

Тема: «Геодезическая съемка. Рельеф»

Вопросы

1. Прямая геодезическая задача
2. Обратная геодезическая задача
3. Связь между дирекционными углами предыдущей и последующей линий
4. Геодезическая съемка. План, карта, профиль
5. Рельеф. Основные формы рельефа
- 6. Изображение рельефа на планах и картах.**

Теодолитный ход

- ▶ **Теодолитный ход** – это геодезическое построение в виде ломаной линии, вершины которой закрепляются на местности, и на них измеряются горизонтальные углы β_i между сторонами хода и длины сторон s_{ij} . Закрепленные на местности точки называют точками теодолитного хода.



- Репéр (от фр. repère — метка, знак, исходная точка) в геодезии — знак, который находится в определённой точке земной поверхности с известной абсолютной высотой.
- Эта высота определяется посредством нивелирования относительно исходной уровенной поверхности.

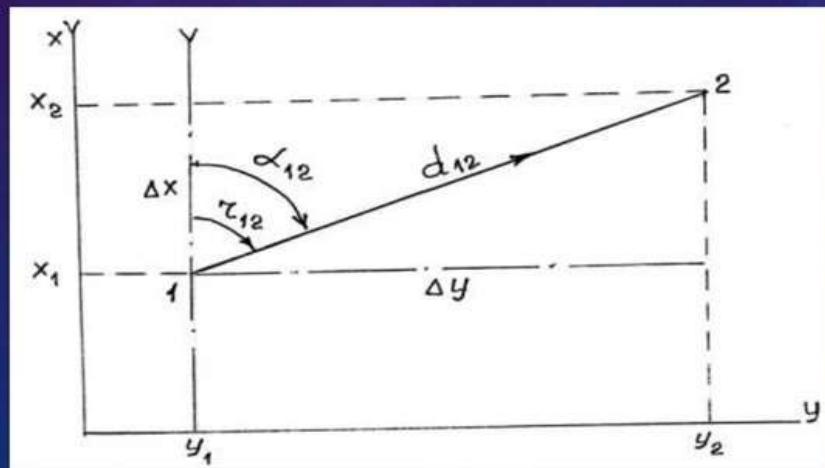
Прямая геодезическая задача

- **Геодезическая задача** — математическая задача, связанная с определением взаимного положения точек (координат) принадлежащих какой либо поверхности. **Геодезические задачи** подразделяются на **прямую, обратную и задачу.**
- **Прямая геодезическая задача** заключается в том, что по известным координатам одной точки (например точка А), вычисляют координаты другой точки (например точка В), для чего необходимо знать горизонтальное проложение (длину) линии между этими точками () и дирекционный угол этой линии.

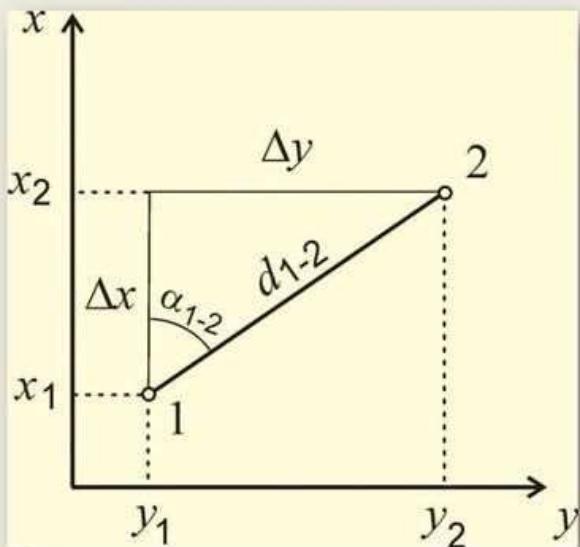
ПРЯМАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА

Прямая геодезическая задача (ПГЗ) заключается в нахождении координат точки 2 по известным координатам точки 1, а также по известному дирекционному углу направления 1-2 и горизонтальному проложению между точками 1 и 2.

Горизонтальное проложение – проекция наклонного (истинного) расстояния между точками на горизонтальную плоскость.



ПРЯМАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА НА ПЛОСКОСТИ



$\Delta x, \Delta y$ – приращения координат

Известны: координаты X_1 и Y_1 точки 1, дирекционный угол α_{1-2} и расстояние d_{1-2} до точки 2
Требуется: вычислить ее координаты X_2 и Y_2

Координаты точки 2 вычисляют по формулам

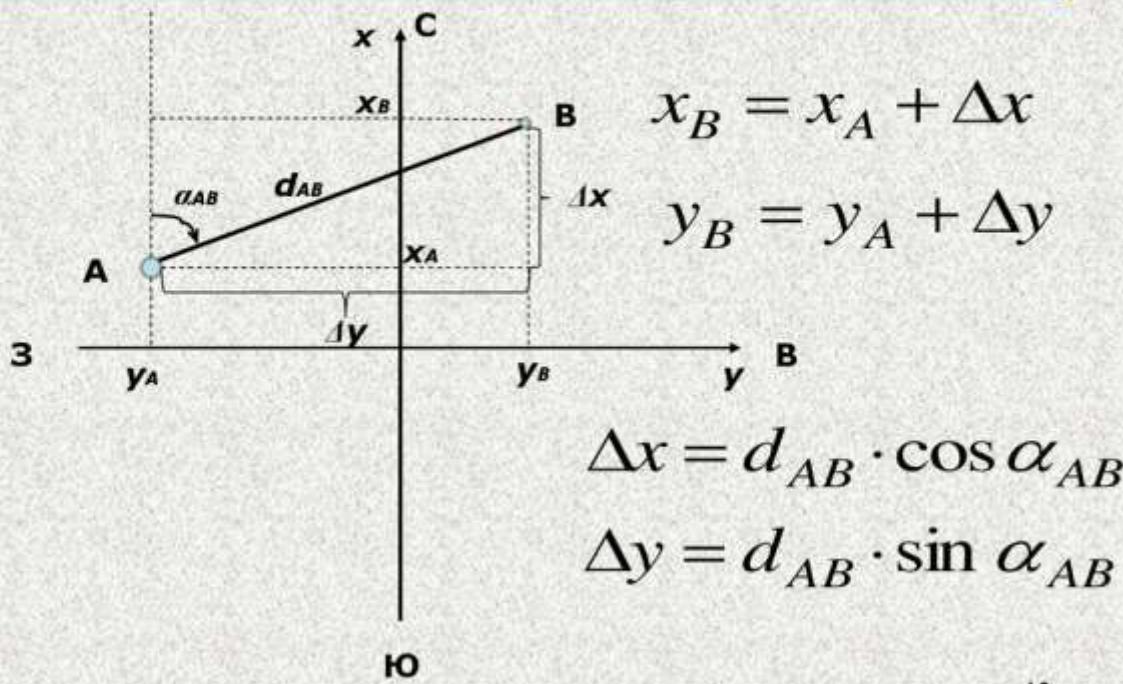
$$x_2 = x_1 + \Delta x;$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y;$$

$$\Delta x = d_{1-2} \cdot \cos \alpha_{1-2};$$

$$\Delta y = d_{1-2} \cdot \sin \alpha_{1-2}.$$

Прямая геодезическая задача на плоскости



$$\Delta X = X_B - X_A ;$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A .$$

Разности ΔX и ΔY координат точек последующей и предыдущей называются приращениями координат. Они представляют собой проекции отрезка AB на соответствующие оси координат. Их значения находим из прямоугольного прямоугольника ABC :

- $\Delta X = S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} ;$
- $\Delta Y = S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} .$

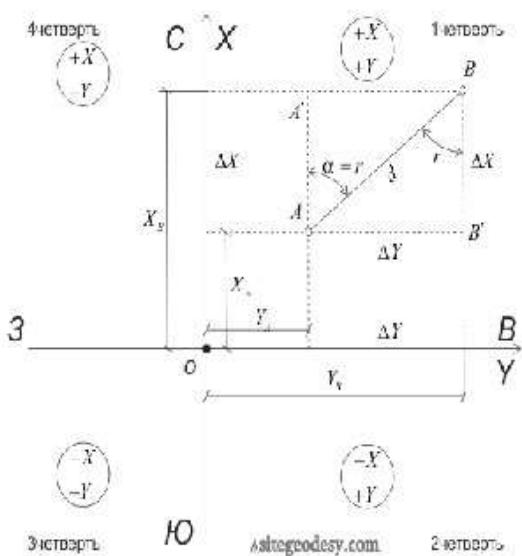
Так как в этих формулах S_{AB} всегда число положительное, то знаки приращений координат ΔX и ΔY зависят от знаков $\cos \alpha_{AB}$ и $\sin \alpha_{AB}$.

Для различных значений углов знаки ΔX и ΔY представлены в табл.1.

Приращения координат	Четверть окружности в которую направлена линия			
	I (CB)	II (ЮВ)	III (ЮЗ)	IV (СЗ)
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

Таблица 1.
Знаки приращений координат ΔX и ΔY

Обратная геодезическая задача.



- Задача состоит в вычислении дирекционного угла и горизонтального проложения по координатам её концов.
- Пусть координаты точек А и В x_A , y_A и x_B , y_B известны.
- По катетам прямоугольного треугольника, можно вычислить дирекционный угол α_{AB} по формулам:
- $\operatorname{tg} \alpha_{AB} =$

ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА

Дано:

Координаты точек А ($X_A; Y_A$), В ($X_B; Y_B$).

Найти:

дирекционный угол направления АВ (α_{AB}),
горизонтальную проекцию направления АВ
(d_{AB}).

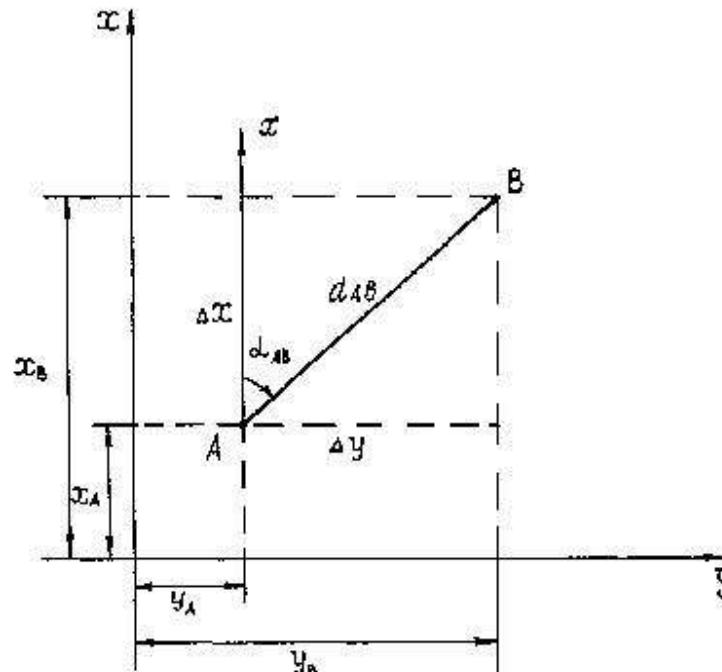
Решение:

$$\Delta X = X_B - X_A; \quad \Delta Y = Y_B - Y_A.$$

По найденным значениям приращений координат ΔX и ΔY в прямоугольном треугольнике, вычисляют табличный угол (румб):

$$\operatorname{tgr} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

отсюда $r = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y}{\Delta X}$



Зная дирекционный угол направления и приращения координат, определяют горизонтальную проекцию направления:

$$d_{AB} = \frac{\Delta X}{\cos \alpha_{AB}}; \quad d_{AB} = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha_{AB}}; \quad d_{AB} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$



Обратная геодезическая задача заключается в том, что при известных координатах точек $A(X_A, Y_A)$ и $B(X_B, Y_B)$ необходимо найти длину S_{AB} и направление линии AB : румб r_{AB} и дирекционный угол α_{AB} .

Связь между дирекционными углами предыдущей и последующей линий

Связь дирекционных углов двух линий с горизонтальным углом между ними. Пусть две линии 1–2 и 2–3 образуют между собой угол β_{np} (рис. 10, в), лежащий справа по ходу. Если известны дирекционный угол стороны 1–2 и горизонтальный угол β_{np} , то можно рассчитать дирекционный угол последующей стороны α_{2-3} .

Согласно обозначениям рис. 10, в

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + \eta,$$

где $\eta = 180^\circ - \beta_{np}$.

Тогда

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_{np}. \quad (8)$$

Если известен горизонтальный угол β_s , лежащий слева по ходу по-лигона, то дирекционный угол α_{2-3} определяется:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + \eta,$$

где $\eta = \beta_s - 180^\circ$;

отсюда

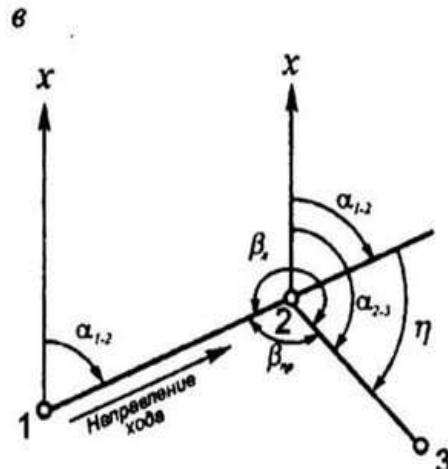
$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} - 180^\circ + \beta_s. \quad (9)$$

Полученные для конкретного случая формулы (8) и (9) справедливы для определения дирекционного угла любой последующей стороны. Тогда для общего случая можно записать:

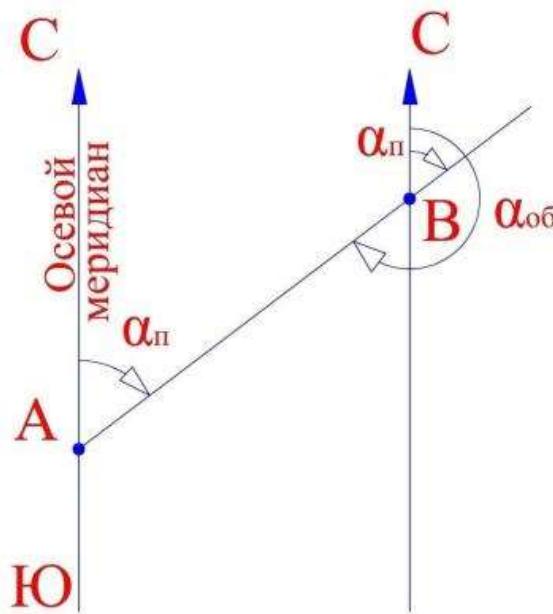
$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_{np};$$

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} - 180^\circ + \beta_s, \quad (10)$$

т. е. дирекционный угол последующей стороны равен дирекционному углу предыдущей стороны плюс (или минус) 180° минус правый (или плюс левый) по ходу измеренный горизонтальный угол.



Прямые и обратные дирекционные углы



$$\alpha_{\text{обр}} = \alpha_{\text{пр}} \pm 180^\circ$$

Геодезическая съемка

- 1. Сущность геодезической съемки. План, карта, профиль.
- 2. Рельеф. Основные формы рельефа.
- 3. Изображение рельефа на планах и картах.

Геодезическая съемка. План, карта, профиль.

Геодезическая съемка – это комплексный и последовательный процесс измерений углов и расстояний на местности с дальнейшей их цифровой обработкой с целью получения детального плана или карты определенной территории. Исходя из конкретного запроса заказчика, необходимо отобразить на плане в заданном масштабе границы измеряемого участка и все объекты, расположенные на его поверхности. Также отображаются по результатам геодезической съемки коммуникации и сооружения, находящиеся под землей.

В ходе выполнения измерений и их обработки складывается достоверная информация об участке:

- характер рельефа и расположение высот,
- наличие и свойства растительности, дорог, водных объектов,
- расположений зданий и сооружений, подземных коммуникаций.

С помощью высокоточных сведений можно провести дальнейшую грамотную работу по проектированию объектов на территории, в том числе свести к минимуму неблагоприятные факторы и риски.

- **Что включает в себя геодезическая съемка?**

Основная задача геодезических работ на местности – получение координат определенных точек объектов.

Для ее решения в процессе съемки выполняется:

- выбор метода измерений (полярных или прямоугольных координат),
- пересчет из условной системы координат в геодезическую,
- составление плана по полученным координатам с учетом заданного масштаба.

Для получения максимального и достоверного объема сведений в процессе геодезической съемки выделяются следующие этапы:

- **Подготовительный** – сбор информации об объекте и изучение его особенностей. Изначально необходимо отталкиваться от технического задания и исходной документации, которые предоставляются заказчиком. После чего делается анализ собранных данных и составляется предварительный план работ. На этом же этапе выдается и разрешение на проведение геодезических изысканий.
- **Полевой** – измерения непосредственно на местности. Построение геодезической сети и съемка ситуации сопровождаются ведением абриса. Кроме того порядок действий четко регламентирован нормативными документами и строго соблюдается. Обязательно осуществляется привязка к пунктам геодезической сети. Именно в полевых условиях выполняют предварительную обработку измерений на предмет поиска грубых ошибок и проверки соответствия других параметров съемки техническому заданию.
- **Камеральный** – обработка всех полученных с полевого этапа материалов. После их анализа и проверки точности составляется план измеренного участка в условных знаках и определенном масштабе. Все документы формируются в общий технический отчет и передаются заказчику.

Классификация геодезических съемок

- **По способу использования различных инструментов для измерений выделяют:**
- наземные съемки,
- аэрофотосъемки (выполняются с самолетов),
- комбинированные съемки (наземная + аэрофотосъемка),
- космические съемки (выполняются с помощью спутников).

Наземные съемки также подразделяются в зависимости от цели итогового результата и сферы их применения на:

- топографические,
- фасадные,
- исполнительные (контрольные),
- разбивочные, поэтажные, вертикальные,
- специальные виды съемок.

Такие съемки заказываются для проектов строительства и благоустройства, кадастра и землеустройства, решения юридических споров и многих других вопросов.

Какие инструменты используются для проведения геодезических съемок?

На выбор конкретных приборов влияют такие факторы:

- вид, цель и точность съемки,
- объем и сроки выполнения работ.

Для измерения углов в ряде случаев до сих пор продолжают использовать обычные оптические теодолиты. В стандартный комплект оборудования также входят – нивелир, рулетка, штатив, вехи с отражателями. Обработка измерений при этом происходит вручную по формулам на инженерных калькуляторах.

Современные технологии реализованы в специализированных инструментах: тахеометрах, цифровых нивелирах, GPS-приемниках. Они позволяют повысить производительность процесса съемки и облегчить дальнейшие вычисления. Проводимые полевые изменения записываются в память прибора, которые потом удобно переносятся в программу обработки.

Какие программы применяются для обработки измерений?

В геодезии проводят 2 вида измерений:

- прямые – получаются непосредственным измерением – длины линий, расстояния,
- косвенные – определяются вычислениями по формулам, относительно исходных прямых измерений.

В зависимости от применения определенных геодезических инструментов обработку измерений, полученных в ходе полевых работ, можно выполнить двумя способами:

- с помощью программ общего применения.

Например, Microsoft Excel (электронные таблицы). В ней содержится набор различных формул, и ей оптимально пользоваться при простых вычислениях и небольшом объеме данных.

- с помощью специализированных программ.

В каком виде можно получить результаты геодезической съемки?

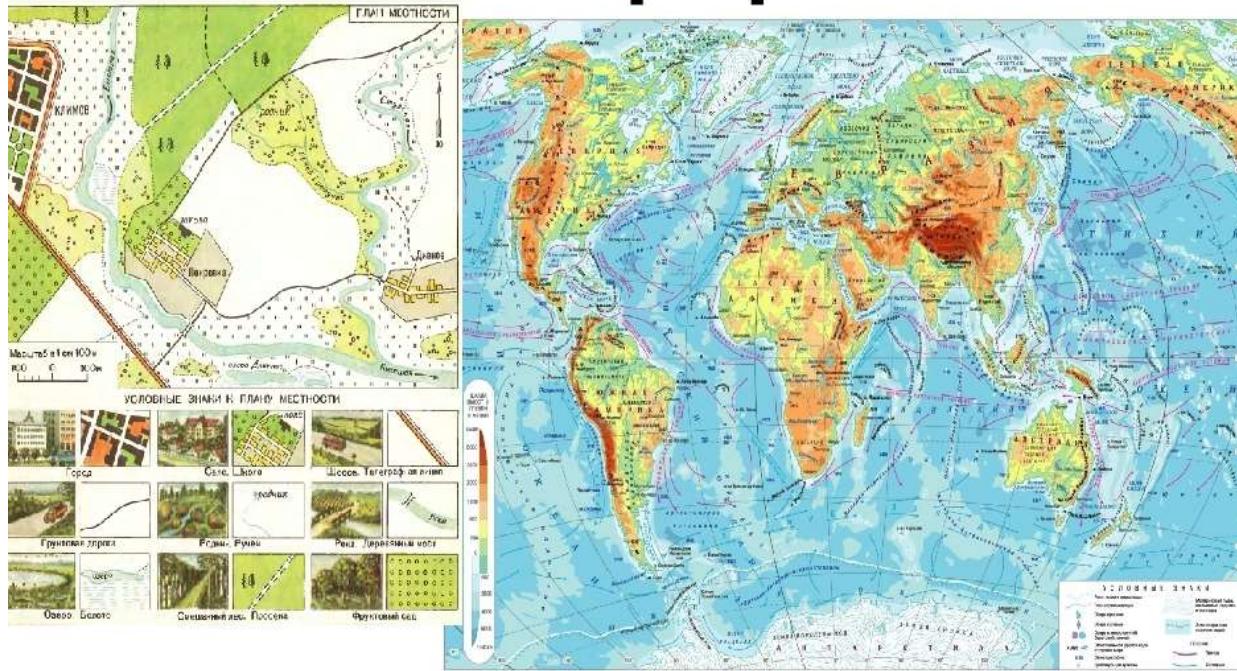
- По завершению съемочных и камеральных работ оформляется технический отчет.

Он состоит из ведомостей измерений и вычислений, каталога координат, а также плана местности. На плане в условных знаках подробно отображаются все характеристики и особенности ситуации (рельефа, состояния дорог, положения различных объектов, твердые и нетвердые точки). План создается в графическом и электронном форматах с учетом заданной точности по техническому заданию заказчика.

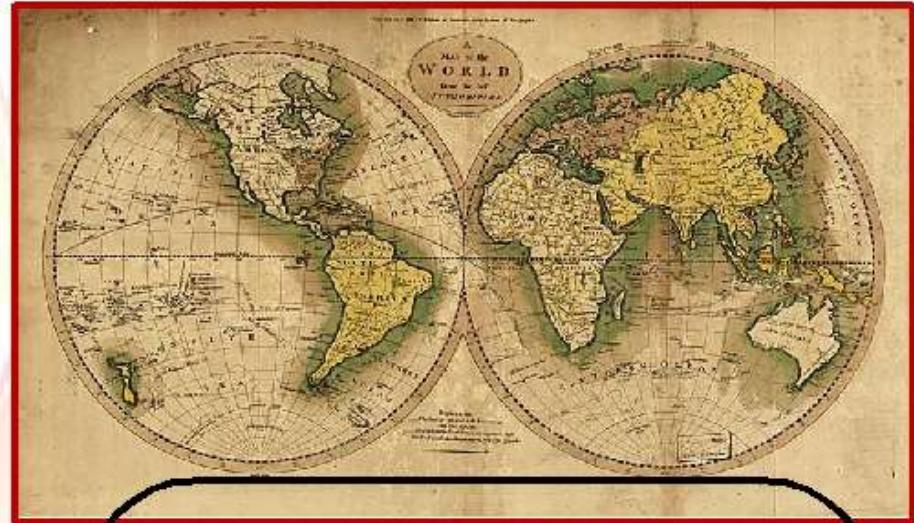
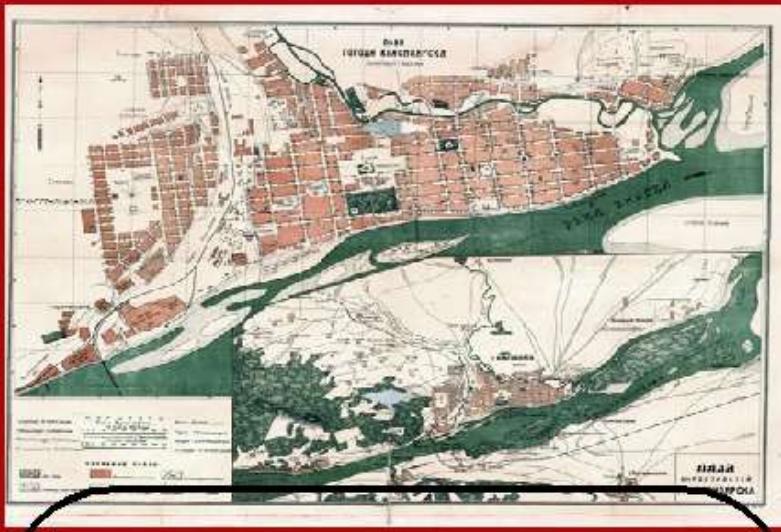
К отчету прикладываются и дополнительные документы – абрисы, полевые журналы, схемы привязки, чертежи. Для отдельных проектов требуется обязательное согласование полученных съемочных материалов и плана с органами власти, организациями по эксплуатации объектов или смежными владельцами земельных участков по их границам.

В дальнейшем план служит основой для любых действий, например, для: постановки земельного участка на кадастровый учет, строительства или реконструкции объекта на измеренной территории, проведения работ на участке по благоустройству и ландшафтному дизайну, разработки рекомендаций по освоению территории или проектов по рекультивации земель.

План и географическая



Отличие плана от карты



- Масштаб крупный
- Изображена небольшая территория
- Подробно наносятся все географические объекты
- Отсутствует градусная сеть. Направление на север отображают стрелкой

- Масштаб мелкий
- Может быть изображен и целый земной шар
- Отображаются наиболее существенные объекты
- Стороны горизонта определяют по нанесенным параллелям и меридианам

- **План** – чертеж, на котором в уменьшенном и подробном виде изображается горизонтальная проекция небольшого участка местности.
- **Карта (план) объекта землеустройства** – документ который отображает в графической и текстовой формах точное местоположение, размер и границы объекта землеустройства, а также ряд иных его характеристик.

Изготавливается карта (план), как правило, для границ территориальных зон, зон с особым использованием территории, а так же используется при внесении в государственный кадастровый реестр объектов недвижимого имущества сведений о границах муниципальных образований. Форма данной землеустроительной документации определяется Постановлением Правительства РФ № 621 от 30.07.2009 г.

- **Карта** – уменьшенное и искаженное, вследствие влияния кривизны Земли, изображение горизонтальной проекции значительной части или всей земной поверхности, построенное по определенным математическим законам.
- Карта - уменьшенное, обобщенное, условно-знаковое изображение Земли, других планет или небесной сферы, построенное по математическому закону (т.е. в масштабе и проекции).
- Картография – наука о картах как особом способе изображения действительности, их создании и использовании.

Классификация карт по масштабу.

4 основные группы:

- - планы – 1: 5 000 и крупнее
- - крупномасштабные – 1: 10 000 - 1: 200 000;
- - среднемасштабные – 1: 200 000 до 1: 1 000 000 включительно;
- - мелкомасштабные – мельче 1: 1 000 000.

Такое деление принято в России для географических карт, но оно не универсально.

Профилем местности называется чертеж, на котором изображается в уменьшенном виде сечение вертикальной плоскостью поверхности Земли по заданному направлению.

Рельеф. Основные формы рельефа.

- **Рельеф** – форма физической поверхности Земли, рассматриваемая по отношению к её уровенной поверхности.
- **Рельефом** называется совокупность неровностей суши, дна океанов и морей, разнообразных по очертаниям, размерам, происхождению, возрасту и истории развития. При проектировании и строительстве железных, автомобильных и других сетей необходимо учитывать характер рельефа – горный, холмистый, равнинный и др.

К основным формам рельефа относятся:

- **Гора** – это возвышающаяся над окружающей местностью конусообразная форма рельефа. Наивысшая точка её называется вершиной. Вершина может быть острой – пик, или в виде площадки – плато. Боковая поверхность состоит из скатов. Линия слияния скатов с окружающей местностью называется подошвой или основанием горы.
- **Котловина** – форма рельефа, противоположная горе, представляющая собой замкнутое углубление. Самая низкая точка её – дно. Боковая поверхность состоит из скатов; линия их слияния с окружающей местностью называется бровкой.
- **Хребет** – это возвышенность, вытянутая и постоянно поникающаяся в каком – либо направлении. У хребта два склона; в верхней части хребта они сливаются, образуя водораздельную линию, или водораздел.

Части горы

вершина

склон

подошва



MyShared



- **Лощина** – форма рельефа, противоположная хребту и представляющая вытянутое в каком – либо направлении и открытое с одного конца постоянно понижающееся углубление.
- Два ската лощины; сливаясь между собой в самой низкой части её образуют водосливную линию или тальвег, по которой стекает вода, попадающая на скаты.
- Разновидностями лощины являются долина и овраг: первая является широкой лощиной с пологими задернованными скатами, вторая – узкая лощина с крутыми обнаженными скатами.
- Долина часто бывает ложем реки или ручья.

- **Седловина** – это место, которое образуется при слиянии скатов двух соседних гор. Иногда седловина является местом слияния водоразделов двух хребтов.
- От седловины берут начало две лощины, распространяющиеся в противоположных направлениях. В горной местности через седловины обычно пролегают дороги или пешеходные тропы; поэтому седловины в горах называют перевалами.



Кривая линия, соединяющая все точки местности с равными отметками, называется **горизонталью**.

- При решении ряда инженерных задач необходимо знать свойства горизонталей:
- 1. Все точки местности, лежащие на горизонтали, имеют равные отметки.
- 2. Горизонтали не могут пересекаться на плане, поскольку они лежат на разных высотах. Исключения возможны в горных районах, когда горизонталями изображают нависший утес.
- 3. Горизонтали являются непрерывными линиями. Горизонтали, прерванные у рамки плана, замыкаются за пределами плана.
- 4. Разность высот смежных горизонталей называется **высотой сечения рельефа** и обозначается буквой *h*.

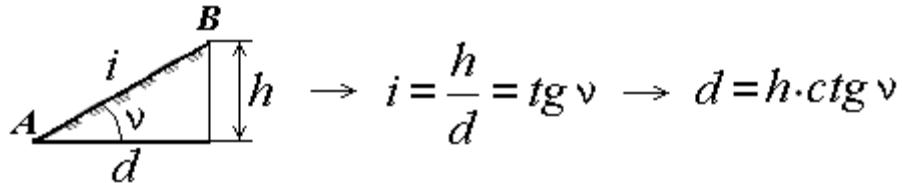
- Высота сечения рельефа в пределах плана или карты строго постоянна. Её выбор зависит от характера рельефа, масштаба и назначения карты или плана. Для определения высоты сечения рельефа иногда пользуются формулой

$$h = 0,2 \text{ мм} \cdot M,$$

где M – знаменатель масштаба.

- Такая высота сечения рельефа называется нормальной.
- 5. Расстояние между соседними горизонталями на плане или карте называется **заложением ската** или **склона**. Заложение есть любое расстояние между соседними горизонталями , оно характеризует крутизну ската местности и обозначается d .

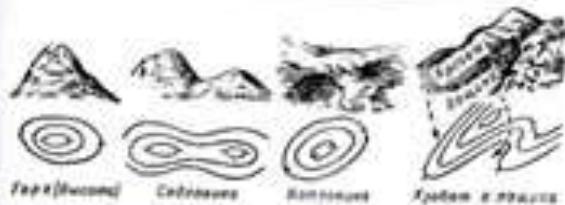
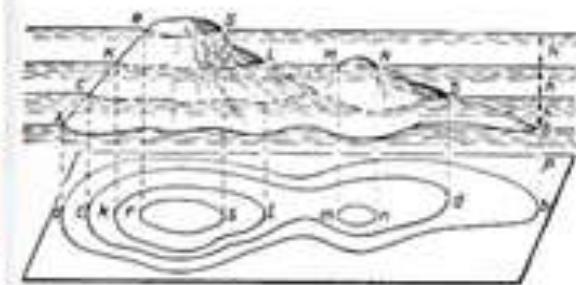
- Вертикальный угол, образованный направлением ската с плоскостью горизонта и выраженный в угловой мере, называется углом наклона ската ν . Чем больше угол наклона, тем круче скат.



- Другой характеристикой крутизны служит уклон i . Уклоном линии местности называют отношение превышения к горизонтальному проложению. Из формулы следует, что уклон безразмерная величина. Его выражают в сотых долях (%) или тысячных долях – промиллях (‰).

Горизонтали местности

Горизонталь — это линия на карте, соединяющая точки с равными высотами.

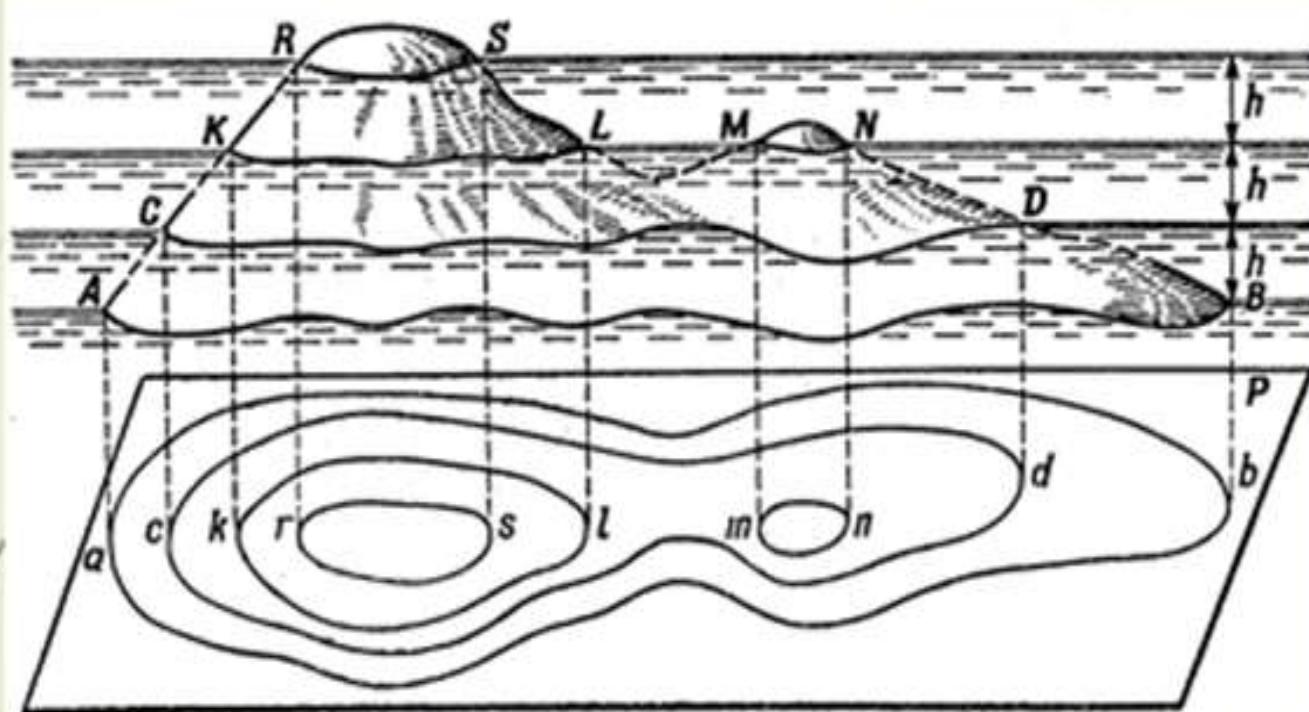


Горизонтали (изогипсы) — это линии на карте, соединяющие точки земной поверхности с одинаковой абсолютной высотой и в совокупности передающие форму рельефа

Свойства горизонталей:

- 1) Горизонталь — линия равных высот, то есть все её точки имеют одинаковую высоту.
- 2) Горизонталь должна быть непрерывной плавной линией.
- 3) Горизонтали не могут разделяться и пересекаться.
- 4) Расстояние между горизонтальными (заложение) характеризует крутизну ската. Чем меньше расстояние, тем круче скат.
- 5) Водораздельные и водосборные линии горизонтали пересекают под прямым углом.
- 6) В случаях, когда заложение превышает 25 мм, проводят дополнительные горизонтали (полугоризонтали) в виде штриховой линии.
- 7) При окончательном оформлении плана выполняют некоторое спаживание горизонталей в соответствии с общим характером рельефа.

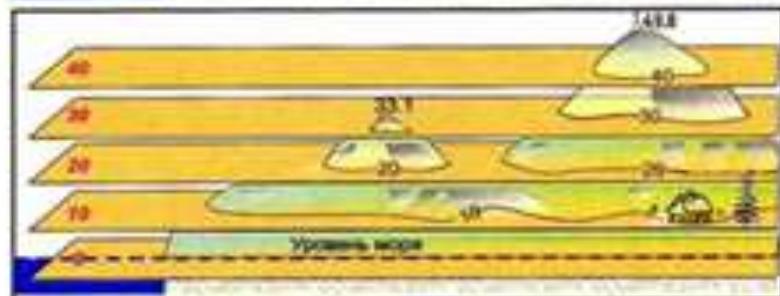
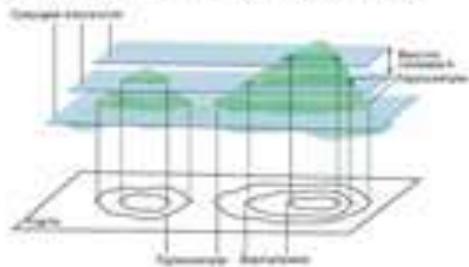
СУЩНОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА ГОРИЗОНТАЛЯМИ



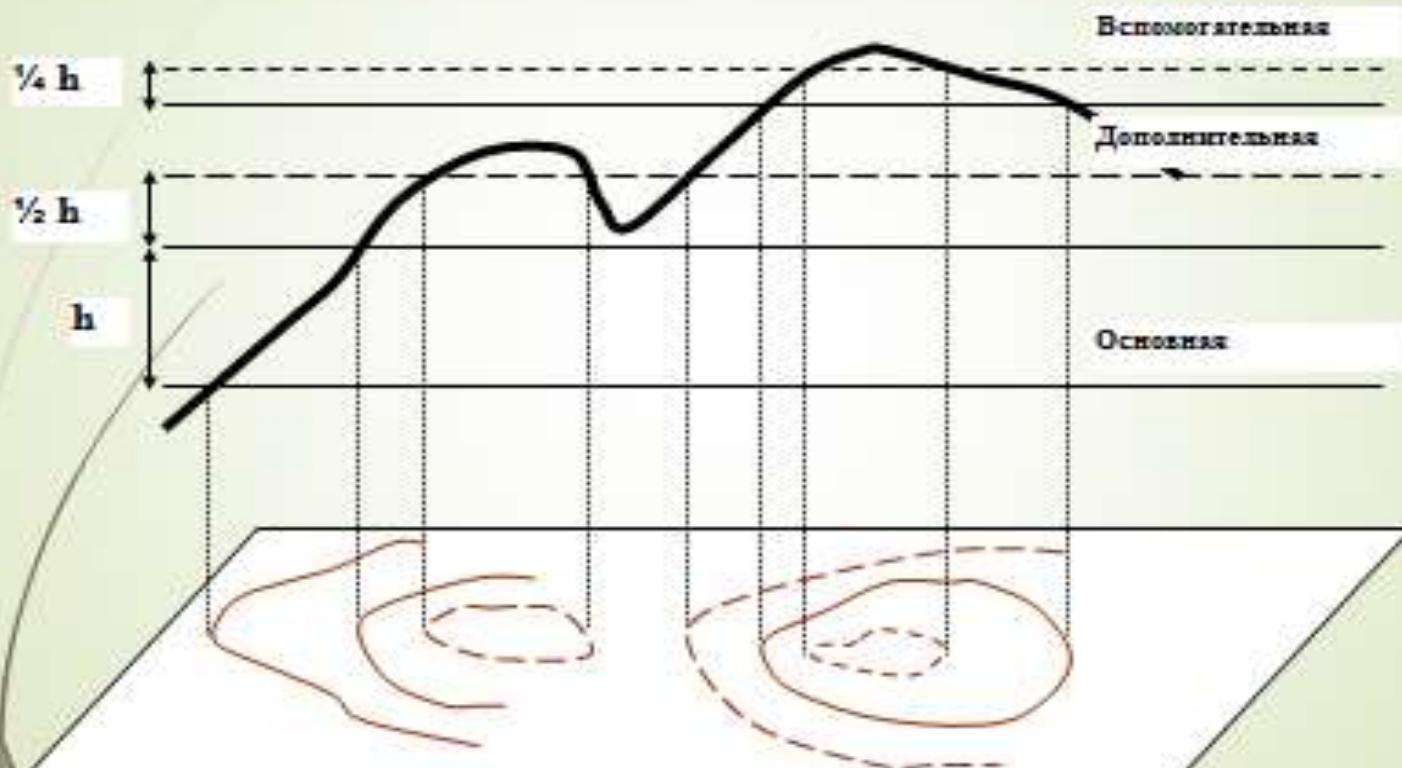
1. Все точки, лежащие на одной горизонтали, имеют одинаковую высоту.
2. Чем больше горизонталей на скате, тем он выше.
3. Чем скат круче, тем меньше заложение.

Суть способа горизонталей

При нанесении рельефа на карту используют такой показатель, как сечение рельефа. Цифры сечения рельефа указывают на вертикальный интервал по высоте между соседними контурами сечения – горизонталями.

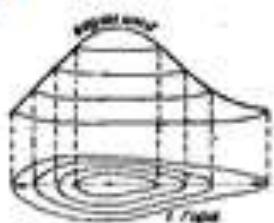


ВИДЫ ГОРИЗОНТАЛЕЙ

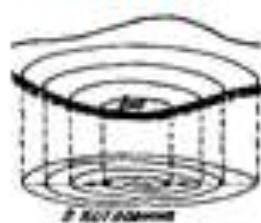


ТИПОВЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА

Гора



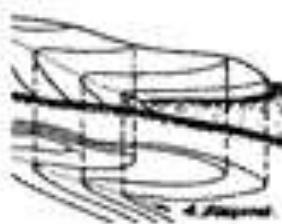
Котловина



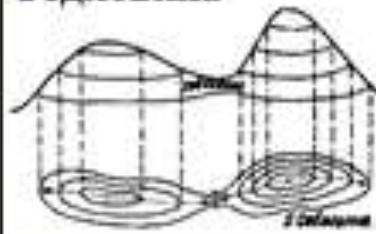
Хребет



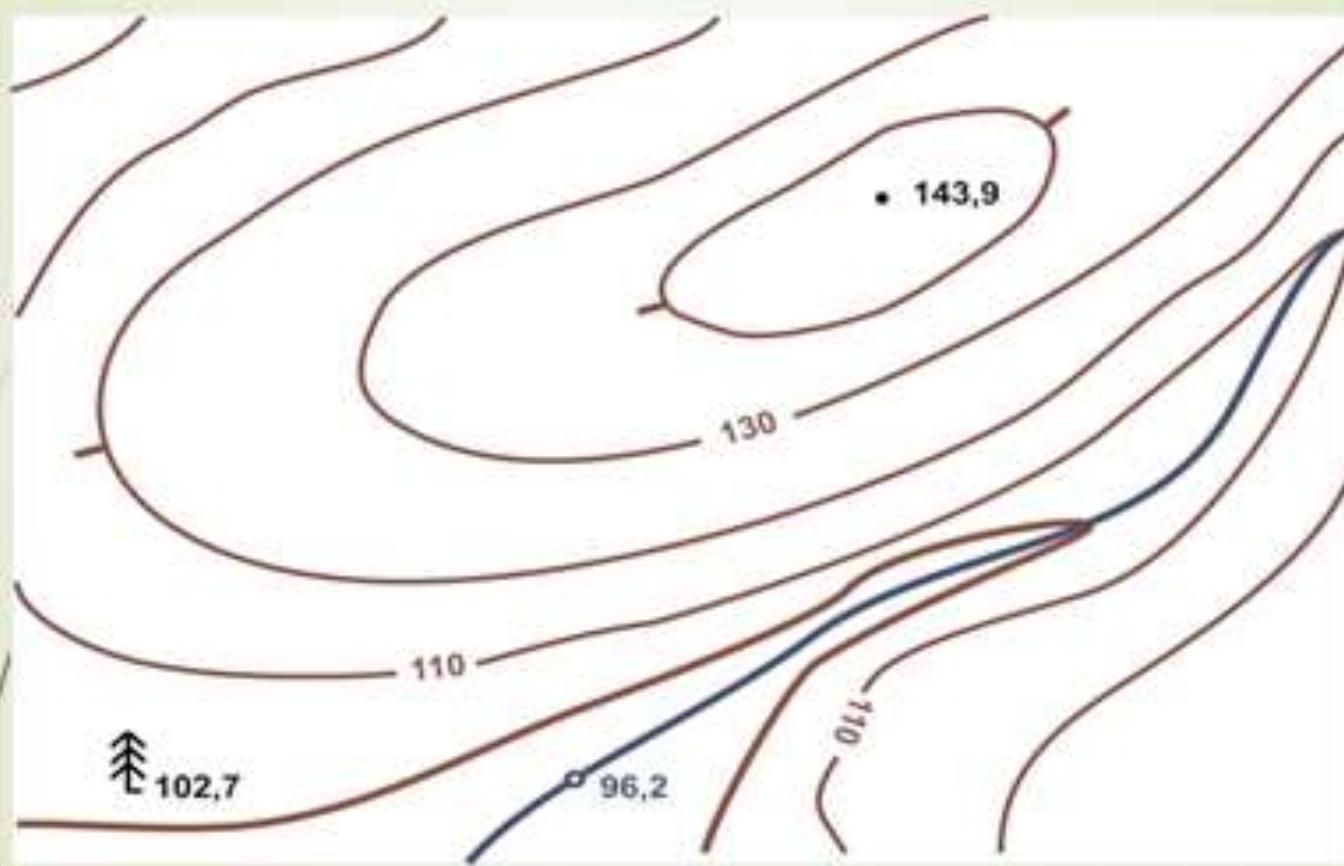
Лощина



Седловина



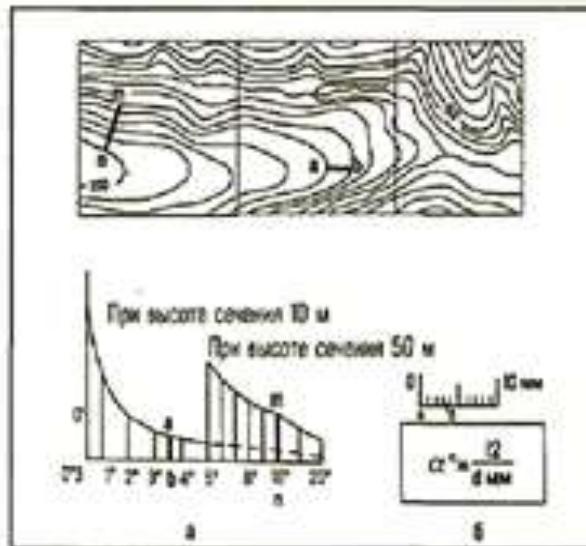
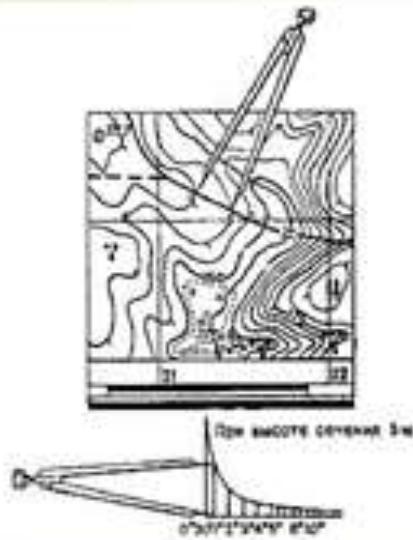
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ СКАТОВ



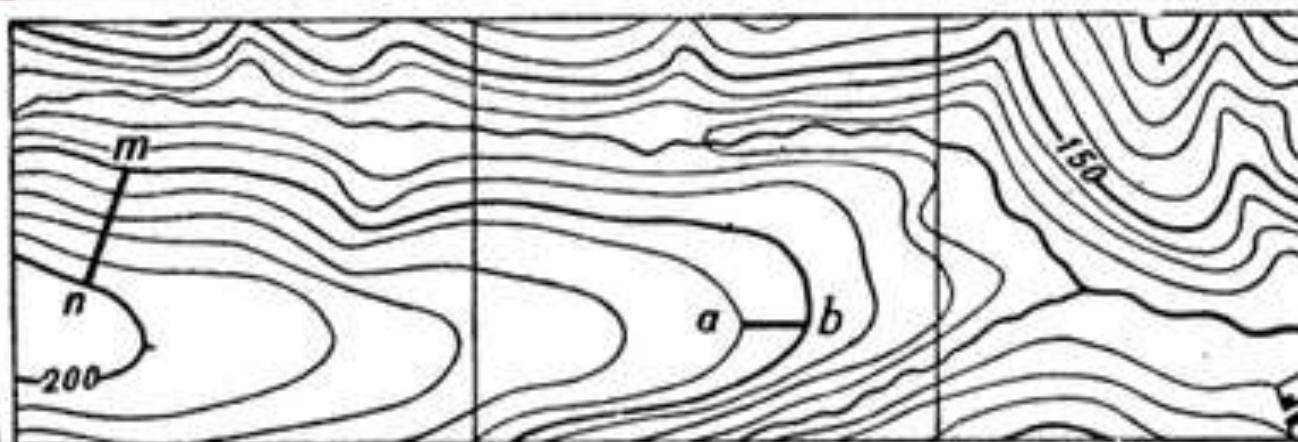
Определение крутизны склона по шкале заложений

$$i = \frac{h}{d} \cdot 100$$

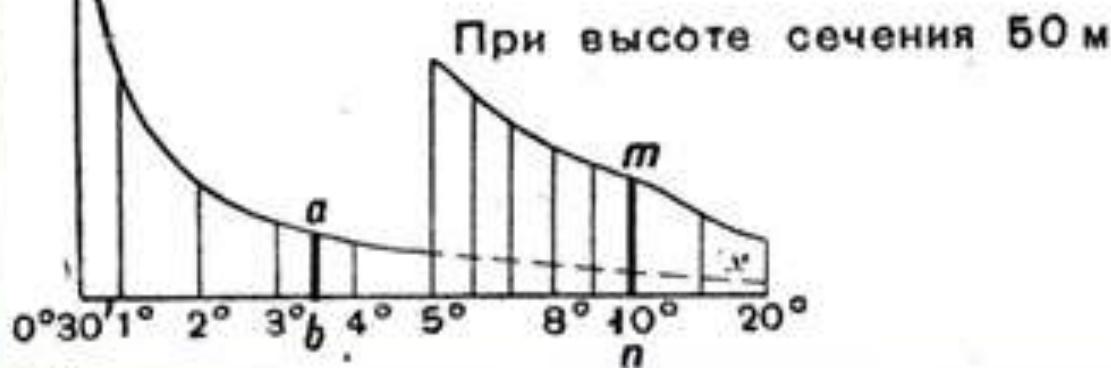
где h – высота сечения рельефа, м;
 d – заложение, м.



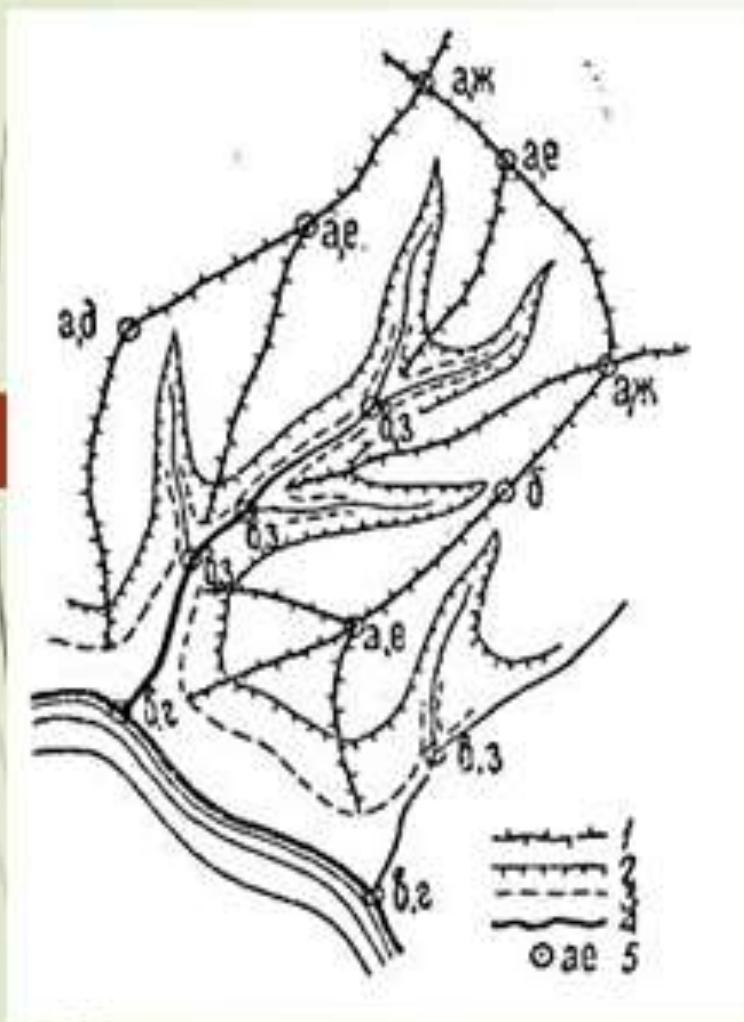
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРУТИЗНЫ СКАТОВ ПО ШКАЛЕ ЗАЛОЖЕНИЯ



При высоте сечения 10 м



Каркасные линии рельефа



Каркасные элементы
рельефа. Линии:

- 1 — водораздельные;
 - 2 — бровки;
 - 3 — подножия;
 - 4 — тальвеги;
 - 5 — точки и их индексы;
- а — вершинные;
б — седловинные;
в — донные;
г — устьевые;
д — поворотные;
е - развилочные;
ж — пересечения;
з — слияния

- вспомогательная горизонталь
- берегштрих
- высота горизонтали над уров. моря
- земляной обрыв
- земляной вал
- маленький земляной вал
- промоина
- сухая канава
- бугор
- микробугорок
- продлговатый микробугорок
- яма
- микроямка
- воронка
- микронеровности
- особый объект рельефа

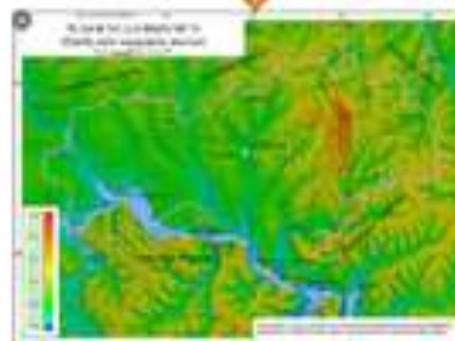
поверхности
посредством
криевых линий
дополненных сплошными
небольших булагами

Способы изображения рельефа на топографических картах и планах

Способ
горизонталей



Отмыка
цветом



Способ
штриховки

