

## МАСШТАБЫ. ПЛАН И КАРТА

*Степень уменьшения горизонтальных проекций линий местности при изображении их на плане или карте называется масштабом.*

*Иными словами, масштаб есть отношение длины отрезка на плане или карте  $d_{пл}$  к горизонтальной проекции соответствующего отрезка  $d_{м}$*

*на местности, т. е.  $\frac{d_{пл}}{d_{м}}$  — масштаб. Различают численный и графические масштабы.*

**Численный масштаб** — это аликвотная дробь, числитель которой есть единица, а знаменатель — число, показывающее, во сколько раз горизонтальные проекции линий местности уменьшены на плане или карте.

$$\frac{d_{пл}}{d_{м}} = \frac{1}{d_{м} : d_{пл}} = \frac{1}{M}, \quad (16)$$

где  $M$  — знаменатель численного масштаба.

В геодезии наиболее часто применяются следующие масштабы: 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 — для планов и 1: 10 000, 1: 25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:300 000, 1:500 000, 1:1 000 000 — для карт. Указанные отношения показывают, что горизонтальные проекции линий местности уменьшены на плане соответственно в 500, 1000, 2000 и т. д. раз, т. е. отрезку в 1 см на плане соответствуют на местности длины: 500 см или 5 м; 1000 см или 10 м; 2000 см или 20 м и т. д. На картах ниже подписи численного масштаба (например, 1:10 000) приводится **именованный** (пояснительный) **масштаб**: «в 1 сантиметре 100 м».

С помощью масштабов можно решать следующие задачи.

1. Определение длины отрезка  $d_{пл}$  на плане масштаба  $1:M$  по длине горизонтальной проекции линии на местности  $d_m$ .

Пусть  $d_m = 275,5$  м,  $1:M = 1:5000$ .

Из соотношения  $\frac{d_{пл}}{d_m} = \frac{1}{M}$  находим  $d_{пл} = \frac{d_m}{M} = \frac{27550 \text{ см}}{5000} = 5,51 \text{ см}$ .

2. Определение горизонтальной проекции линии местности  $d_m$  по длине отрезка  $d_{пл}$  на плане масштаба  $1:M$ .

Пусть  $d_{пл} = 3,62$  см,  $1:M = 1:2000$ .

Тогда  $d_m = d_{пл} \times M = 3,62 \text{ см} \times 2000 = 7240 \text{ см} = 72,4 \text{ м}$ .

При большом объеме работ для исключения вычисления в решении указанных задач удобнее пользоваться изображениями масштабов в графическом виде, к которым относятся **линейный и поперечный (трансверсальный) масштабы**.

**Линейный масштаб** — графическое изображение численного масштаба в виде прямой линии с делениями для отсчета расстояний (рис. 13, а).

Для построения линейного масштаба на прямой линии откладывают ряд отрезков одинаковой длины  $a$  (например,  $a = 2$  см), называемой **основанием линейного масштаба**.

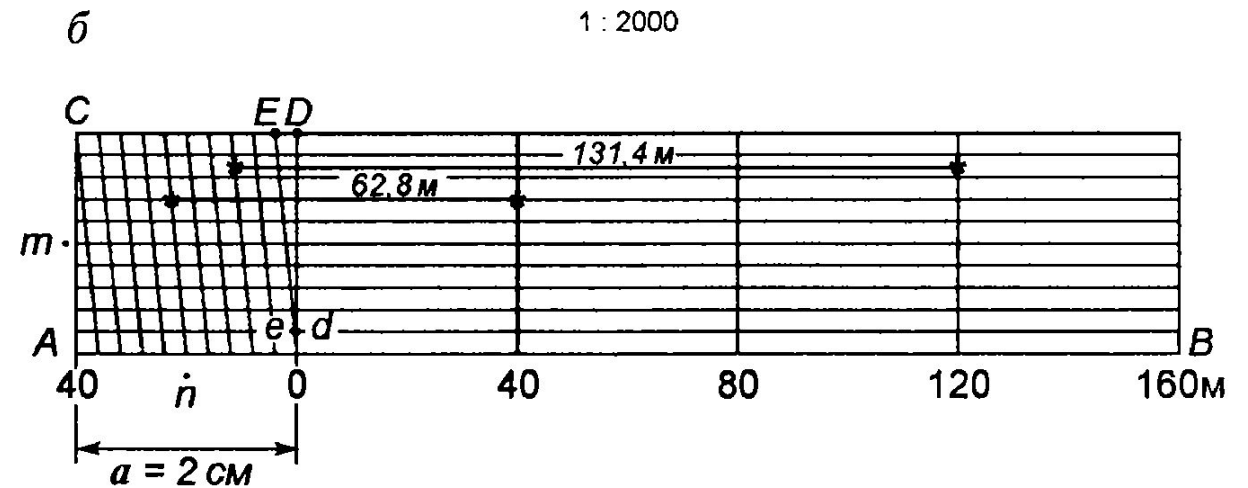
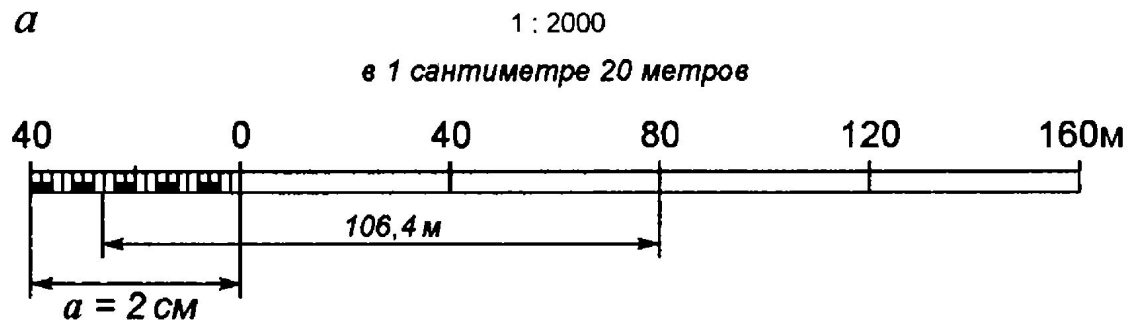


Рис. 13. Масштабы:  
а — линейный; б — поперечный



Из приведенного ранее видно, что при изображении небольшого участка земной поверхности (в пределах площади круга радиусом до 10 км) соответствующую ему часть уровенной поверхности можно принять за горизонтальную плоскость. Следовательно, при ортогональном проектировании точек земной поверхности на горизонтальную плоскость проекции линий и углов местности будут получены без искажений. *Чертеж, дающий в уменьшенном и подобном виде изображение горизонтальной проекции небольшого участка местности, в пределах которого кривизна уровенной поверхности не учитывается, называется планом.*

На плане могут изображаться ситуация и рельеф.

*Ситуацией местности* называется совокупность контуров и неподвижных местных предметов. Ситуация на плане представляет собой горизонтальную проекцию контуров и отдельных предметов местности. В геодезии часто используется термин «плановая съемка» применительно к понятию «съемка ситуации».

*Рельефом называется совокупность неровностей земной поверхности естественного происхождения. Рельеф на плане представляет собой изображение пространственных форм физической поверхности Земли на плоскости.*

*Если на плане изображается только ситуация, то такой план называется **ситуационным**, или **контурным**. Если кроме ситуации на плане изображается рельеф, то такой план называется **топографическим**.*

По плану можно решать различные задачи: измерять расстояния между точками местности, углы между заданными направлениями, площади участков земной поверхности, определять отметки точек, крутизну скатов и т. п. Точность решения указанных задач зависит от масштаба плана.

Имея топографический план, можно составить **профиль**, т. е. **изображение вертикального разреза местности по заданному направлению**. Профиль характеризует рельеф по линии местности. План и профиль служат основными исходными документами при проектировании и строительстве инженерных сооружений.

При изображении значительных территорий земной поверхности возникает необходимость учета кривизны Земли. Уменьшенное и искаженное из-за кривизны Земли изображение значительных территорий земной поверхности на плоскости, построенное в определенной картографической проекции, называется *картой*. При построении карты на плоскости бумаги наносится *картографическая сетка*, т. е. сетка меридианов и параллелей, которая служит основой для нанесения ситуации местности.

План и карта представляют собой уменьшенное изображение на плоскости бумаги проекций участков местности, однако между ними имеются существенные различия.

1. Масштаб в пределах плана есть величина постоянная; на карте масштаб изменяется от точки к точке и по направлениям. Установленный для данной карты масштаб соблюдается только по одному из направлений (по одному меридиану или параллели); этот масштаб называется *главным*. В остальных частях карты масштабы отличаются от главного и называются *частными*.

2. Карты выполняются в масштабах 1:10 000, 1:50 000, 1:100 000 и мельче; планы строятся в более крупных масштабах: 1:100, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 и реже 1:10 000.

В зависимости от масштаба карты условно делятся на *крупномасштабные* — от 1:10 000 до 1:100 000, *среднемасштабные* — от 1:200 000 до 1:1 000 000 и *мелкомасштабные* — мельче 1:1 000 000.

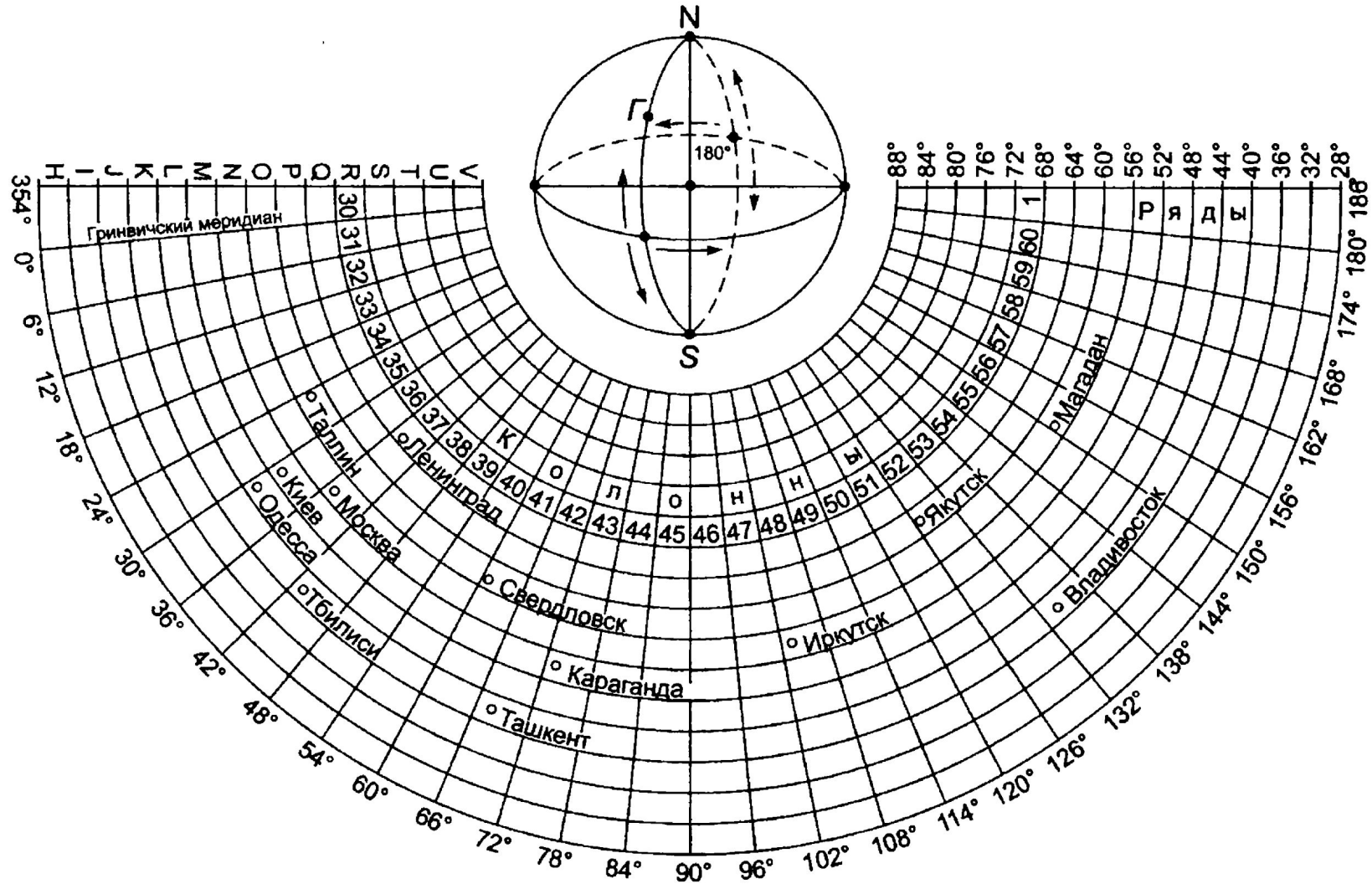


В зависимости от масштаба карты условно делятся на **крупномасштабные** — от 1:10 000 до 1:100 000, **среднемасштабные** — от 1:200 000 до 1:1 000 000 и **мелкомасштабные** — мельче 1:1 000 000.

Карты масштабов мельче 1:1 000 000 называются **обзорными**, а масштабов 1:200 000 — 1:1 000 000 — **обзорно-топографическими**, они составляются по картам более крупных масштабов.

Крупномасштабные карты называются **топографическими** и составляются по результатам топографических съемок территорий. Топографические карты имеют многоцелевое назначение и характеризуются детальностью изображения всех элементов местности. Этим они отличаются от карт **специального назначения**, на которых особо выделяется один или несколько элементов (административные, почвенные, геологические и т. п.), тогда как остальные элементы представлены схематично либо вообще отсутствуют.

# Номенклатура карт и планов



Разграфка и номенклатура листов карты масштаба 1:1 000 000

Карты территории СНГ являются многолистными. Каждый лист карты ограничен меридианами и параллелями, протяженность которых зависит от масштаба карты. Наличие многолистных карт разных масштабов потребовало создания определенной системы учета отдельных листов карт для быстрого их нахождения. Система обозначения (нумерации) отдельных листов многолистной карты называется **номенклатурой**.

Деление листа карты одного масштаба на листы карты более крупного масштаба называется **разграфкой** карты. Разграфка листа карты на части предусматривает получение листов карт различных масштабов примерно одинаковых размеров.



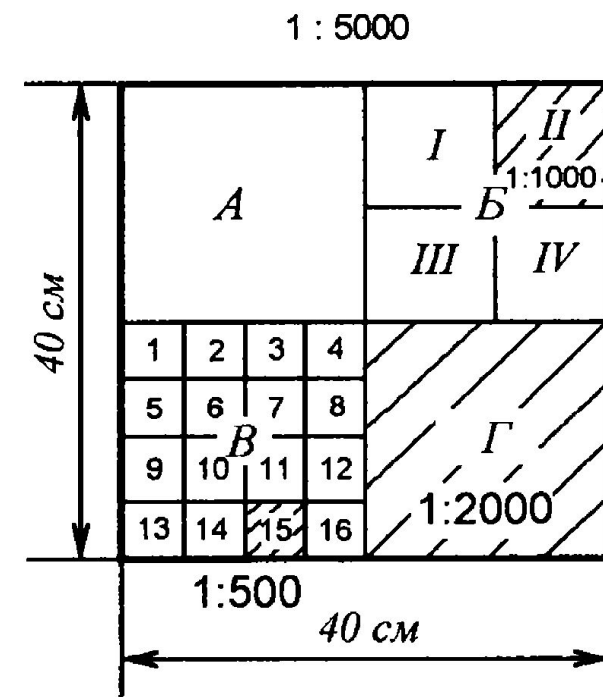
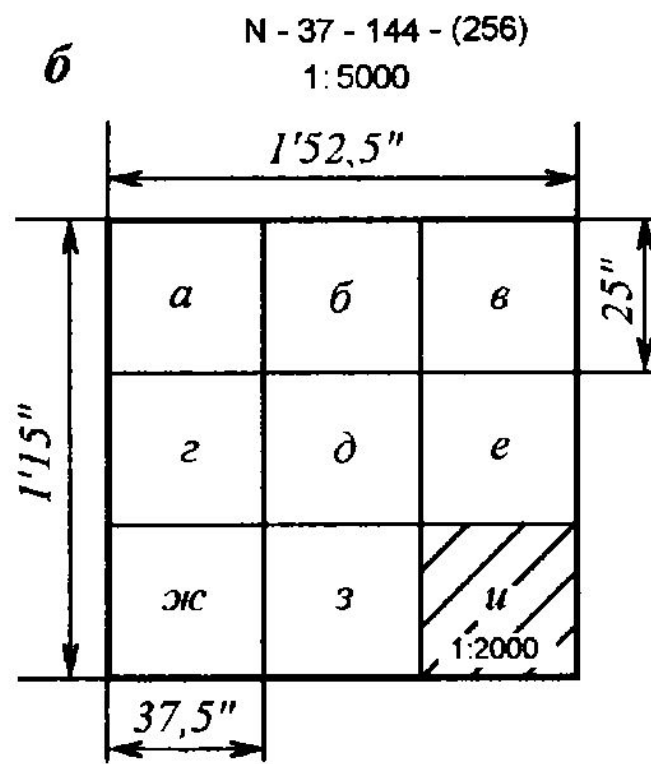
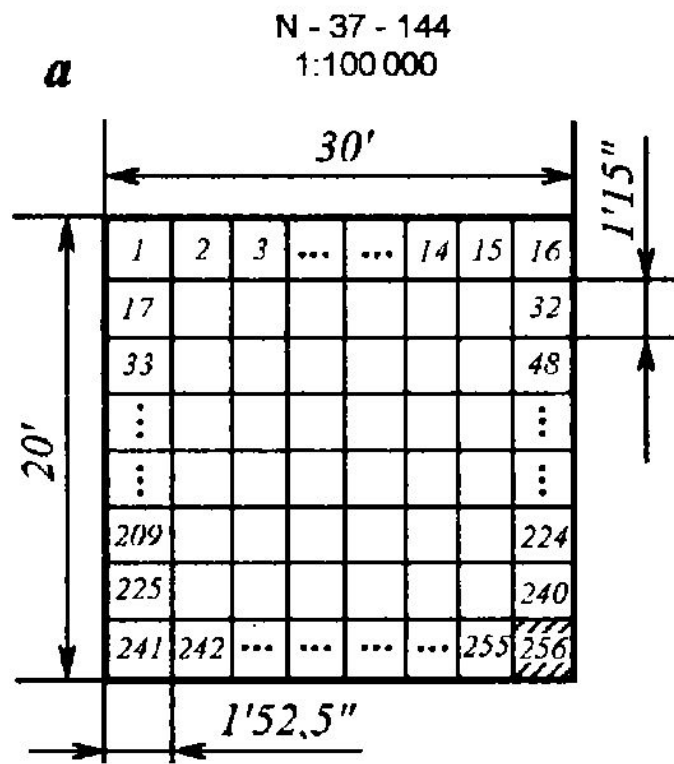


Рис. 16. Номенклатура листов планов масштабов:  
а — 1:5000; б — 1:2000

Рис. 17. Прямоугольная разграфка листа плана масштаба 1:5000





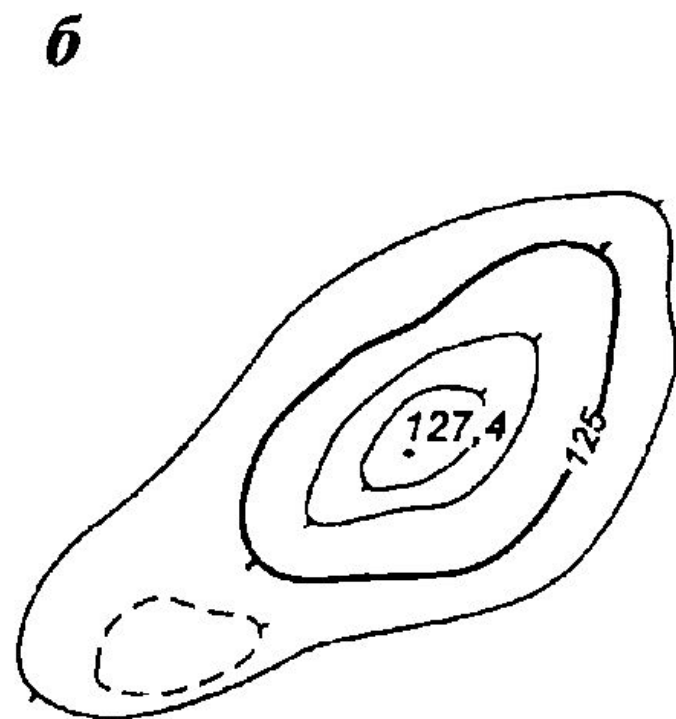
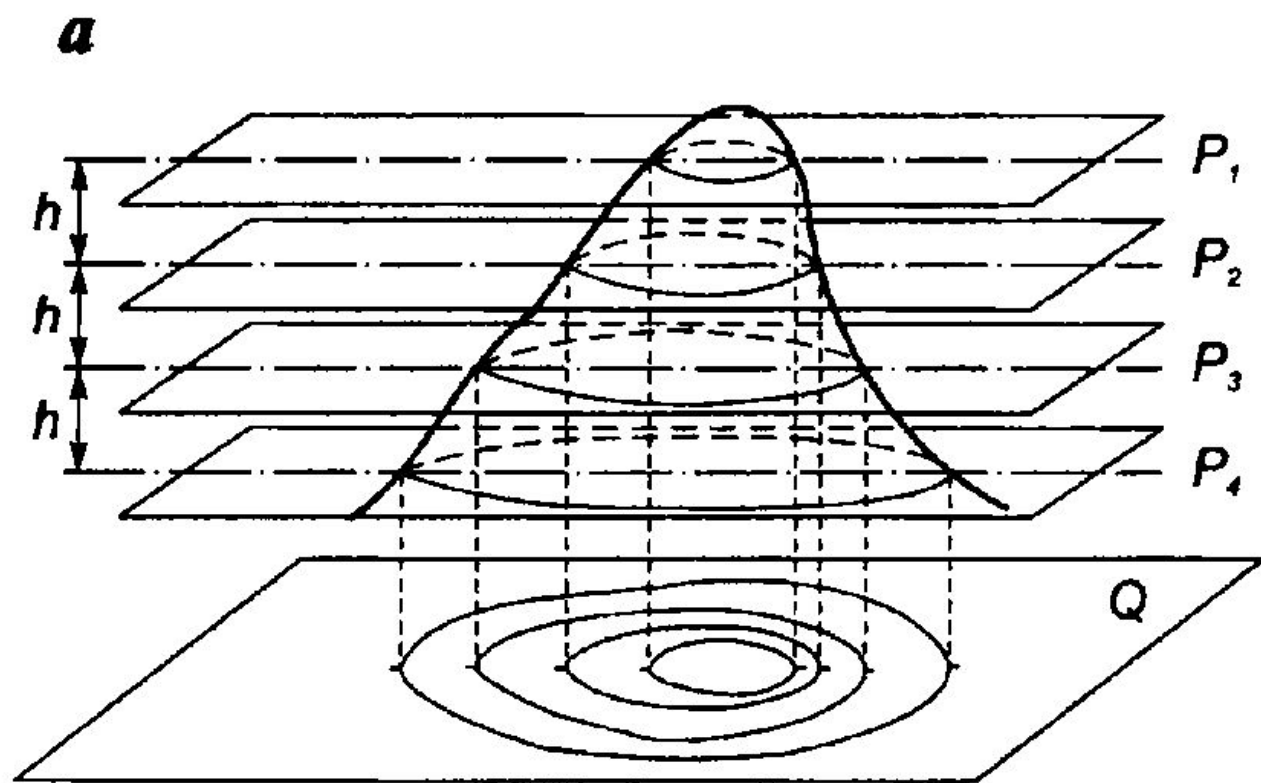


Рис. 19. Сущность способа горизонталей:  
 а — принцип образования горизонталей;  
 б — горизонтали и полугоризнтали



Как видно из рис. 19, а, крутой склон изображается более частыми горизонталями, пологий — более редкими.

*Расстояние между двумя смежными горизонталями в плане называется заложением.* По величинам заложений можно судить о крутизне склонов. Для облегчения чтения рельефа и определения направления скатов перпендикулярно горизонталям ставятся *бергштрихи* (скат-штрихи). Каждая пятая (иногда четвертая) основная горизонталь проводится утолщенной и подписывается в разрыве основанием цифр в сторону падения ската (см. рис. 19, б).

На топографических картах горизонталями изображаются формы рельефа, у которых угол наклона ската не превышает  $45^\circ$ . При изображении более крутых скатов пользуются особыми условными знаками. К числу дополнительных знаков при изображении рельефа горизонталями относятся также подписи отметок вершин, глубин и других высот, характеризующих рельеф.



*Холм, гора* — выпуклая конусообразная форма рельефа, возвышающаяся над окружающей местностью (рис. 20, а). Наивысшая точка горы или холма называется *вершиной*. От вершины во все стороны идут *склоны*, или *скаты*; линия перехода скатов в окружающую равнину называется *подошвой*. Гора отличается от холма размерами и крутизной скатов; при высоте над окружающей местностью до 200 м подобная форма рельефа с пологими скатами называется холмом, а более 200 м с крутыми скатами — *горой*. Горы и холмы изображаются замкнутыми горизонталями с бергштрихами, направленными от вершины к подошве.

*Котловина, или впадина*, — противоположная горе (холму) форма рельефа, представляющая чашеобразное углубление земной поверхности (рис. 20, б). Самая низкая точка котловины называется *дном*. Боковая поверхность котловины состоит из скатов; линия их перехода в окружающую местность называется *бровкой*. Котловина, как и гора, изображается замкнутыми горизонталями, однако бергштрихи в этом случае направлены ко дну.

*Хребет* — вытянутая и постепенно понижающаяся в одном направлении возвышенность (рис. 20, в). Хребет обычно представляет собой ответвление горы или холма. Линия, соединяющая самые высокие точки хребта, от которой в противоположные стороны отходят скаты, называется водоразделом. Хребет изображается выпуклыми горизонталями, направленными выпуклостью в сторону понижения местности.

*Лощина* — вытянутое в одном направлении углубление земной поверхности с постепенно понижающимся дном (рис. 20, г). Два ската лощины, сливаясь между собой в самой низкой ее части, образуют линию водотока (водослива), или тальвег. Разновидностями лощины являются: долина — широкая лощина с пологими скатами; овраг (в горной местности — ущелье) — узкая лощина с обрывистыми обнаженными скатами; балка — заросший травой и кустарником овраг с выположенными обрывами. Лощина изображается вогнутыми горизонталями, направленными вогнутостью в сторону понижения местности; обрывистые склоны оврага изображаются специальными условными знаками (рис. 20, г).

**Седловина** — пониженный участок местности, расположенный на хребте между соседними вершинами (рис. 20, е). От седловины берут начало две лощины, распространяющиеся в противоположных направлениях. В горной местности седловины служат путями сообщения между противоположными склонами хребта и называются *перевалами*. Седловина изображается горизонталями, обращенными выпуклостями навстречу друг к другу.

Вершина горы, дно котловины, самая низкая точка седловины и точки перегиба скатов называются **характерными точками рельефа**, а линии водораздела и водотока — **характерными линиями рельефа**.

Разновидностями основных форм рельефа являются: *гребни* — острые части хребта по водоразделу; *террасы* — пологие площадки на крутых скатах. Терраса изображается системой выпуклых и вогнутых горизонталей со значительным промежутком между ними в одном месте.

Все формы рельефа образуются из сочетания наклонных поверхностей — скатов, которые подразделяются на *ровные, выпуклые, вогнутые и смешанные* (рис. 21).

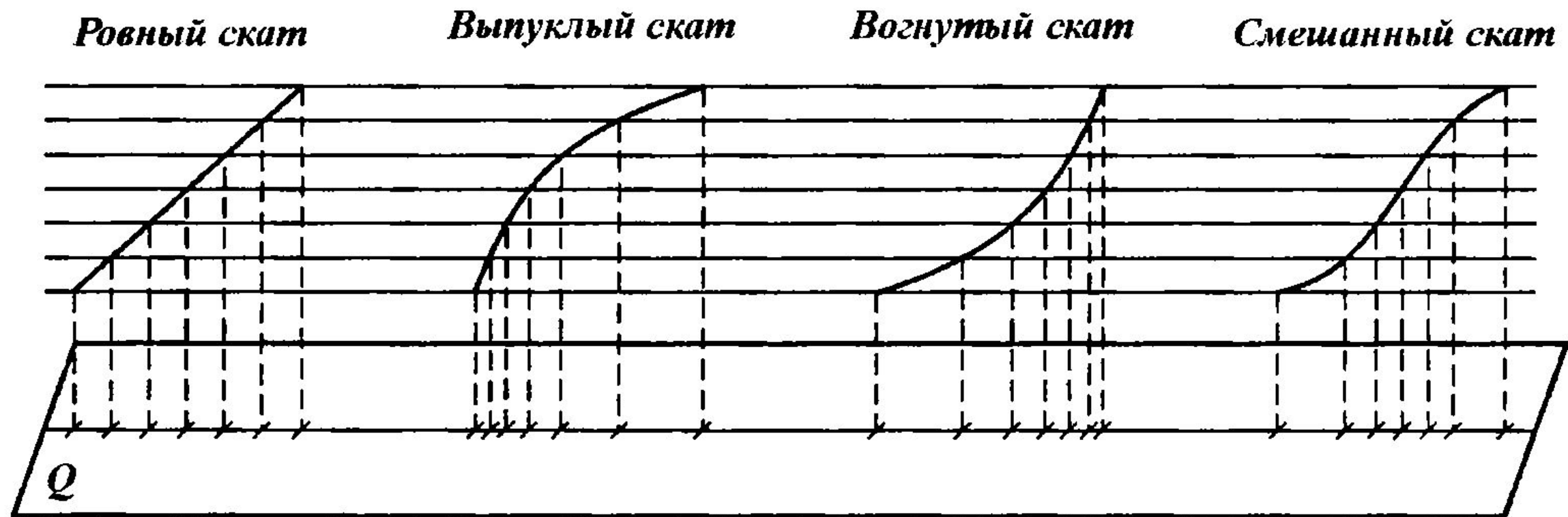


Рис. 21. Формы скатов

# Свойства горизонталей

Из сущности изображения рельефа горизонталями вытекают следующие основные их свойства.

1. *Все точки, лежащие на одной и той же горизонтали, имеют одинаковую высоту.*

2. *Замкнутые в пределах карты или плана горизонтали обозначают холм или котловину.*

3. *Горизонтали на плане или карте должны быть непрерывными линиями. Они могут прерываться лишь в оврагах (см. рис. 20, г).*

4. *Горизонтали не могут пересекаться и разветвляться. Исключение может составлять случай, когда горизонталями изображается нависший утес. Поэтому для изображения на картах скал (в том числе и нависших утесов) установлен специальный условный знак.*

5. *Расстояние между горизонталями в плане (заложение) характеризует крутизну ската, т. е. угол наклона ската к горизонту  $\alpha$ .*





Отношение высоты сечения рельефа к заложению называется **уклоном линии ската**.

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d}. \quad (20)$$

Уклоны линии выражаются в процентах либо промилле (тысячных долях единицы). Например:  $h = 1$  м,  $d = 40$  м. Тогда

$$i = \frac{1 \text{ м}}{40 \text{ м}} = 0,025 = 25\text{‰} = 2,5\%.$$

Определив уклон линии местности, легко найти крутизну ската по данному направлению из выражения

$$\nu = \operatorname{arctg} \frac{h}{d}.$$

6. *Линии водоразделов и водотоков (водосливов) пересекаются горизонталями под прямыми углами (см. рис. 20, в, г).*

7. *Горизонталы имеют отметки, кратные высоте сечения рельефа. Например, при высоте сечения рельефа  $h = 1$  м горизонталы будут иметь отметки 120 м; 121 м; 122 м; 123 м и т. д.; при  $h = 2,5$  м — 120 м; 122,5 м; 125 м; 127,5 м; 130 м и т. д.*

# Интерполирование горизонталей

На рис. 23 показано:  $H_A$  и  $H_B$  — отметки точек линии ската  $AB$ ;  $h$  — высота сечения рельефа;  $h'$  — разность отметок точек  $A$  и  $B$  ( $h' = 2,2$  м);  $\Delta h_1$  — превышение ближайшей старшей горизонтали с отметкой 56,0 м над точкой с отметкой  $H_A = 55,3$  м, т. е.  $\Delta h_1 = 0,7$  м;  $\Delta h_2$  — превышение точки  $B$  с отметкой  $H_B = 57,5$  м над ближайшей младшей горизонталью с отметкой 57,0 м, т. е.  $\Delta h_2 = 0,5$  м.

Решение задачи сводится к нахождению планового положения точек  $C'$  и  $D'$ , для чего необходимо вычислить горизонтальные расстояния  $d_1$ ,  $d_2$  и  $d_3$ . Поскольку эти расстояния пропорциональны соответственно превышениям  $\Delta h_1$ ,  $\Delta h_1 + h$  и  $\Delta h_2$ , то имеем:

$$d_1 = \frac{d}{h'} \Delta h_1 = \frac{25}{2,2} \times 0,7 = 8,0 \text{ мм};$$

$$d_2 = \frac{d}{h'} (\Delta h_1 + h) = \frac{25}{2,2} \times (0,7 + 1,0) = 19,3 \text{ мм};$$

$$d_3 = \frac{d}{h'} \Delta h_2 = \frac{25}{2,2} \times 0,5 = 5,7 \text{ мм}.$$

Расстояние  $d_3$  определяется для контроля вычислений:  $d_2 + d_3 = d$ . В рассмотренном примере  $19,3 + 5,7 = 25,0$  мм. Отложив на плане от точки  $A$  отрезки  $d_1$  и  $d_2$ , получают точки  $C'$  и  $D'$ , через которые должны проходить горизонтали с отметками 56,0 и 57,0 м.

**Графическое интерполирование** состоит в следующем.

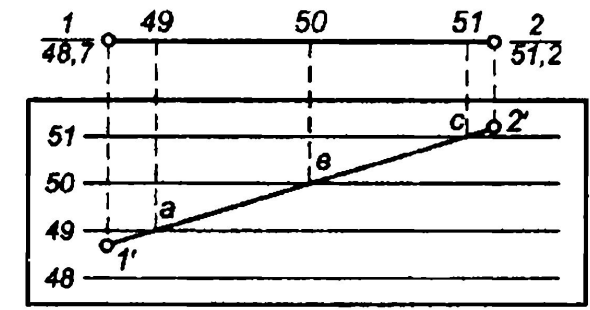
Пусть на линии 1–2 (рис. 24, а) с отметками точек 1 и 2, соответственно, 48,7 и 51,2 м требуется найти положение точек с отметками, кратными выбранной высоте сечения рельефа  $h = 1$  м, т. е. 49, 50 и 51 м.

На листе миллиметровой бумаги через одинаковое расстояние (например, 0,5 или 1,0 см) проводят ряд параллельных линий, которые оцифровываются согласно отметкам точек и принятому сечению рельефа.

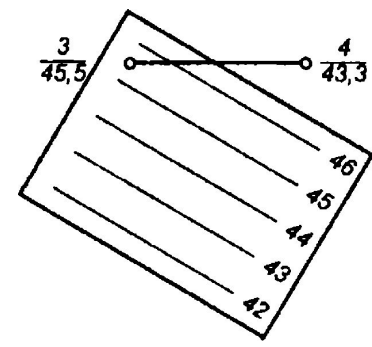
Приложив лист миллиметровки к линии 1–2, сносят эти точки согласно их отметкам на миллиметровку. Соединив полученные точки 1 и 2 прямой линией, получают ее профиль. Далее отмечают точки пересечения линии 1'–2' профиля с оцифрованными линиями миллиметровки (точки а, в, с). Спроектировав эти точки на линию 1–2, получают положение точек, через которые должны проходить горизонтали с отметками 49, 50 и 51 м.

В практике вместо миллиметровки для графического интерполирования часто используют *палетку* — восковку (кальку) с рядом параллельных линий, проведенных через равные промежутки (например, через 0,5 см). Линии оцифровывают согласно выбранной высоте сечения рельефа и отметкам точек плана, между которыми проводится интерполирование. Накладывают палетку, например, на линию 3–4 (рис. 24, б) так, чтобы точка 3 оказалась на соответствующей отметке палетки. Затем, прижав палетку в точке 3 иглой, вращают палетку вокруг этой точки до тех пор, пока точка 4 не окажется на соответствующей отметке палетки (рис. 24, в). Точки пересечения линии 3–4 линиями палетки перекальвают на план и у каждой из точек подписывают соответствующую отметку. Аналогично проводят интерполирование всех других линий. Затем точки на плане с одинаковыми отметками соединяют плавными кривыми линиями и получают изображение рельефа горизонталями.

а



б



в

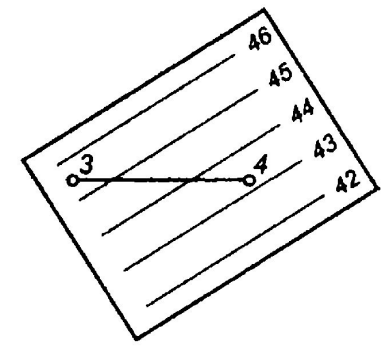
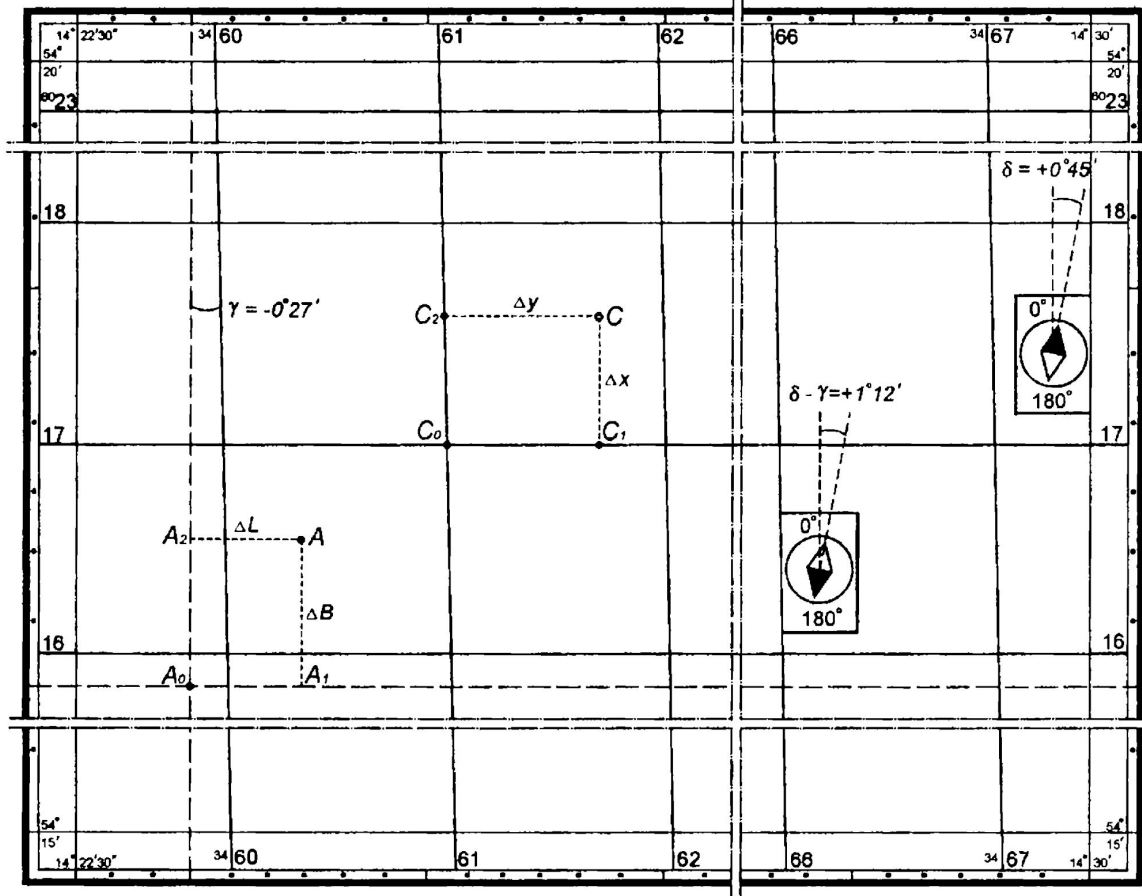
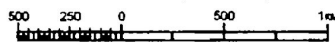


Рис. 24. Графическое интерполирование горизонталей: а — с помощью миллиметровки; б, в — с помощью палетки



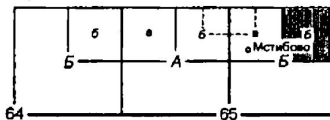
1 : 25 000

В 1-м сантиметре 250 метров

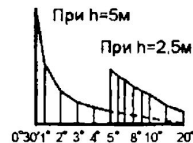


Сплошные горизонталы проведены через 5 метров  
Балтийская система высот

Схема  
расположения листов в комплекте №2



Склонение восточное  $0^{\circ}45'$   
Среднее сближение меридианов  
западное  $0^{\circ}27'$ . При прикладывании  
компас или буссоли к вертикальной  
линии координатной сетки среднее  
отклонение магнитной стрелки  
восточное  $1^{\circ}12'$



Аэрофототопографическая съемка 1996г.  
(Комбинированный метод)  
Подготовлено к изданию в 1997г.  
Отпечатано в 1998г.

Снимок Рудаков П И

Рис. 25. Карта

# ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ПО ТОПОГРАФИЧЕСКИМ КАРТАМ И ПЛАНАМ

**Определение геодезических координат точки.** Для определения геодезических координат  $(B, L)$  точки  $A$  (см. рис. 25) на карте проводят ближайšie к данной точке южную параллель и западный меридиан, соединив одноименные минутные деления градусной рамки.

Определяют широту  $B_0$  и долготу  $L_0$  точки  $A_0$  пересечения меридиана и параллели. Через заданную точку  $A$  проводят линии, параллельные ближайшим меридиану и параллели, и с учетом масштабов минутной рамки измеряют расстояния  $AA_1 = \Delta B$  и  $AA_2 = \Delta L$ . Тогда окончательно геодезические координаты точки определяются так:

$$B_A = B_0 + \Delta B; \quad L_A = L_0 + \Delta L.$$

Для рассматриваемого примера:

$$B_A = 54^\circ 16' + 18'' = 54^\circ 16' 18''; \quad L_A = 14^\circ 23' + 24'' = 14^\circ 23' 24''.$$

**Определение прямоугольных координат точки.** Для определения прямоугольных координат  $(x, y)$  точки  $C$  (см. рис. 25), используя оцифровку километровой сетки, находят координаты  $(x_0, y_0)$  юго-западного угла квадрата, в котором находится данная точка. Затем из точки  $C$  на стороны квадрата опускают перпендикуляры  $CC_1$  и  $CC_2$ , и с учетом масштаба карты определяют их длины:  $CC_1 = \Delta x$  и  $CC_2 = \Delta y$ .

Тогда прямоугольные координаты точки  $C$ :

$$x_A = x_0 + \Delta x; \quad y_A = y_0 + \Delta y.$$

В рассматриваемом примере:

$$\begin{aligned} x_c &= 6017 \text{ км} + 0,510 \text{ км} = 6017,510 \text{ км}; \\ y_c &= 3461 \text{ км} + 0,670 \text{ км} = 3461,670 \text{ км}. \end{aligned}$$

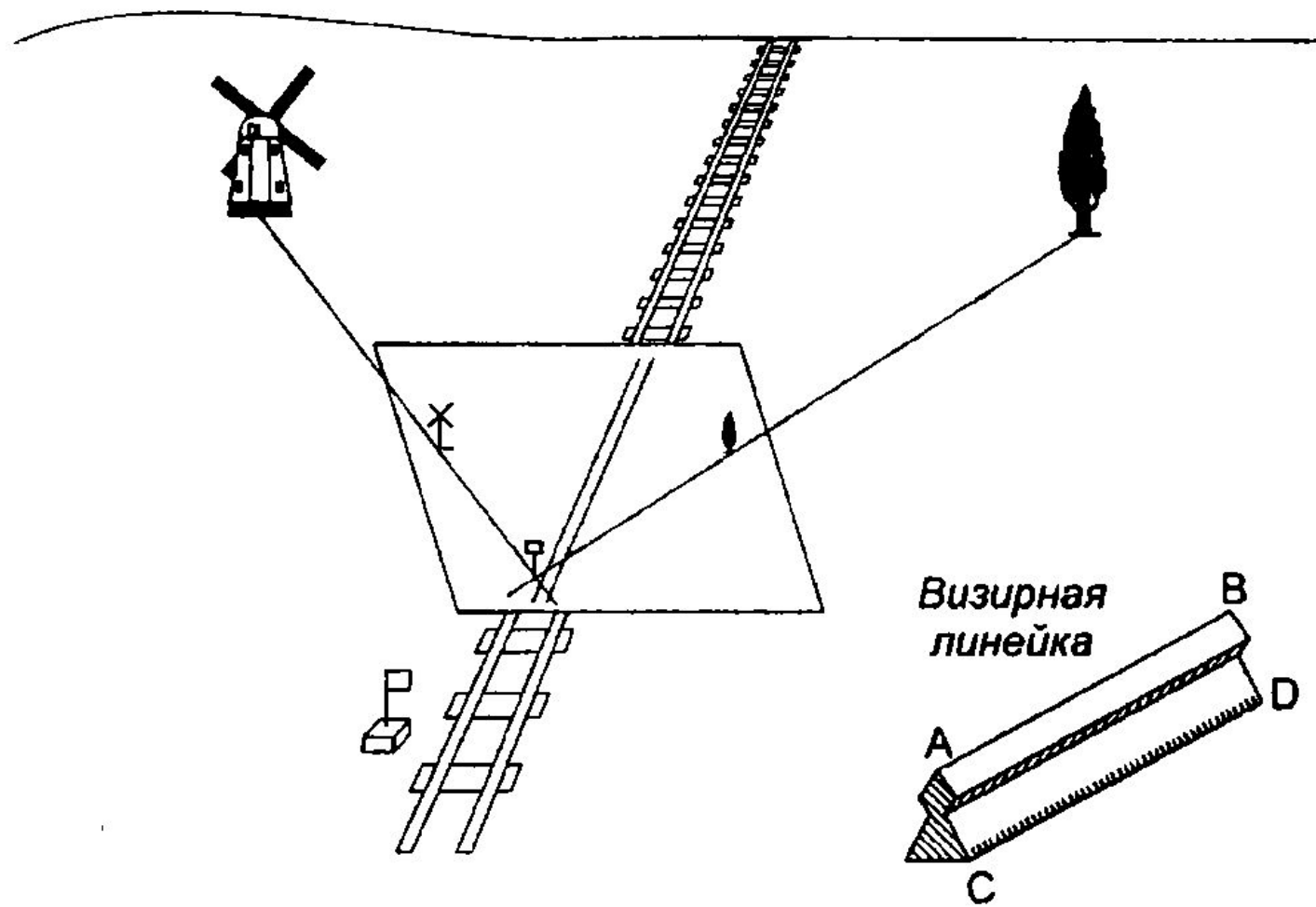


Рис. 26. Ориентирование карты по местным предметам





**Определение ориентирных углов относительно истинного меридиана.** Для определения по карте истинного азимута направления, используя минутную разграфку градусной рамки, через начальную его точку  $B$  проводят истинный меридиан, относительно которого геодезическим транспортиром измеряют величину истинного азимута  $A$  (рис. 28).

Зная величины склонения магнитной стрелки  $\delta$  и сближения меридианов  $\gamma$ , можно рассчитать магнитный азимут и дирекционный угол данного направления, исходя из формул (5) и (6):

$$A_m = A - \delta; \quad \alpha = A - \gamma.$$

**Определение ориентирных углов относительно километровой сетки.** Для определения по карте дирекционного угла направления  $DE$  через начальную его точку  $D$  проводят линию, параллельную оси абсцисс (вертикальной линии километровой сетки), и относительно нее измеряют транспортиром дирекционный угол  $\alpha_{DE}$  (см. рис. 28). Дирекционный угол заданной линии можно измерить в любой точке ее пересечения с вертикальной линией километровой сетки.

**Графо-аналитический способ определения ориентирных углов.** Если известны (либо определены графически) координаты  $x_1, y_1$  и  $x_2, y_2$  начальной и конечной точек линии, то дирекционный угол данного направления может быть рассчитан исходя из выражения:

$$\operatorname{tg} \alpha_{1-2} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}.$$

На практике для решения указанных задач по карте обычно сначала находят дирекционный угол направления, а затем, зная склонение магнитной стрелки  $\delta$  и сближение меридианов  $\gamma$ , вычисляют истинный и магнитный азимут, исходя из формул (6) и (7):

$$A = \alpha + \gamma;$$

$$A_m = \alpha - \delta + \gamma = \alpha - \Pi.$$

Средние значения  $\delta$  и  $\gamma$  для данного листа карты приводятся на схеме и в пояснениях в юго-западном углу карты.

**Определение высот точек по горизонталям.** При решении этой задачи возможны три случая.

**1 — точка расположена на горизонтали.** Отметка точки, расположенной на горизонтали, равна отметке этой горизонтали. Если горизонталь не оцифрована, то ее отметка находится по оцифровке соседних горизонталей с учетом высоты сечения рельефа.

**2 — точка расположена между двумя горизонталями.** Пусть точка  $M$  (рис. 29, а), отметку которой требуется определить, расположена между горизонталями с отметками 125 и 130 м.

Через точку  $M$  проводят прямую  $AB$  как кратчайшее расстояние между горизонталями и на плане измеряют заложение  $d = AB$  и отрезок  $l = AM$ . Как видно из вертикального разреза по линии  $AB$  (рис. 29, б), величина  $\Delta h$  представляет собой превышение точки  $M$  над младшей горизонталью. Из подобия треугольников  $ABB'$  и  $AMM'$  следует

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{l}{d}, \text{ отсюда } \Delta h = \frac{l}{d} h.$$

Тогда

$$H_m = H_A + \Delta h = H_A + \frac{l}{d} h.$$

Для приведенного на рис. 29, а примера

$$H_m = 125 \text{ м} + \frac{14}{20} \times 5 \text{ м} = 128,5 \text{ м}.$$

**3 — точка расположена между одноименными горизонталями.**

Если точка расположена между горизонталями с одинаковыми отметками (точка  $A$  на рис. 29, в) либо внутри замкнутой горизонтали (точка  $B$ ), то ее отметку можно определить лишь приближенно. При этом считают, что отметка точки меньше или больше высоты этой горизонтали на половину высоты сечения рельефа, т. е.  $0,5h$  (например,  $H_A = 121,5 \text{ м}$ ,  $H_B = 125,5 \text{ м}$ ). Поэтому отметки характерных точек рельефа (вершина холма, дно котловины и т. п.), полученные из измерений на местности, выписывают на планах и картах.

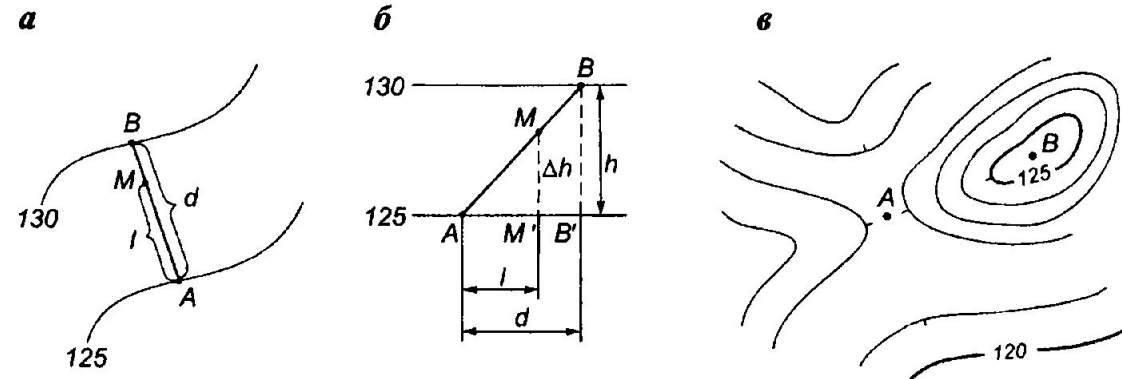


Рис. 29. Схемы определения отметок точек по горизонталям:  
а, б — точка расположена между разноименными горизонталями;  
в — точка расположена между одноименными горизонталями

**Определение крутизны скатов и уклонов линий по горизонталям.**  
**Графики заложений.** Крутизна ската (угол наклона ската)  $v$  и уклон линий  $i$  между точками, лежащими на соседних горизонталях, определяются по известной формуле (20):

$$i = \operatorname{tg} v = \frac{h}{d},$$

отсюда

$$v = \operatorname{arctg} \frac{h}{d},$$

где  $h$  — высота сечения рельефа, м;  $d$  — заложение, м.

Чтобы избежать расчетов при определении уклонов и крутизны скатов по плану или карте, на практике пользуются специальными графиками, называемыми *графиками заложений*.

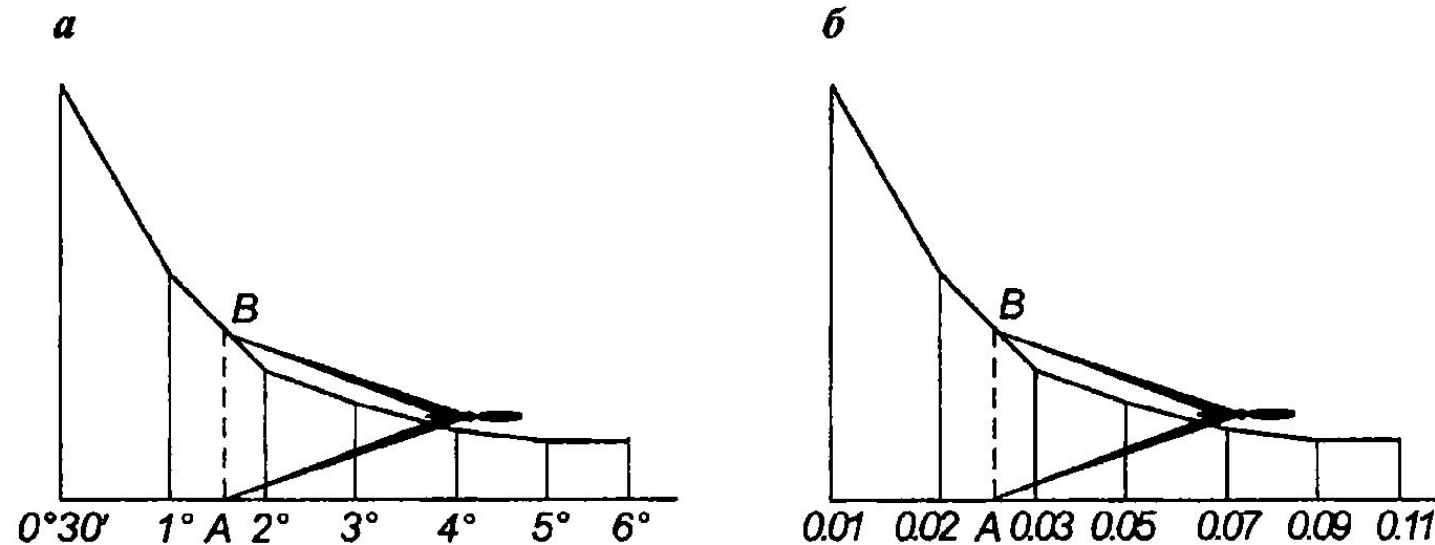


Рис. 30. Графики заложений:  
 а — крутизны; б — уклонов

Для построения графика заложений горизонтальную линию делят на равные отрезки произвольной длины и у концов отрезков подписывают значения углов наклона, начиная с  $30'$ . Предельное значение углов на шкале графика назначают в зависимости от максимальной крутизны скатов данного плана или карты. Затем вычисляют заложения, соответствующие каждому значению угла наклона при принятой высоте сечения рельефа, по формуле

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg} \nu}.$$

Полученные величины заложений, выраженные в масштабе плана (карты), откладывают на перпендикулярах к горизонтальной линии против соответствующих углов наклона. Через полученные точки проводят плавную линию и получают график заложений, называемый в данном случае *графиком крутизны* (рис. 30, а).

Если в точках деления горизонтальной линии вместо углов наклона подписаны значения уклонов и на перпендикулярах отложены соответствующие заложения, то получают *график уклонов* (рис. 30, б).

Для определения крутизны ската или уклона с плана берут в раствор циркуля соответствующее заложение (например,  $AB$ ), переносят его на график заложений (см. рис. 30) так, чтобы отрезок  $AB$  оказался параллельным линиям графика, а одна ножка циркуля располагалась на горизонтальной линии, другая — на кривой. Значение крутизны или уклона определяют, пользуясь оцифровкой горизонтальной шкалы графика. В рассматриваемом примере крутизна ската  $\nu = 1^{\circ}30'$ , а уклон  $i = 0,026$ .

Необходимо помнить, что графики заложений, приводимые за оформительской рамкой, рассчитываются и строятся соответственно сечению рельефа и масштабу данного плана или карты.

где  $M$  — знаменатель численного масштаба плана. Величину заложения  $d'$  можно определить также по графику заложений.

**Определение границы водосборной площади.** *Водосборной площадью, или бассейном, называется участок земной поверхности, с которой вода по условиям рельефа должна стекать в данный водосток (реку, лощину и т. д.).* Оконтурирование водосборной площади проводится с учетом рельефа местности по горизонталям карты (плана).

Границами водосборной площади служат линии водоразделов, пересекающие горизонтали под прямым углом. На рис. 33 линии водоразделов показаны пунктиром.

Зная водосборную площадь, среднегодовое количество осадков, условия испарения и впитывания влаги почвой, можно подсчитать мощность водного потока, которая необходима для расчета мостов, площадок дамб и других гидротехнических сооружений.

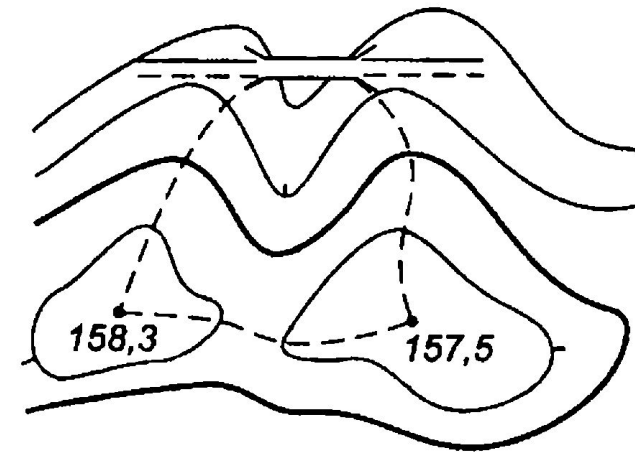


Рис. 33. Схема определения границы водосборной площади

**Определение объемов земляных тел.** Используя план с горизонталями, можно вычислить объемы земляных тел, представляющих собой холмы или горы, либо объемы пространств, образуемых впадиной или котловиной.

Объем пород, заключенных в холме (рис. 34), может быть представлен как сумма объемов, заключенных между соседними горизонталями. Объем каждого пояса определится по приближенной формуле объема усеченного конуса:

$$\text{для I пояса } V_1 = \frac{S_1 + S_2}{2} h;$$

$$\text{для II пояса } V_2 = \frac{S_2 + S_3}{2} h \text{ и т. д.,}$$

где  $h$  — высота сечения рельефа;  $S_i, S_{i+1}$  — площади нижнего и верхнего оснований пояса, ограниченные горизонталями; в зависимости от необходимой точности определяются графически либо с помощью планиметра.

Если верхний слой холма имеет форму купола, то его объем определится по приближенной формуле

$$V_в = \frac{1}{2} S_в h',$$

где  $S_в$  — площадь основания верхнего слоя;  $h'$  — разность отметок горизонтали основания верхнего слоя и вершины холма.

$$\text{Тогда общий объем холма } V = \sum_{i=1}^n V_i.$$

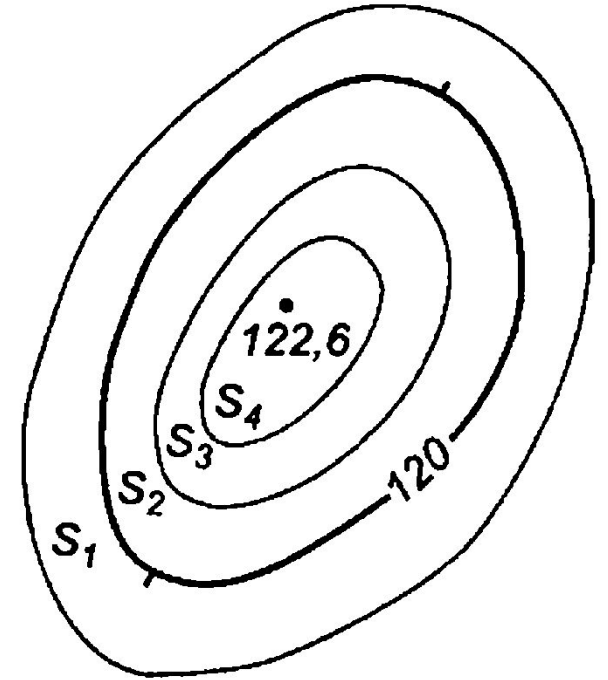


Рис. 34. Схема определения объемов земляных тел