System EL-32 забезпечує точні вимірювання 1 мм/км. Магнітний компенсатор з діапазоном ± 15' дозволяє виконувати вимірювання в місцях, де штатив може бути підданий вібрації. Вимірювання виконуються автоматичним і класичним методом. Устаткування призначене для роботи з великими відстанями до 100 м.
Nivel System EL-32 дозволяє записувати вимірювання і експортувати їх на комп'ютер.

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри



а



б



в



г

Рис. 12. Комплекти GNSS обладнання: а - Leica Viva GS15; б - Spectra Precision ProMark 120; в – Topcon Hiper SR; г - Trimble R7.

Точність визначення складових базової лінії, що задається в паспорті обладнання, поділяється на планову і висотну складову і задається в наступному вигляді:
у плані $m_P = a + b \cdot S$, по висоті $m_H = c + d \cdot S$,
в режимі статики: $a = (3 \div 5)$ мм, $b = 0{,}5 \cdot 10\text{-}6 \div 1 \cdot 10\text{-}6$,
$c = (4 \div 6)$ мм, $d = 0{,}5 \cdot 10\text{-}6 \div 1 \cdot 10\text{-}6$;
в режимі кінематики в реальному часі: $a = (5 \div 10)$ мм,
$b = 0{,}5 \cdot 10\text{-}6 \div 1 \cdot 10\text{-}6$, $c = (10 \div 15)$ мм, $d = 0{,}5 \cdot 10\text{-}6 \div 1 \cdot 10\text{-}6$.

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерські виміри

- На сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу відбулися фундаментальні зміни технологій і методів виконання маркшейдерських робіт.
- Маркшейдерсько-геодезичні вимірювання є важливою і невід'ємною складовою комплексу маркшейдерських робіт. Вони значною мірою визначають як вартість і якість маркшейдерських робіт, так і умови подальшої експлуатації об'єктів.
- Впровадження прогресивних технологій у маркшейдерське забезпечення гірничих робіт обумовило зміни складу і технологій їх виконання, що в свою чергу вимагає застосування парку сучасного маркшейдерсько-геодезичного устаткування.
- Прилади та устаткування, яке використовується можна поділити на:

- прилади для виконання кутових вимірів;
- прилади для виконання лінійних вимірів;
- прилади для координування точок;
- прилади для виконання зйомочних робіт;
- прилади для контролю вертикальності тощо.

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерська документація

- Плани гірничих виробок складають окремо на кожному горизонті кар‘єру на основі безпосередніх даних зйомки. У залежності від розмірів кар‘єру ці плани складають в масштабах 1:500 або 1:1000 і рідше 1:2000.
- Поуступні плани служать для планування і визначення об‘ємів виконаних робіт на кожному уступі. Тому на кожному поуступному плані наносять технічні границі кар‘єру: верхні і нижні брівки уступу, а також їх висотні відмітки, геологічні дані (сорти руд, геологічні порушення тощо), охоронні цілики, пункти планового і висотного обґрунтовування зйомок.
- Положення брівок уступів на план наносять на перше число кожного місяця. Верхню брівку зображують суцільною лінією, нижню – пунктирною. Відроблену площу уступу за місяць штрихують і римською цифрою вказують місяць відпрацювання.
- Крім того, на відпрацьованій частині вказують дані, які характеризують якість видобутої корисної копалини (вміст корисних або шкідливих компонентів).
- Для визначення об‘ємів гірничих робіт, окрім поуступних планів, складають вертикальні розрізи за профільними лініями.

Автор: доцент Долгіх

Маркшейдерська документація

- До спеціальних планів на кар‘єрі, у першу чергу, відносять зведений план гірничих робіт кар‘єру. На цьому плані наносять границі кар‘єрного поля, рельєф і ситуацію на земній поверхні, всі уступи, внутрішні відвали розкривних порід, в‘їзні і виїзні траншеї, транспортні шляхи, силові лінії і підстанції, дренажні виробки і водозливні установки, геологорозвідувальні виробки, пункти планового і висотного обґрунтування зйомок.
- До спеціальних планів і креслень на кар‘єрах відносять, крім того, такі:

– плани і розрізи, які характеризують геологічну будову родовища, форму і умови його залягання, якість і розподіл різних сортів корисної копалини тощо;

– план проммайданчика;

– плани та профілі транспортних шляхів, промислових водогонів.

Автор: доцент Долгіх

Тема №2. Опорні і знімальні маркшейдерські мережі в кар'єрах

1. Опорні планові і висотні маркшейдерські мережі на кар'єрах, розрізах та копальнях.
2. Способи розвитку опорних мереж.
3. Зйомочні мережі і способи їх розвитку: експлуатаційні мережі, теодолітні ходи, аналітичні сітки, геодезичні засічки тощо.
4. Висотна зйомочна основа.
5. Призначення, види і способи зйомки подробиць: тахеометрична, мензульна, ординато-лінійна, стереоскопічна.
6. Нівелювання.

Автор: доцент Долгіх