Краткая геодезия

1. Дать определение науки «Геодезия». Основные задачи геодезии 2
2. Место геодезии в строительстве 2
3. Исторические факторы, определившие развитие геодезии 2
4. Методы изображения топографических объектов в геодезии 2
5. Способы проектирования, применяемые в геодезии 2
6. Назначение земного эллипсоида 2
7. Понятие об уровенной поверхности и ее назначение 2
8. Отметка точки, превышение 3
9. Вертикальный угол, уклон, связь между превышением, расстоянием и уклоном 3
10. Системы глобальных координат, применяемые в геодезии 3
11. Системы локальных координат, применяемые в геодезии 4
12. Системы высот, применяемые в геодезии 4
13. Сущность азимутов их виды 4
14. Связь между различными азимутами 4
15. Понятие о дирекционном угле. Вычисление дирекционных углов 4
16. Прямая геодезическая задача 5
17. Обратная геодезическая задача 5
18. Способы вычисления координат и отметок. Плановые и высотные хода 5
19. Условия, возникающие в плановых ходах 6
20. Условия, возникающие в высотных ходах 6
21. Понятие о невязках, виды невязок 6
22. Сущность и виды геодезических сетей 6
23. Обработка материалов теодолитного хода 7
24. Обработка материалов нивелирных ходов 7
24. Понятие об измерениях, виды измерений 8
25. Понятие о погрешностях измерений, виды погрешностей измерений 8
26. Структура результата измерений 8
27. Понятие о средней квадратической погрешности. Вычисление средней квадратической погрешности 9
28. Понятие о степени доверия 9
29. Предельная погрешность 9
30. Относительная погрешность 9
31. Сущность и виды топографических съемок 9
32. Контурная (горизонтальная) съемка 9
33. Нивелирная съемка 10
34. Тахеометрическая съемка 10
35. Определение координат и отметок по топографическим материалам 10
36. Составление продольных профилей по топографическим материалам 10
37. Сущность и виды топографических материалов 11
38. Изображение рельефа на топографических материалах 11
39. Основные формы рельефа 11
40. Горизонтальная планировка 11
42. Проектирование горизонтальной площадки 12
43. Проектирование наклонной площадки 12
44. Устройство теодолита 13
45. Устройство нивелира 13
46. Измерение горизонтальных углов теодолитом 14
47. Измерение вертикальных углов. Место нуля вертикального круга 14
48. Измерение превышений 15

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ

1. Дать определение науки «Геодезия». Основные задачи геодезии

Геодезия – наука, изучающая средства и методы определения и обеспечения положения, формы и размеров объектов.

Основными задачами геодезии являются:

прямая задача – определение положения, формы и размеров объектов;

обратная задача – обеспечение положения, формы и размеров объектов;

2. Место геодезии в строительстве

1. Проектирование. Подбор, составление и преобразование геодезических материалов, картометрические измерения, расчет координат и отметок, расчет точности измерений, составление и отслеживание генпланов

2. Строительство. Разбивочные работы, обеспечение геометрических параметров зданий и сооружений, обеспечение монтажа конструкций, контрольные измерения и исполнительные съемки

3. Эксплуатация. Контроль состояния зданий и сооружений, геодезическое обеспечение их ремонта и реконструкции

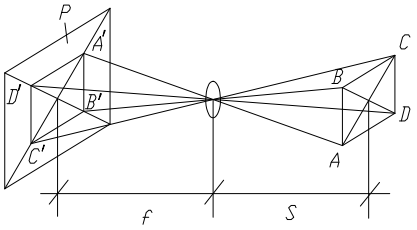
3. Исторические факторы, определившие развитие геодезии

Освоение новых земель, мореплавание, военное дело, строительство

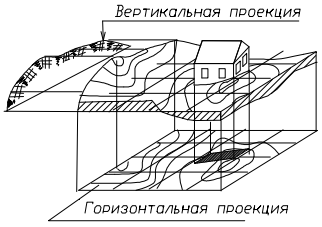
4. Методы изображения топографических объектов в геодезии

1) Метод проектирования. 2) Метод цифровой модели. 3) Метод виртуальной модели.

5. Способы проектирования, применяемые в геодезии



центральное проектирование



горизонтальное и вертикальное ортогональное проектирование

6. Назначение земного эллипсоида

Земной эллипсоид является поверхностью на которую проектируются все измерения

7. Понятие об уровенной поверхности и ее назначение

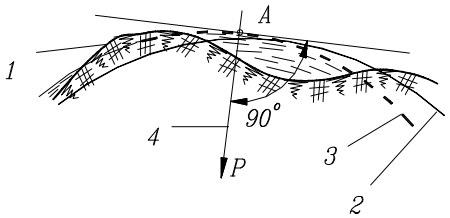


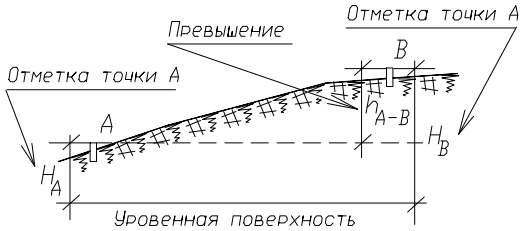
Рис. 1.5. Уровенная поверхность, геоид, земной эллипсоид

1.Земная поверхность. 2.Геоид. 3.Эллипсоид. 4.Направление силы тяжести.

Уровенная поверхность это поверхность в каждой точке которой касательная перпендикулярна направлению силы тяжести.

Уровенная поверхность является поверхностью относительно которой определяются высоты точек и устанавливаются геодезические приборы, используя для установки уровни.

8. Отметка точки, превышение

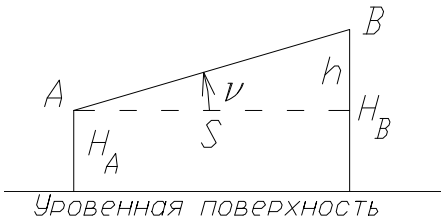


Отметка точки - расстояние от точки до уровенной поверхности. Разность отметок точек называется ***превышение***. Превышение h вычисляется по формуле:

$$h = H_B - H_A,$$

где: H_A, H_B - отметки точек.

9. Вертикальный угол, уклон, связь между превышением, расстоянием и уклоном



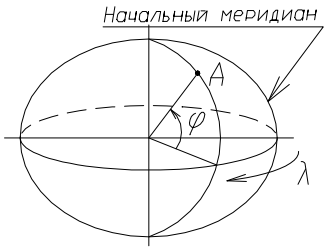
Угол в вертикальной плоскости между линией горизонта и линией поверхности, называется углом наклона.Тангенс угла наклона (tg ν) называется уклоном (*i*). Между превышением и уклоном существует следующая зависимость:

$$i = \frac{h}{S},$$

где *h* – превышение; *S* – расстояние.

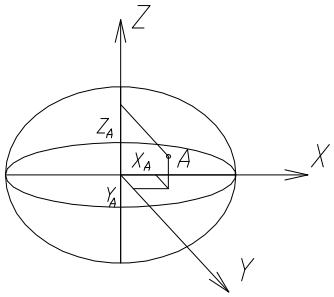
Уклон показывает изменение величины превышения на единицу расстояния.

10. Системы глобальных координат, применяемые в геодезии



Географическая

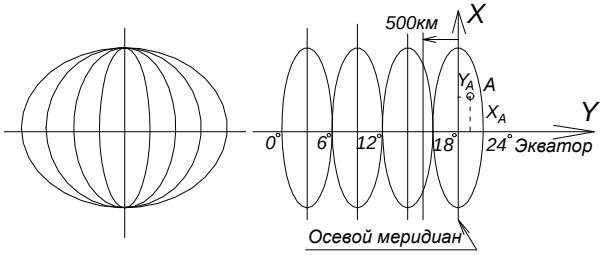
Праметрами географической системы координат являются широта φ и долгота λ. Широта точки это угол между плоскостью экватора и отвесной линией, проходящей через определяемую точку. Долгота – двухгранный угол λ между плоскостью начального меридиана и меридиана, проходящего через заданную точку.



Пространственная прямоугольная

Положение точки *A* определяется пространственными прямоугольными координатами, определенными относительно пространственной прямоугольной систпемы координат. За ось *Z* принимается ось вращения Земли, ось *X* лежит в плоскости начального меридиана, а ось *Y* дополняет систему до правой.

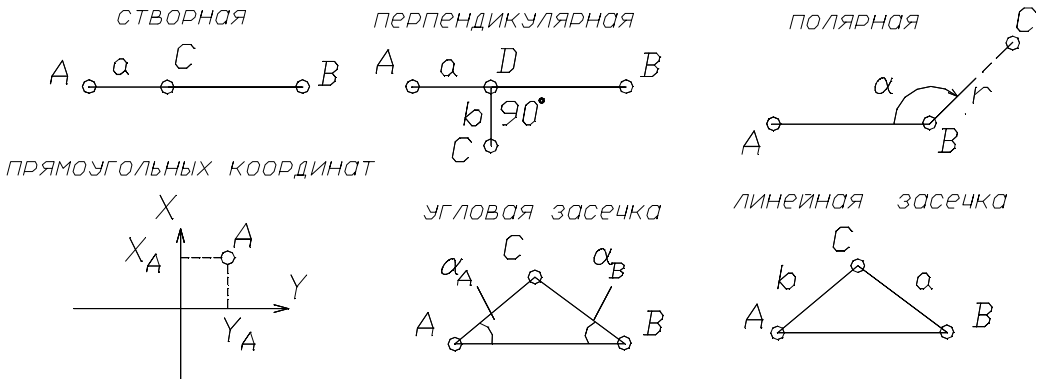
Система координат Гаусса-Крюгера



Координаты точки *A* определяются номером зоны и прямоугольными координатами этой точки в системе координат зоны. За ось *X* принимается центральный (осевой) меридиан зоны, ось *Y* - проекция экватора.

Для предотвращения отрицательных значений координат *Y* осевой меридиан перенесен в западном направлении на 500км.

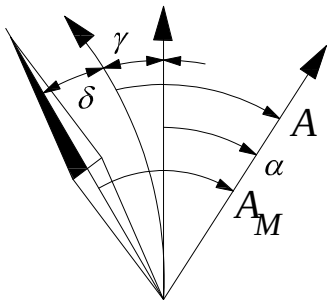
11. Системы локальных координат, применяемые в геодезии



12. Системы высот, применяемые в геодезии

Применяется абсолютная и относительные системы высот. Отметки точек в абсолютной системе высот в Украине определяются относительно среднего уровня Балтийского моря. Относительная система высот принимается в каждом конкретном случае индивидуально. Например, в строительстве, за нулевую отметку принимается отметка пола первого этажа или верха фундамента, и все отметки определяются относительно принятой точки строительного нуля

13. Сущность азимутов их виды



Угол между северным направлением меридиана по ходу часовой стрелки и заданным направлением называется ***азимутом***. В зависимости от используемого исходного меридиана азимуты подразделяются на: истинные (геодезические) магнитные и дирекционные углы. Истинный азимут ориентируется по северному направлению истинного меридиана, магнитные – по магнитному, дирекционный – по осевому меридиану.

14. Связь между различными азимутами

$$\gamma = A - \alpha;$$

$$\delta = A - A_M$$

где γ - сближение меридианов; A - истинный азимут; α - дирекционный угол; δ - магнитное склонение; A_M - магнитный азимут.

15. Понятие о дирекционном угле. Вычисление дирекционных углов

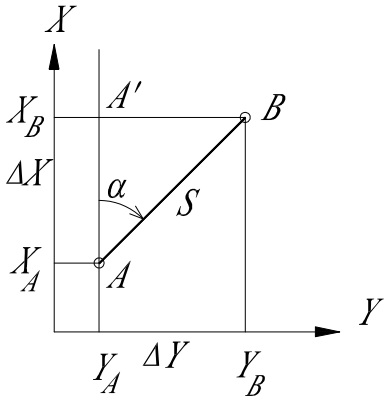
Дирекционный угол это угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления осевого меридиана или линии ему параллельной до заданного направления.

Значения дирекционных углов изменяются от 0° до 360°. Дирекционные углы линий вычисляются по формулам:

$$\alpha = \alpha_0 - \beta_{ПРАВ} \pm 180^\circ;$$

$$\alpha = \alpha_0 + \beta_{ЛЕВ} \pm 180^\circ,$$

16. Прямая геодезическая задача



Прямая геодезическая задача - это вычисление координаты точки *B* по координатам исходной точки *A*, дирекционному углу и расстоянию.

Если условно принять, что $X_B - X_A = \Delta X$ - приращение координат *X* и $Y_B - Y_A = \Delta Y$ - приращение координат *Y*, тогда из *ΔAA'B* координаты точки *B* (прямая геодезическая задача) можно вычислить по следующим формулам:

$$X_B = X_A + \Delta X;$$
$$Y_B = Y_A + \Delta Y;$$
$$\Delta X = S\cos\alpha;$$
$$\Delta Y = S\sin\alpha.$$

17. Обратная геодезическая задача

Обратная геодезическая задача – это определение расстояния и дирекционного угла по координатам двух точек. Данная задача необходима для обеспечение формы, размеров и положение объектов (основная обратная геодезическая задача).

Из *ΔAA'B* получим,

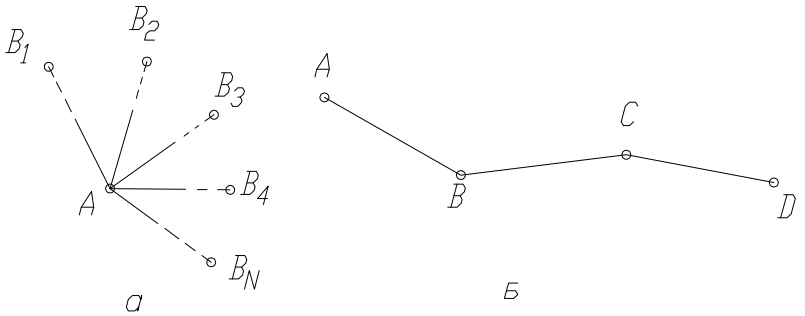
$$\alpha = arctg\frac{\Delta Y}{\Delta X} + 180^\circ n,$$

где $n = 1$ при $\Delta X \le 0$, $n = 2$ при $\Delta X \ge 0$. Если $\alpha \succ 360^\circ$, то $\alpha = \alpha - 360^\circ$.

$$S = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \frac{\Delta X}{\cos\alpha} = \frac{\Delta Y}{\sin\alpha}.$$

18. Способы вычисления координат и отметок. Плановые и высотные хода

Существуют два способа вычислений координат и отметок – параллельный и последовательный.



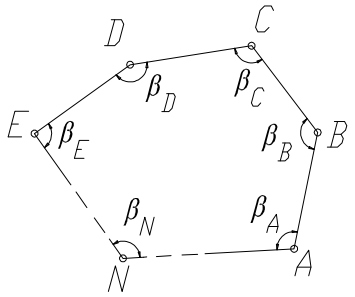
Способы вычисления координат и отметок

При параллельном способе вычисления от одной исходной точки (точка *A*) вычисляются координаты или отметки нескольких определяемых точек. При последовательном способе вычислений от начальной точки последовательно вычисляются координаты или отметки всех последующих точек. Последовательное определение

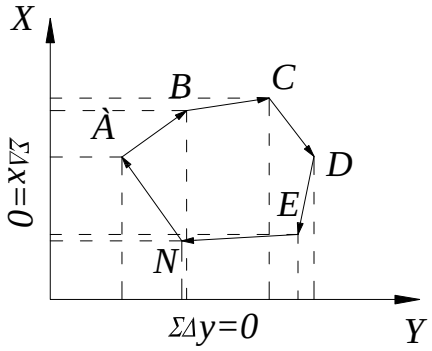
координат и отметок называется плановыми и высотными ходами.

19. Условия, возникающие в плановых ходах

В замкнутых плановых ходах возникают два типа геометрических условий: условия углов и координат. Сумма всех внутренних углов многоугольника (замкнутые хода) должна равняться *180°(n-2)*, где *n* – число внутренних углов.



Условия углов в замкнутых плановых ходах



Условия координат

Таким образом, условие углов имеет вид

$$\Sigma\beta = 180^{\circ}(n-2),$$

где $\Sigma\beta$ - сумма внутренних углов в ходе; *n* – число углов.

Условия координат образуются исходя из особенностей векторов.

Представив замкнутый ход в виде системы замкнутых векторов, рис. 1.26, получим

$$\Sigma\Delta X = 0;$$

$$\Sigma\Delta Y = 0,$$

где ΔX, ΔY – приращения координат.

20. Условия, возникающие в высотных ходах

В высотных ходах возникают условия превышений. Например, сумма превышений в замкнутом нивелирном ходе должны быть равна 0 *(Σh=0)*.

21. Понятие о невязках, виды невязок

Невязка это разность полученного параметра и его теоретического значения. В угловых условиях образуется угловая невязка f_β которая равна:

$$f_\beta = \Sigma\beta_{ПОЛ} - \Sigma\beta_{ТЕОР},$$

где $\Sigma\beta_{ПОЛ}$ - полученная сумма углов; $\Sigma\beta_{ТЕОР}$ - теоретическая сумма углов.

Сумма вычисленных приращений в замкнутых плановых ходах образуют невязки в приращениях координат $\begin{matrix}\Sigma\Delta X = f_X; \\ \Sigma\Delta Y = f_Y,\end{matrix}$. Аналогично вычисляются и невязки высотных ходах.

22. Сущность и виды геодезических сетей

Геодезические сети это система пунктов, закрепленных на земной поверхности с известными координатами и высотами.

Геодезические сети бывают: плановые и высотные; государственные и ведомственные; основные, съемочные и разбивочные.

В зависимости от способа построения сети подразделяются на: ***полигональные***, ***триангуляцию***, ***трилатерацию, комбинированные (аналитические) сети и строительную сетку***.

23. Обработка материалов теодолитного хода

Последовательность вычислений следующая:

1) Вычисляется сумма измеренных углов $\Sigma\beta_{ИЗМЕР}$;
2) Вычисляется угловая невязка

$$f_\beta = \Sigma\beta_{ИЗМЕР} - \Sigma\beta_{ТЕОР}$$

3) Контролируется угловая невязка на допуск

$$f_\beta \le 1'\sqrt{n},$$

где n – число измеренных углов;

4) Если угловая невязка в допуске, вычисляются поправки в измеренные углы

$$\delta_\beta = -\frac{f_\beta}{n};$$

5) Вычисляются исправленные углы

$$\beta_{ИСПР} = \beta_{ИЗМЕР} + \delta_\beta;$$

6) Вычисляются дирекционные углы

$$\alpha_{ПОСЛ} = \alpha_{ПРЕД} - \beta_{ПРАВ} \pm 180^\circ,$$

$$\alpha_{ПОСЛ} = \alpha_{ПРЕД} - \beta_{ЛЕВ} \pm 180^\circ;$$

7) Вычисляются приращения координат

$$\Delta X = S\cos\alpha;\ \Delta X = S\sin\alpha;$$

8) Вычисляется невязка в приращениях координат, для замкнутого теодолитного хода она равна:

$$f_X = \Delta X;\ \ f_Y = \Delta Y;$$

9) Вычисляется абсолютная линейная невязка

$$f_S = \pm\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2};$$

10) Контролируется абсолютная невязка на соответствие с допуском

$$\frac{1}{P/f_S} \le \frac{1}{2000},$$

где P – периметр полигона;

11) Если полученная невязка в допуске вычисляются поправки в приращения координат

$$\delta_X = -\frac{f_X}{n},$$

$$\delta_Y = -\frac{f_Y}{n};$$

12) Вычисляются исправленные приращения координат

$$\Delta X_{ИСП} = \Delta X + \delta_X,\ \ \Delta X_{ИСП} = \Delta X + \delta_X;$$

13) Вычисляются координаты точек

$$X_{ПОСЛ} = X_{ПРЕД} + \Delta X_{ИСП},\quad Y_{ПОСЛ} = Y_{ПРЕД} + \Delta Y_{ИСП}$$

24. Обработка материалов нивелирных ходов

Последовательность обработки следующая:

1) Вычисляются превышения по черной и красной сторонам рейки

$$h_\times = a_{Rp}^\times - b_З^\times;$$

$$h_{ЕД} = a_{Rp}^{ЕД} - b_З^{ЕД}$$

и средние превышения

2) Вычисляются контрольные суммы: сумма задних отсчетов, сумма передних

отсчетов, сумма вычисленных и средних превышений

3) Контролируются арифметические вычисления

$$\Sigma a_{задн} - \Sigma b_{перед} = 2\Sigma h_{вычис};$$

$$2\Sigma h_{вычис} = \Sigma h_{средн}.$$

3) Вычисляется невязка в превышениях

$$fh = \Sigma h_{ÑÐÅÄ}$$

4) Контролируется допустимость невязки

$$fh_{ÄÎÎ} = 50\sqrt{L},$$

где L -длина хода в км.

5) Вычисляются поправки в превышения

$$\delta_h = -\frac{fh}{n},$$

где n - число станций в нивелирном ходе.

6) Вычисляются исправленные превышения

$$h_{ÈÑÏÐ} = h_{ÑÐÅÄ} + \delta_h;$$

7) Контролируется правильность вычисления исправленных превышений

$$\Sigma h_{ÈÑÏÐ} = 0.$$

8) Вычисляются отметки точек:

$$H_{ПОСЛ} = H_{ПРЕД} + h_{ИСПР}.$$

24. Понятие об измерениях, виды измерений

Измерения это определение числового значения физической величины с помощью технических средств в установленных единицах измерений. Измерения бывают прямые и косвенные. Определение значения физической величины путем непосредственного сравнения измеряемой величины с мерой называется прямым измерением. Например, при измерениях расстояний измеряемый отрезок непосредственно сравнивают с длиной рулетки. Результат измерений при этом будет равен:

$$x = qn,$$

где q – единица измерений; n – число единиц измерений.

Для определения площади прямоугольного участка необходимо измерить его ширину a и длину b. При этом окончательный результат измерений будет получен как функция измеренных величин, т.е. $S = ab$. Такие измерения называются косвенные. Следовательно, косвенные измерения это измерения, результат которых получается как функция измеренных величин.

25. Понятие о погрешностях измерений, виды погрешностей измерений

Ошибка (погрешность) измерений (Δ_i) есть разность результата измерений (x_i) и его истинного значения (X) измеряемой величины

$$\Delta_i = x_i - X.$$

По характеру проявления погрешности подразделяются на следующие виды: грубые, систематические и случайные.

Грубые погрешности - это погрешности, полученные по результатам измерений, значительно отличающихся от измеряемой величины. Систематические погрешности это погрешности, действующие с определенной закономерностью, например с одним знаком.

Случайные погрешности это погрешности, подчиненные закону случайных чисел, они носят случайный характер, различные по величине и по знаку.

26. Структура результата измерений

Результат измерений представляет собой интервал

$$x_0 \pm tm,$$

где x_0 - вероятнейшее значение измеряемой величины (среднее арифметическое значение), t – степень доверия к результату; m – критерий точности результата измерений.

27. Понятие о средней квадратической погрешности. Вычисление средней квадратической погрешности

Средняя квадратическая погрешность это критерий точности результатов измерений.

Наиболее подходящей величиной для критерия точности, будет среднее квадратическое значение погрешностей измерений.

Среднюю квадратическую погрешность измерений можно вычислить по следующим формулам:

$$m = \pm\sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n}} \text{ - формула Гаусса;}$$

$$m = \pm\sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} \text{ - формула Бесселя;}$$

$$m = \pm\sqrt{\frac{\sum d_i^2}{2n-2}} \text{ - формула по разностям двойных измерений,}$$

где Δ_i - истинная погрешность; v_i - вероятнейшая погрешность (отклонение результата измерений от арифметической середины); d_i - разность двойных измерений.

28. Понятие о степени доверия

Коэффициент степени доверия к результату измерений это ширина интервала в котором находится результат измерений. Для измерений технической точности он принимается равным $t = 2$, а для высокоточных - $t = 3$.

29. Предельная погрешность

Предельная погрешность это предел, определяющий границы допустимых результатов. Предельная погрешность равна

$$m_{ПРЕД} = tm,$$

где t – степень доверия к результату, m – средняя квадратическая погрешность.

30. Относительная погрешность

Относительная погрешность – это величина погрешности на единицу измеряемого параметра

$$\frac{m_x}{x} = \frac{1}{x / m_x}$$

31. Сущность и виды топографических съемок

Топографические съемки это определение координат и высот характерных точек ситуации и рельефа. В зависимости от способов определения координат и высот съемки бывают: инструментальные, фотографические, наземные, воздушные, космические и пр.

32. Контурная (горизонтальная) съемка

Контурная съемка это съемка только плановых параметров без съемки рельефа.

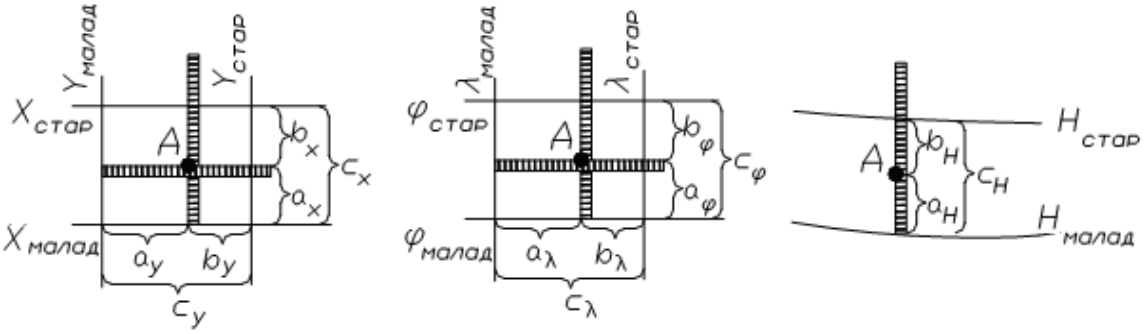
33. Нивелирная съемка

Нивелирная съемка это съемка при которой плановое положение объектов определяется вершинами квадратов, прямоугольников или другими характерными точками других объектов, высотное – геометрическим нивелированием.

34. Тахеометрическая съемка

Тахеометрическая съемка это съемка при которой плановое положение объектов определяется полярным способом, высотное – тригонометрическим нивелированием.

35. Определение координат и отметок по топографическим материалам



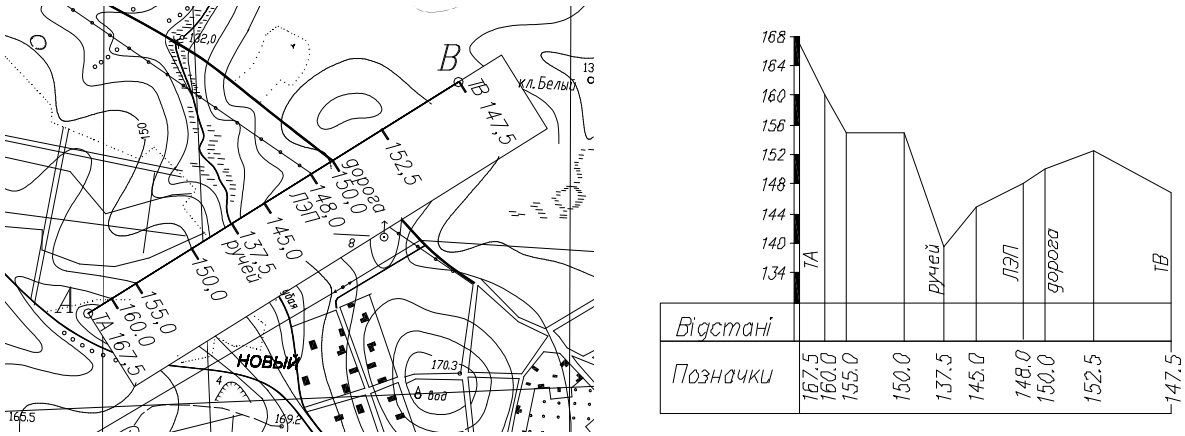
$$\Re_A = \Re_{МЛАД} + \frac{\Re_{СТАР} - \Re_{МЛАД}}{c_{\Re}} a_{\Re};$$

Контрольные формулы:

$$\Re_A = \Re_{СТАР} - \frac{\Re_{СТАР} - \Re_{МЛАД}}{c_{\Re}} b_{\Re},$$

где $\Re$ - определяемый параметр (X, Y, φ, λ, H); $a_{\Re}$ - расстояние от младшей линии координатной сетки или младшей горизонтали до определяемой точки; $b_{\Re}$ - расстояние от старшей линии координатной сетки или старшей горизонтали до определяемой точки; $c_{\Re}$ - расстояние между младшей и старшей линии координатной сетки или младшей и старшей горизонтали.

36. Составление продольных профилей по топографическим материалам



По линии профиля на плане намечаются характерные точки ситуации и рельефа. Определяются расстояния между ними или переносятся эти точки на бумагу. По горизонталям определяются отметки этих точек. На специальном бланки строится профиль

37. Сущность и виды топографических материалов

Топографические материалы это графические, цифровые и электронные источники топографической информации. Они бывают: графические, цифровые и электронные.

К топографическим материалам относятся:

- топографические карты;
- топографические планы;
- профили;
- схемы (абрисы).

Топографическая карта - уменьшенное подобное изображение участка земной поверхности, выполненное в масштабе и в установленных условных знаках с учетом кривизны Земли.

Топографический план - уменьшенное подобное изображение участка земной поверхности, выполненное в масштабе и в установленных условных знаках без учета кривизны Земли.

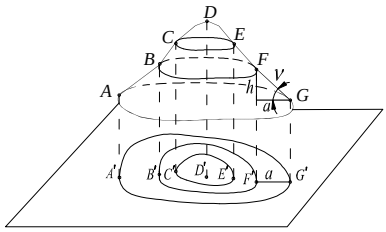
Профиль - уменьшенное подобное изображение вертикального разреза заданного направления местности, выполненное в заданных вертикальном и горизонтальном масштабах.

Схема - уменьшенное схематическое изображение участка земной поверхности, выполненное без соблюдения масштаба.

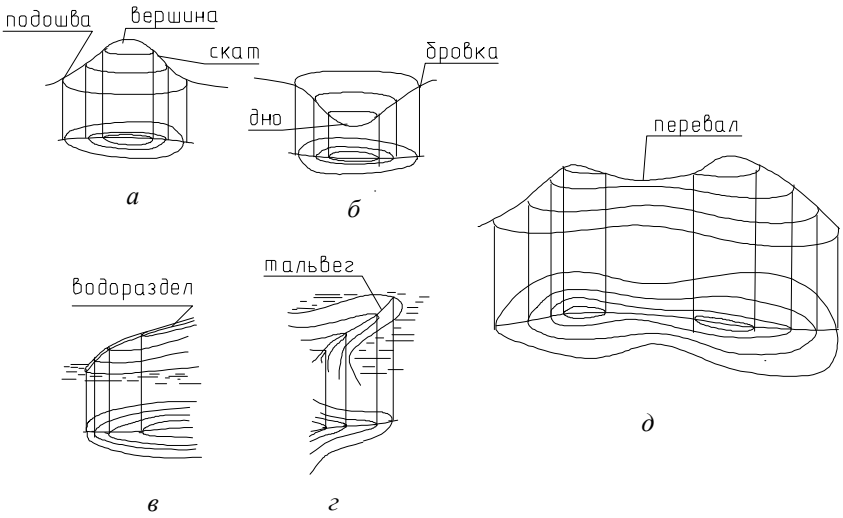
Степень уменьшения изображения на топографических материалах называется масштабом.

38. Изображение рельефа на топографических материалах

Рельеф на картах и планах изображается горизонталями. ***Горизонталь*** - кривая замкнутая линия, все точки которой имеют равные отметки.



39. Основные формы рельефа

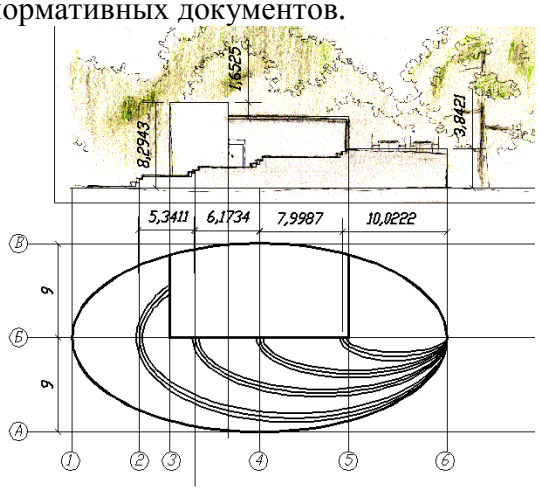


а - гора (высота); б - котловина; в - хребет; г - лощина; д - седловина.

40. Горизонтальная планировка

Плановое размещение проектируемых объектов. Проектирование осуществляется на

основе соответствующих нормативных документов.



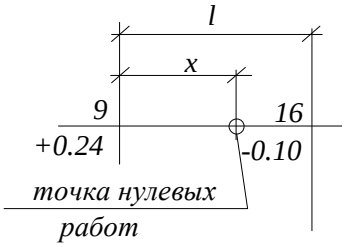
42. Проектирование горизонтальной площадки

На топографическом плане наносится сетка квадратов или прямоугольников. По горизонталям определяются отметки H_i вершин квадратов. Вычисляется проектная отметка

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4n}$$

где H_1 - отметки вершин квадратов, принадлежащих только одному квадрату, H_2 - отметки вершин квадратов, принадлежащих двум квадратам, H_3 - отметки вершин квадратов, принадлежащих трем квадратам; H_4 - отметки вершин квадратов, принадлежащих четырем квадратам, n - число квадратов.

Вычисляются рабочие отметки $h_i = H_0 - H_i$, где H_0 – проектная отметка, H_i – фактическая отметка.

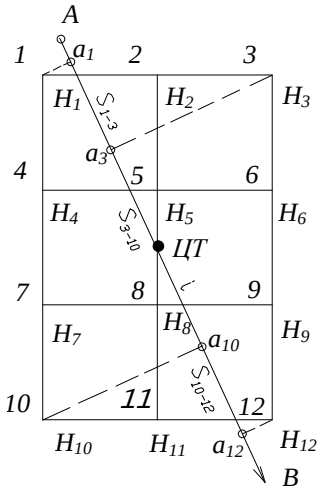


Вычисляется положение линии нулевых работ

$x = \frac{l}{|h_1| + |h_2|}|h_1|$, где h_1 и h_2 – рабочие отметки.

Вычисляются объемы земляных работ $V_i = S_i h_{СРЕД}$, где Si – площадь основания фигуры, $h_{СРЕД}$ – средняя рабочая отметка.

43. Проектирование наклонной площадки

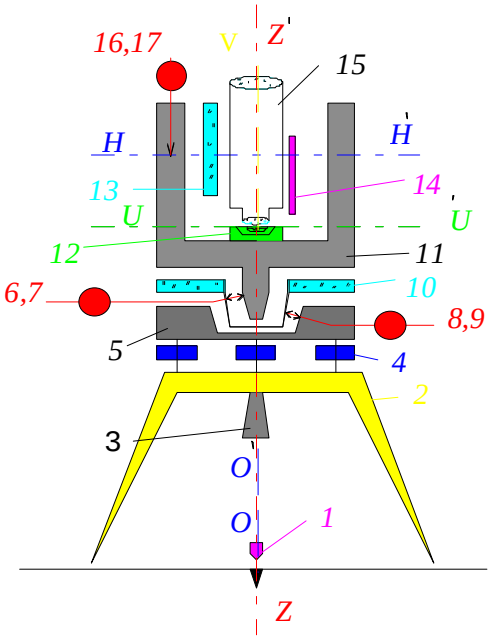


На плане в пределах площадки проводится сетка квадратов. Определяются фактические отметки вершин квадратов. Вычисляется отметка центра тяжести

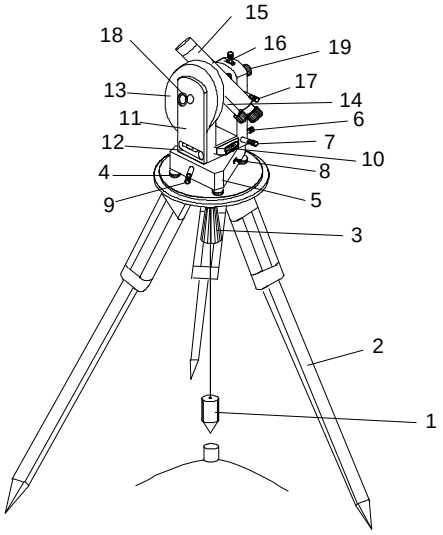
$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4n}.$$

Проводится проектный вектор направления проектного уклона. На этот вектор с углов площадки опускаются перпендикуляры. Измеряются расстояния между точкой центра тяжести и точками оснований перпендикуляра. По проектному уклону вычисляются отметки точек оснований перпендикуляров это будут проектные отметки углов площадки. По этим отметкам вычисляются уклоны внешних и внутренних линий сетки и проектные отметки остальных вершин квадратов. Дальнейшие вычисления аналогичны проектированию горизонтальной площадки

44. Устройство теодолита



1.Отвес. 2.Штатив. 3.Становой винт. 4 Подъемные винты. 5.Трегерная подставка. 6, 7.Закрепительный и наводящий винты алидады. 8, 9.Закрепительный и наводящий винты лимба. 10.Лимб горизонтального круга. 11.Алидада. 12.Цилиндрический уровень. 13.Лимб вертикального круга. 14.Отсчетное устройство. 15.Зрительная труба. 16, 17.Закрепительный и наводящий винты трубы.



Теодолит 2Т30

1.Отвес. 2.Штатив. 3.Становой винт. 4. Подъемные винты. 5. Трегерная подставка. 6, 7. Закрепительный и наводящий винты алидады. 8, 9. Закрепительные и наводящие винты лимба. 10.Лимб горизонтального круга. 11.Алидада. 12.Цилиндрический уровень. 13.Лимб вертикального круга. 14.Отсчетное устройство. 15.Зрительная труба. 16,17.Закрепительный и наводящий винты трубы. 18.Окно отсчетного устройства. 19.Кремальера.

45. Устройство нивелира

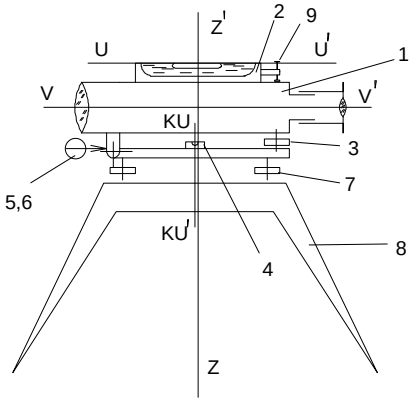
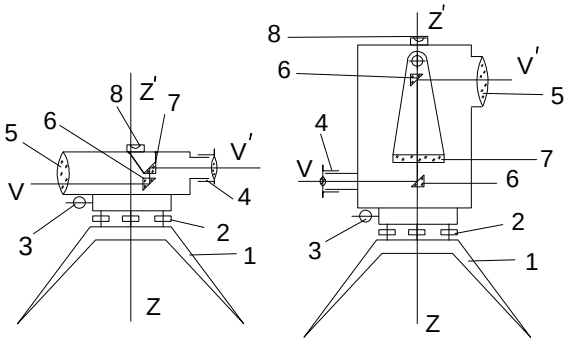


Схема уровенного нивелира

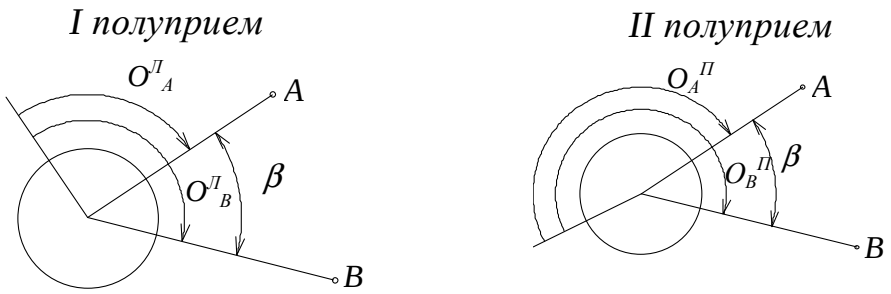
1.Зрительная труба. 2.Цилиндрический уровень. 3.Элевационный винт. 4.Круглый уровень. 5, 6.Закрепительный и наводящий винты трубы. 7.Подъемные винты. 8.Штатив. 9.Юстировочные винты цилиндрического уровня.



Нивелиры с компенсатором

1.Штатив. 2.Подъемные винты. 3.Наводящий винт трубы. 4.Окулр. 5.Объектив. 6.Призьма. 7.Компенсатор. 8.Круглый уровень.

46. Измерение горизонтальных углов теодолитом



Порядок измерений угла следующий:

1) При круге лево, рис. 4.16*а*, последовательно наводится труба на точки *A* и *B* и производится отсчитывание по горизонтальному кругу (отсчеты $O^Л_A$ и $O^Л_B$). Вычисляется горизонтальный угол

$$\beta_Л = O^Л_B - O^Л_A;$$

На этом первый полуприем закончен.

2) Открепляется лимб, и труба разворачивается на угол приблизительно равный 90°, затем лимб закрепляется.

3) Труба переводится через зенит, и аналогичные измерения выполняются при круге право, рис. 4.16*б*, получая отсчеты $O^П_A$ и $O^П_B$. Вычисляется второе значение горизонтального угла

$$\beta_П = O^П_B - O^П_A.$$

4) Контролируется качество измерения путем вычисления разности полученных углов и сравнения ее с допуском.

Допуск на разность углов, полученных в полуприемах для измерений технической точности, составляет *1′*

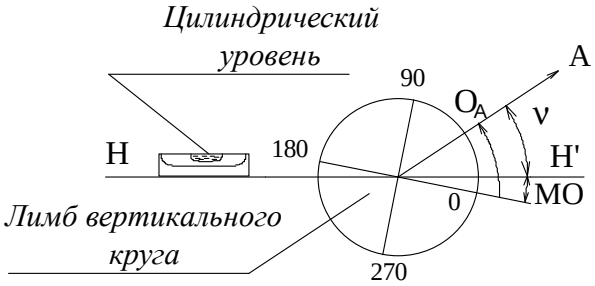
$$|\beta_Л| - |\beta_П| \le \pm 1',$$

Если данный допуск выдержан, вычисляется окончательное значение измеренного угла

$$\beta = \frac{\beta_Л + \beta_П}{2}.$$

47. Измерение вертикальных углов. Место нуля вертикального круга

Вертикальный угол это угол в вертикальной плоскости, отсчитываемый от линии горизонта до заданного направления.



Согласно приведенному рисунку он равен

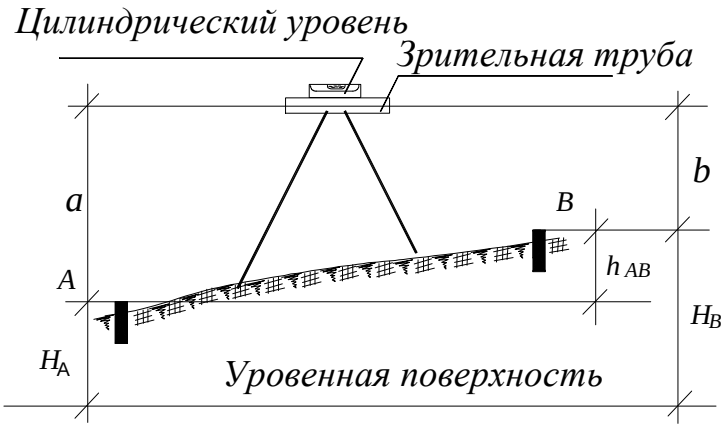
$$\nu = КЛ - МО,$$

где *КЛ*- отсчет по вертикальному кругу;
МО – место нуля вертикального круга.
Место нуля это отсчет по вертикальному кругу при горизонтальном положении трубы теодолита.
Значение место нуля определяется по формуле

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2},$$

где *КЛ* и *КП* – отсчеты по вертикальному кругу при кругах «Лево» и «Право».

48. Измерение превышений



Превышение h_{AB} измеряется нивелиром

$$h = a - b\,,$$

где a и b - соответственно, расстояния от точек A и B до горизонтальной линии визирования. Данные расстояния измеряются специальной линейкой, называемой в геодезии ***нивелирной рейкой***. Величины a и b будут отсчетами по рейкам.