

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Рельеф, его изображение на картах и планах. Чтение рельефа. Решение задач по картам и ланам с горизонталями. Построение профиля местности по топографической карте

Цель: Ознакомиться с методом изображения рельефа на топографических картах и планах. Изучить основные элементарные формы рельефа, их взаимный переход друг в друга. Освоить определение превышений и абсолютных высот любой точки по карте. Построить профиль местности по линии АВ.

План работы

1. Рельеф и его изображение на топографических картах и планах
2. Определение отметок точек
3. Сущность изображения рельефа горизонталями, свойства горизонталей
4. Основные формы рельефа
5. Определение абсолютных высот точек по картам с горизонталями
6. Определение крутизны ската
7. Построение горизонталей с помощью графического интерполирования
8. Вычерчивание сокращенного профиля по заданному направлению
9. Расчетно-графическая работа №2

1. Рельеф и его изображение на топографических картах и планах

Рельеф - совокупность неровностей поверхности Земли. На современных топографических картах и планах, применяемых для решения инженерных задач, рельеф может изображаться *горизонталями, отмывкой цветом, штриховкой, и т.д.*

Наиболее совершенным методом изображения рельефа земной поверхности является метод горизонталей, который является наглядным и дает однозначное пространственное представление о рельефе местности, позволяет быстро и просто получить количественные характеристики рельефа и решать на плане или карте ряд инженерно-технических задач.

Горизонталью называется плавная линия на земной поверхности, соединяющая точки с равными высотами.



2. Определение отметок точек

Чтобы построить рельеф с помощью горизонталей, нужно знать абсолютные отметки точек.

Абсолютной отметкой точки H называется численное значение высоты точки над основной уровенной поверхностью.

При проведении практических съемок часто оказывается целесообразным определять отметки не относительно основной, а относительно условно принятой уровенной поверхности.



Рис. Определение абсолютных и относительных отметок точек

Точки физической поверхности Земли характеризуются различными отметками. Но если известны отметки двух точек, то можно вычислить превышение одной точки над другой (относительную высоту).

Так, превышение точки В над точкой А (рис. 1) составит:

$$h_B = H_B - H_A$$

3. Сущность изображения рельефа горизонталями

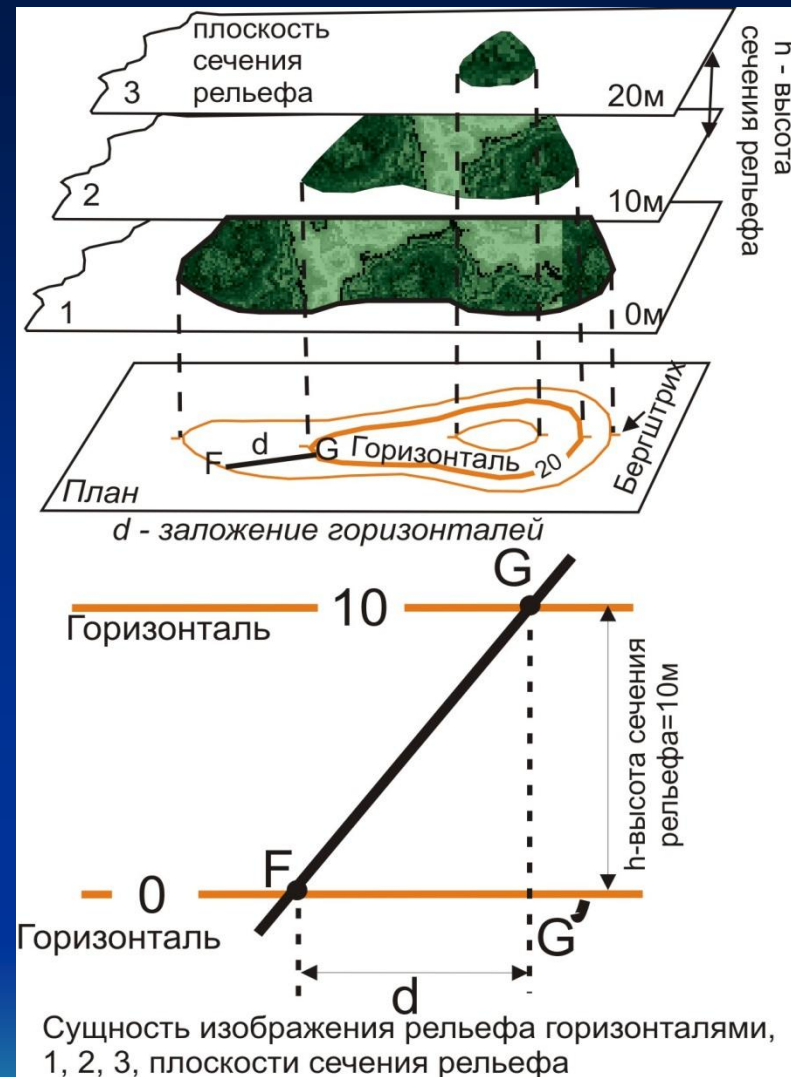
Метод горизонталей – последовательное сечение объекта горизонтальными плоскостями, взятыми через равные интервалы, с последующим проектированием следов сечения на горизонтальную плоскость.

Расстояние между секущими поверхностями по высоте, т.е. разность отметок двух последовательных горизонталей называется **высотой сечения рельефа**.

Для изображения отдельных деталей рельефа, которые не удастся выразить основными горизонталями, применяют **полугоризонталю**. Их проводят через $(h/2)$, вычерчивают прерывистыми линиями.

Направления скатов указывают **бергштрихами**, хвостик которых показывает на понижение рельефа. Расстояние между горизонталями в плане (d) называется **заложением горизонталей**.

Для того чтобы получить достаточно детальную характеристику любой формы рельефа, следует задать необходимое количество секущих поверхностей. Эти поверхности принимают через равные промежутки по высоте. Каждая поверхность, соответственно, каждая горизонталь характеризуется определенной отметкой.



Горизонталю всегда проводят кратными принятой высоте сечения рельефа. Для лучшего чтения рельефа часть горизонталей вычерчивают утолщенной линией (0,2 мм против 0,1 мм у остальных горизонталей): у утолщенных горизонталей выписывают их отметки, располагая цифры в разрывах горизонталей так, чтобы их верх был направлен в сторону возвышения.

Свойства горизонталей

1. Точки, лежащие на одной горизонтали, имеют одинаковую абсолютную высоту.
2. Горизонталы – непрерывные замкнутые линии (могут выходить за рамку данного плана и замыкаться за его пределами).
3. Горизонталы относительно параллельны друг другу, никогда не пересекаются (исключение – нависающие или обратные скаты), но могут слиться в одну линию на крутом склоне.
4. Чем меньше заложение горизонталей d , тем круче скат. Линия, образованная наименьшими d , соответствует направлению наибольшей крутизны. Иными словами – плотность горизонталей (их количество на 1 см) характеризует крутизну склона – чем горизонталы расположены гуще, тем склон круче.
5. Всё, что относится к рельефу (горизонталы, цифры, подписи, бергштрихи) изображается коричневым цветом
6. Линии водоразделов и водосливов пересекаются горизонталями под прямыми углами.



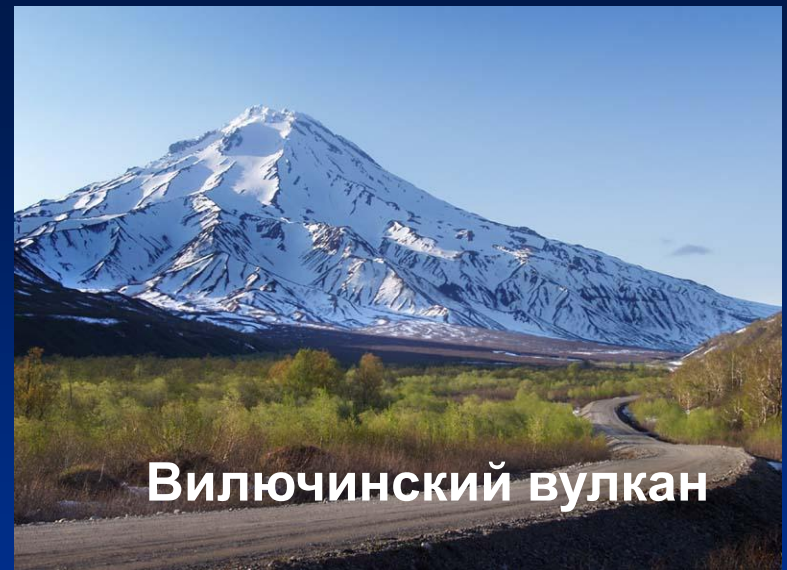
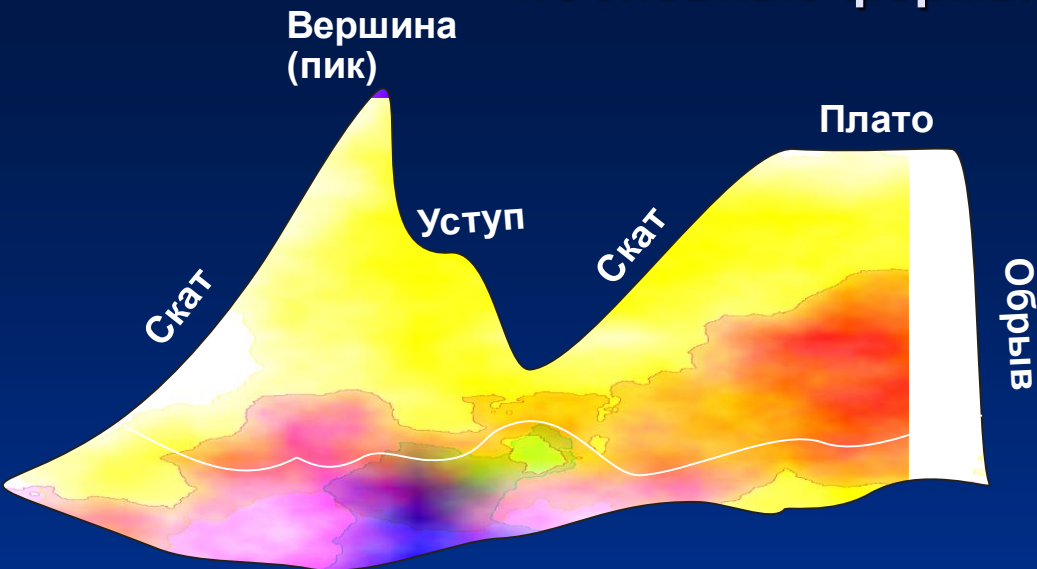
4. Основные формы рельефа



Рельеф по абсолютной высоте делится на положительные и отрицательные формы (выше уровня моря – положительные, ниже уровня моря – отрицательные). Существует также относительное деление, когда за нуль принимается преобладающая высота. Ниже преобладающей высоты расположены отрицательные формы рельефа, а выше – положительные.

В каждом виде рельефа из всего многообразия можно выделить 6 основных форм рельефа: 1 (Гора, холм, сопка), 2 (Котловина, впадина), 3 (Хребет), 4. (Лощина), 5 (Седловина), 6 (Крутой обрыв)

4. Основные формы рельефа (гора)



Вилучинский вулкан

Подошва или основание

Гора, холм, сопка - конусообразное возвышение над окружающей местностью. Её наивысшая точка называется **вершиной**, боковые поверхности - **скатами**, зона более или менее чёткого перехода горы в окружающий рельеф – **подошвой**, или **основанием**, горизонтальные площадки на скате горы – **уступами**.

Верхняя часть горы, называемая **вершиной**, может иметь вид купола (**куполообразная гора**) или плоской ровной площадки (**плато**), или же заканчивается острием (**пик**).

Гора — это положительная форма рельефа, возвышающаяся над окружающей местностью на 200 м или более; если меньше, то это холм. Но это формальный, чисто количественный критерий. Лучше взять другой признак, хотя и он не безупречен: склоны горы круче, чем склоны холма, гора имеет более четкую подошву склонов.

В зависимости от крутизны скаты подразделяются на пологие (до 10°), средней крутизны (10—20°), крутые (20—30°), очень крутые (30—60°) и обрывистые (свыше 60°).

4. Основные формы рельефа (холм)

Холм — форма рельефа в виде небольшой возвышенности, в плане округлой или овальной формы, с пологими склонами и слабо выраженным подножием. Относительная высота до 200 м.

Склон — наклонный участок поверхности Земли, формирующийся в результате действия рельефообразующих процессов, протекающих на суше и на дне морей и океанов.

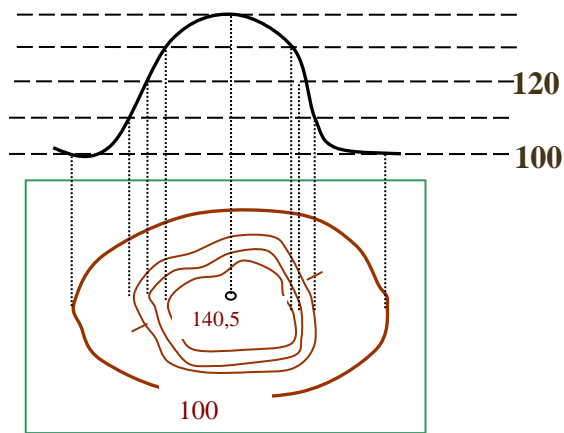
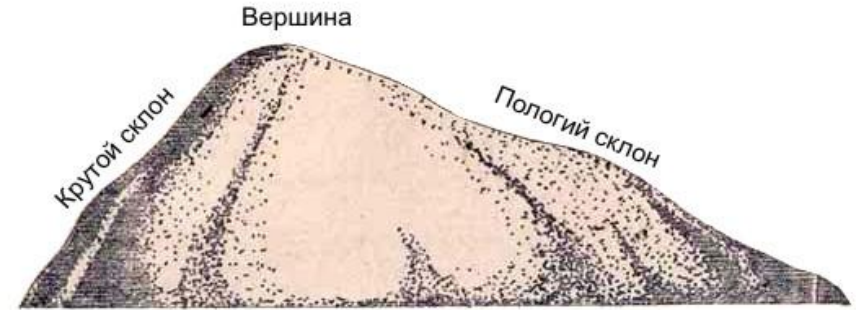
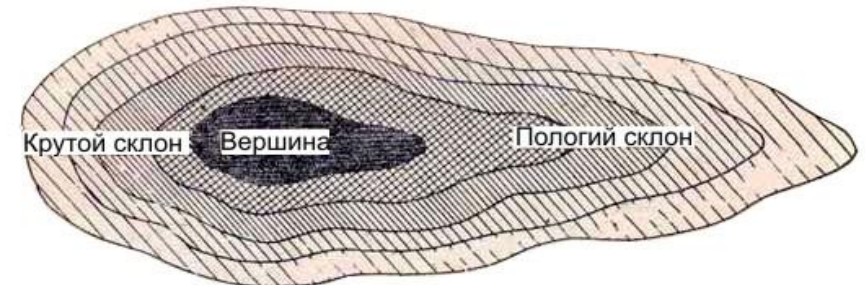


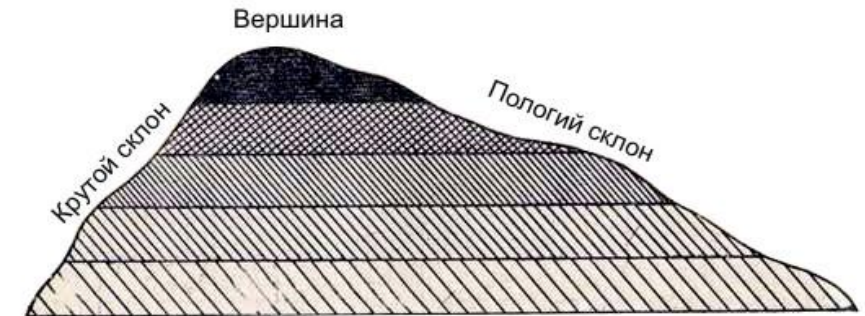
Рис. Изображение горы горизонталями



Вид холма на местности

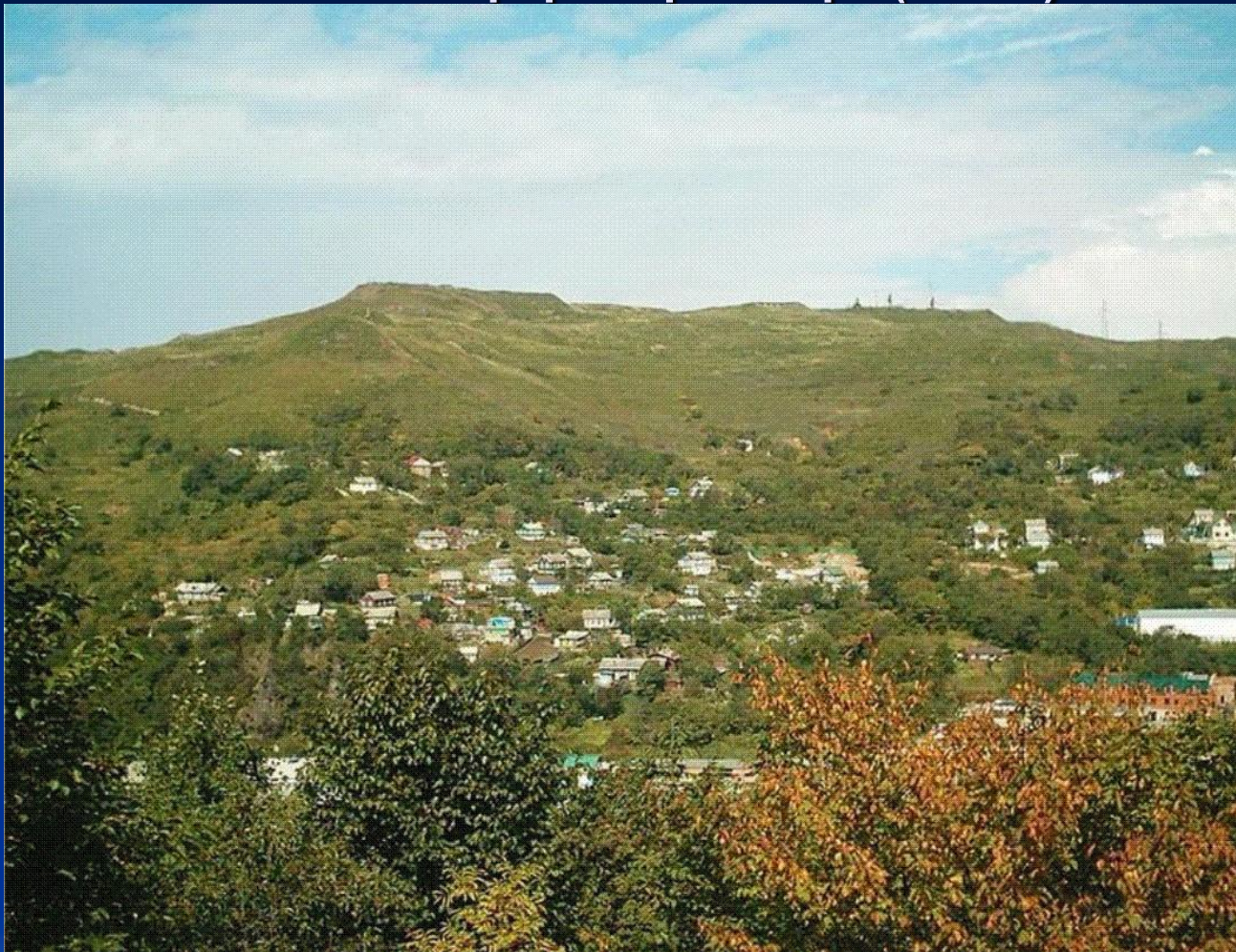


Изображение холма сверху



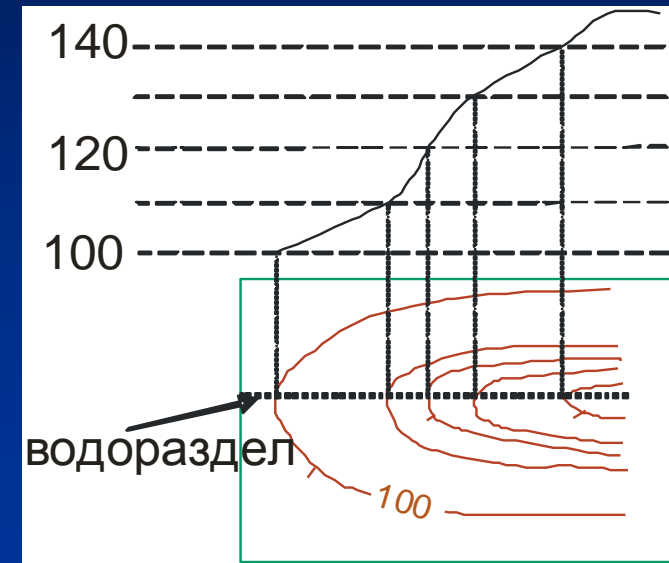
Изображение холма сбоку

4. Основные формы рельефа (сопка)



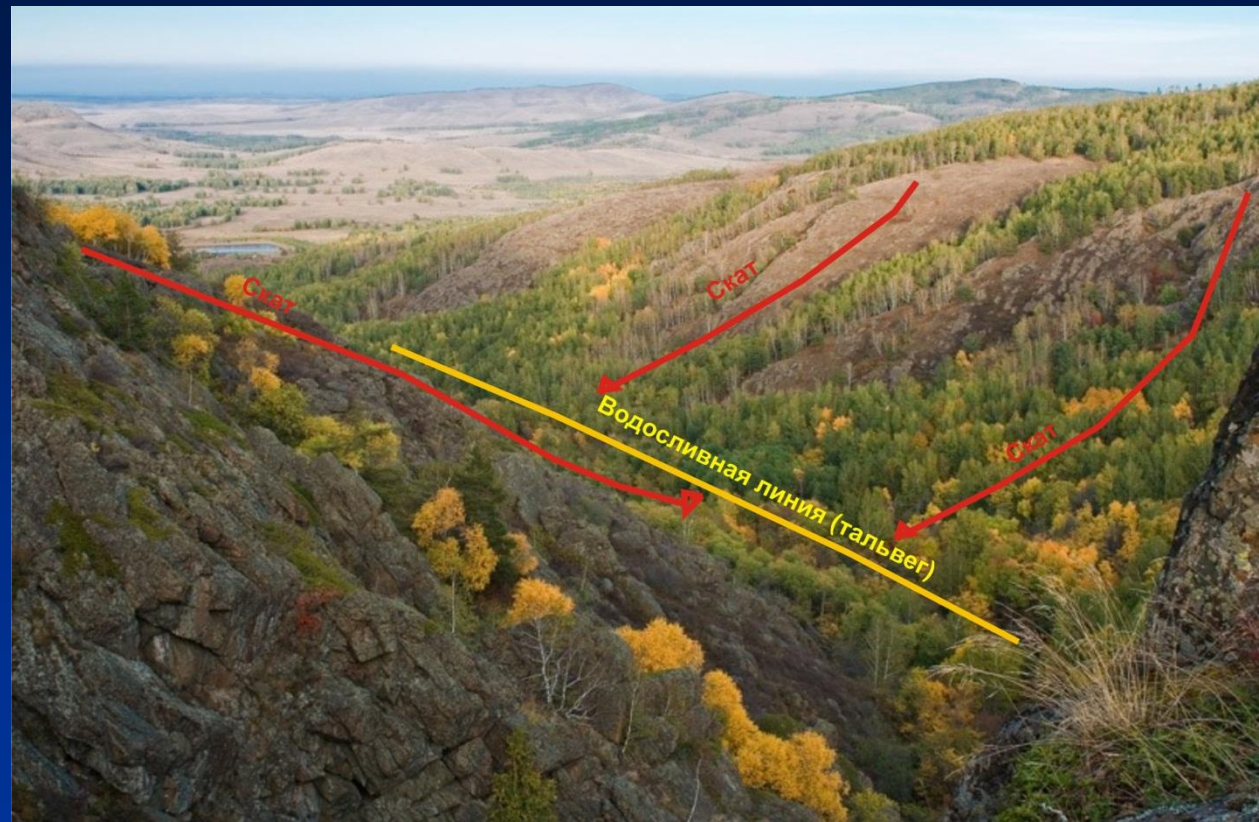
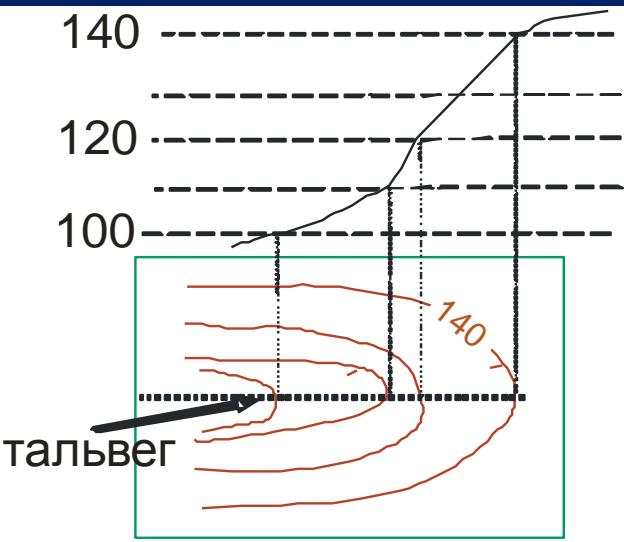
Сопка — общее название холмов и гор с округлой вершиной в Забайкалье, на Кольском полуострове и на Дальнем Востоке России, а также вулканов на Камчатке и Курильских островах, грязевых вулканов в Крыму и на Кавказе.

4. Основные формы рельефа (хребет)



Хребет - возвышенность, вытянутая в одном направлении, скаты которой при пересечении в верхней части образуют водораздел или водораздельную линию. Чтобы отличить хребет от лощины необходимо также смотреть **бергштрихи** и искать оцифрованные горизонталы.

4. Основные формы рельефа (лощина)



Лощина - вытянутое углубление местности, постепенно понижающееся в одном направлении. Два ската лощины при пересечении образуют **водосливную линию (талевег)**. Широкая лощина с пологими скатами называется **долиной**, узкая лощина с крутыми скатами - **оврагом**. Скат долины может иметь почти горизонтальные площадки - **террасы**. Узкое углубление в начале оврага называют **промоиной**. Овраг, заросший травой, называют **балкой**.

4. Основные формы рельефа (седловина, котловина, обрыв)

Котловина, впадина - замкнутое углубление, самая низкая ее точка - **дно**, боковые поверхности - **скаты**, линия перехода в окружающий рельеф - **бровка**. По характеру изображения совпадает с горой. Для отличия этих форм рельефа используются а) бергштрихи, б) проставляются абсолютные отметки в разрыве горизонталей.

Седловина - пониженная часть местности между двумя соседними возвышенностями с расходящимися в противоположные стороны лощинами, имеет обычно вид седла. Седловина изображается горизонталями, обращёнными выпуклостями друг к другу

Крутой обрыв – крутая стенка, вертикальный крутой склон.
Характерные точки рельефа: вершина горы, дно котловины, самая низкая точка седловины, перегиб ската.

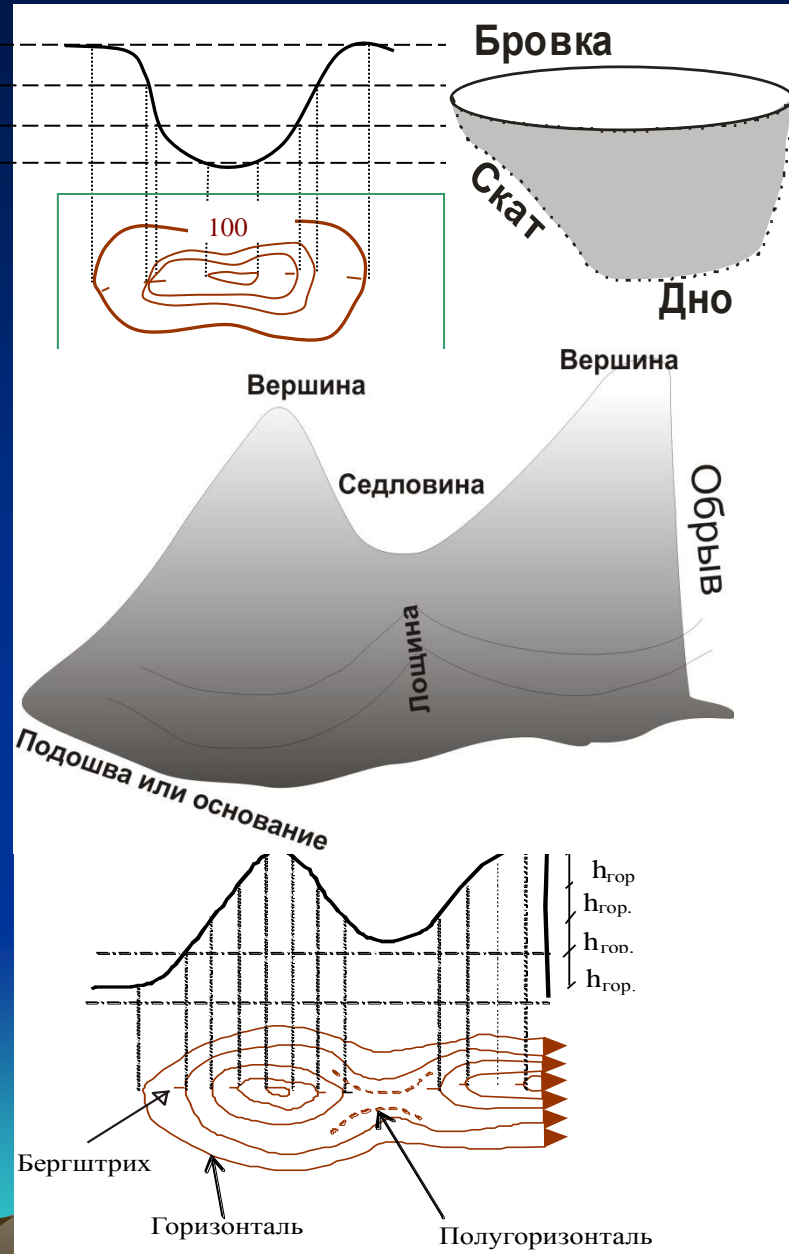


Рис. 10. Сечение рельефа горизонталями (седловина)

5. Определение абсолютных высот точек по картам с горизонталями

При определении абсолютных высот точек по картам с горизонталями возможны следующие пять случаев.

1. Точка А лежит на горизонтали;
2. Точка Д находится внутри замкнутой горизонтали. Отметки характерной точки нет;
3. Точка Е находится на седловине;
4. Точка В находится между горизонталями с разными абсолютными отметками;
5. Точка С находится внутри замкнутой горизонтали и известна абсолютная отметка характерной точки;

I. Точка А лежит на горизонтали. Её отметка определится отметкой горизонтали $H_A = 55 м$

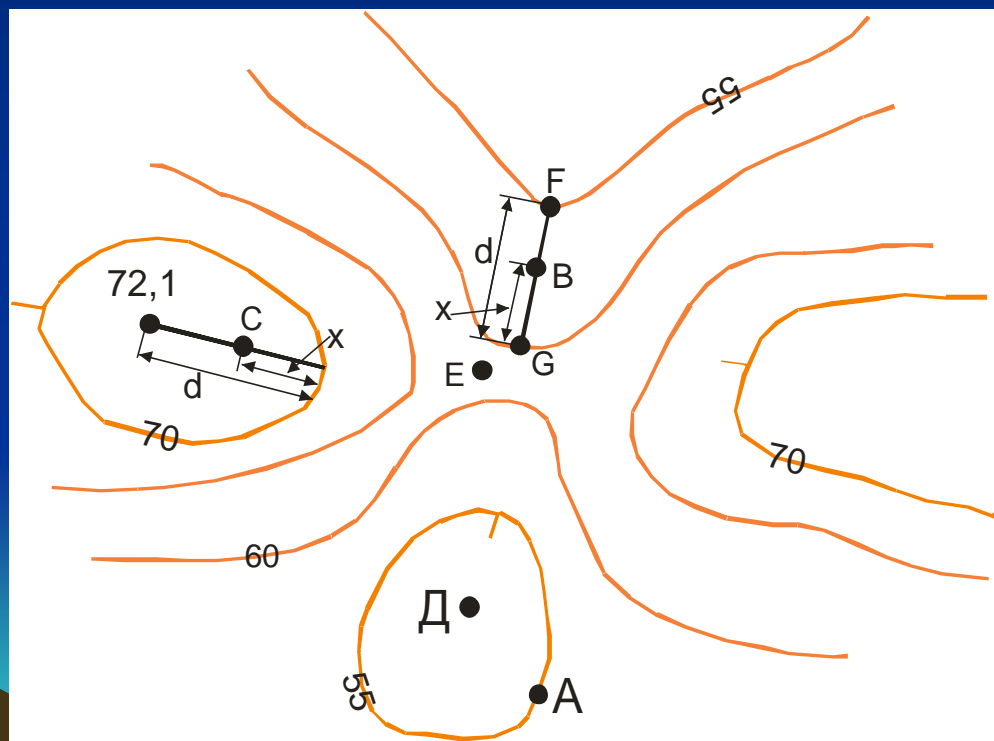
II. Точка Д находится внутри замкнутой горизонтали. Отметки характерной точки нет. В этом случае нет точного решения задачи и превышение принимается равным половине высоты сечения рельефа. Отметка точки определится формулой:

$$H_D = H_{гор} \pm \frac{1}{2}h$$

Следовательно, в нашем случае:

$$H_D = 55,0 м - \frac{5,0 м}{2} = 52,5 м.$$

III. Точка Е находится в пределах седловины. В этом случае также нет точного решения и превышение принимается равным половине высоты сечения рельефа как и в предыдущем случае



5. Определение абсолютных высот точек по картам с горизонталями

IV. Точка В находится между горизонталями с разными отметками. Чтобы определить абсолютную высоту этой точки необходимо сделать следующее:

1) провести кратчайшее расстояние через точку между горизонталями;

2) линейкой измерить расстояние d (заложение) и x в мм;

3) Исходя из подобия треугольников $FB'B$ и $FG'G$ составить пропорцию и решить ее :

$$\frac{d}{x} = \frac{h}{\Delta h} \quad \Delta h = \frac{h}{d} \cdot x = i_d \cdot x$$

4) Вычислить абсолютную высоту точки В $H_L = H_{гор.} \pm \Delta h = H_A \pm \frac{h}{d} \cdot x$ (1)

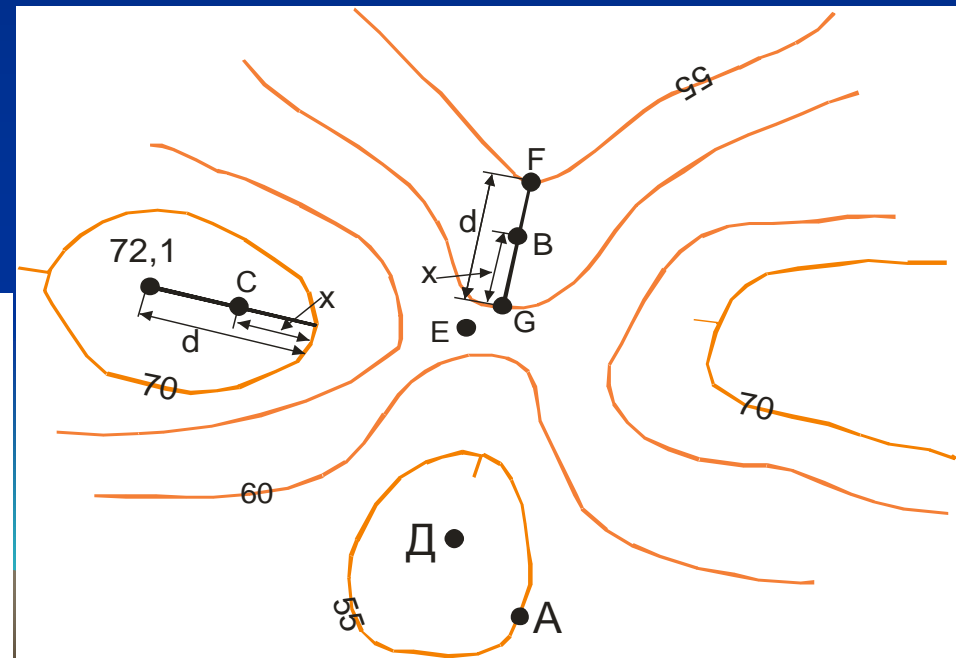
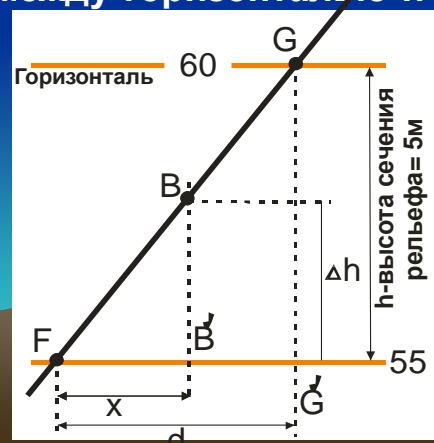
Для нашего случая $h = 5$ м; если примем $d = 30$ мм, $x = 15$ мм, то абсолютная высота точки В определится:

$$H_B = 55 \text{ м} + \frac{5 \text{ м}}{30 \text{ мм}} \cdot 15 \text{ мм} = 55 \text{ м} + 2,5 \text{ м} = 57,5 \text{ м}.$$

V. Точка С находится внутри замкнутой горизонтали и известна отметка характерной точки (вершины возвышенности – 72,1 м). Проведя через точку с известной отметкой и точку С линию до горизонтали, измеряем d и x (пусть они равны 40 и 15 мм соответственно) находим абсолютную отметку точки по формуле 1, где h есть превышение между горизонталью и характерной точкой

$$h = 72,1 - H_{гор.} = 72,1 - 70 = 2,1 \text{ м}$$

$$H_m = 70 + \frac{2,1}{40} \cdot 15 = 70,79 \text{ м}.$$



6. Определение крутизны ската

Крутизна ската характеризуется **углом наклона** линии к горизонту ν (ню) и величиной **уклона линии** i , которые могут быть как отрицательными, так и положительными. Эти величины определяют по следующим формулам:

$$\nu = \arctg \frac{h}{d} \quad i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d}$$

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

Уклон линии является отвлечённой величиной и выражается в процентах или промилле (тысячных долях единицы - ‰). Угол наклона выражается в градусах.

Задача: Определить угол наклона и уклон линии АВ, если дано:

$H_B=113,67\text{м}$; $H_A=111,27\text{м}$; $d_{\text{местности}}=110\text{м}$.

Решение: По формуле вычисляем уклон линии АВ:

$$i_{AB}=(113,67-111,27)/110=+0,022 \text{ или } i_{AB}=+2,2\%$$

$$\nu_{AB}=\arctg(+0,022) = 1,3$$

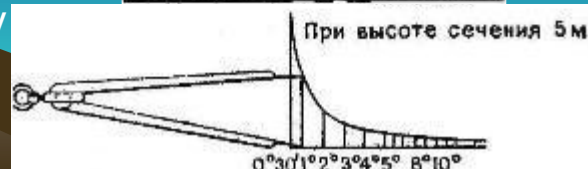
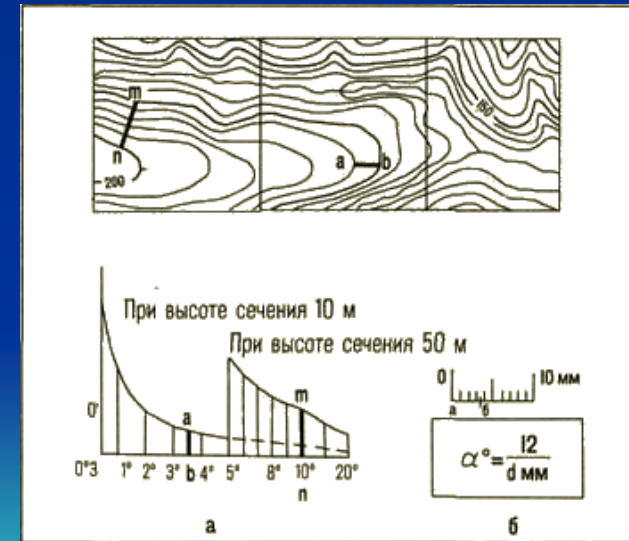
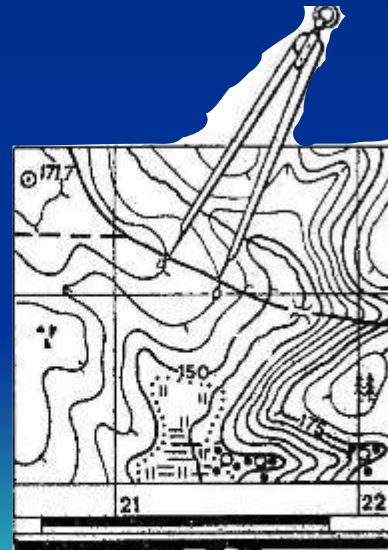


6. Определение крутизны ската

Для избежания расчетов при определении уклонов и наклонов линий по плану или карте на практике пользуются специальными графиками, называемыми **масштабами заложений** – для углов наклона или для уклонов. Масштабы заложений строятся для определённой высоты сечения рельефа.

Для практического определения крутизны скатов на карте (справа от масштаба) помещен график заложений. График заложений представляет собой номограмму для определения уклонов и углов наклона между двумя смежными горизонталями. Такой график соответствует определенному масштабу карты и принятой для нее высоте сечения рельефа. Графики заложений даются для двух высот: один - для заложений между основными, другой - для заложений между утолщенными горизонталями.

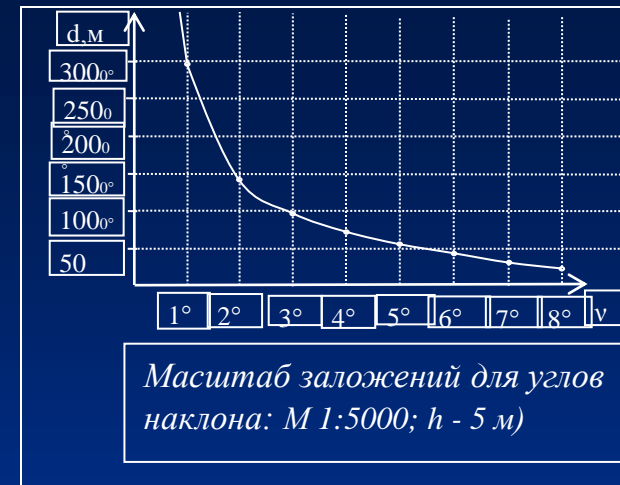
Для определения угла наклона или уклона с плана берут в раствор циркуля соответствующее заложение, переносят его на график заложений так, чтобы одна ножка циркуля располагалась на основании, другая – на кривой. Обе ножки измерителя должны быть при этом на одном перпендикуляре к основанию. Прочтешь число градусов у основания



6. Определение крутизны ската

Для построения графика заложений **углов наклона горизонтальную линию делят на равные отрезки произвольной длины и у концов отрезка подписывают значения углов наклона**. Затем вычисляют заложения, соответствующие каждому значению угла наклона при принятой высоте сечения рельефа, по формуле:

Полученные величины заложений, выраженные в масштабе карты, откладывают на перпендикулярах к горизонтальной линии против соответствующих углов наклона. Полученные точки соединяют. Если вместо углов наклона подписать уклоны, то получим **график уклонов**.



Решение задач

1. Рассчитайте уклон линии и угол наклона, если величина заложения в масштабе карты равна 20 м, высота сечения рельефа – 5 м.

$$i = \frac{5 \text{ м}}{20 \text{ м}} = 0,250 = 250 \text{ ‰} = 25 \text{ ‰} \quad v = \arctg 0,250 = 14,036^\circ = 14^\circ 15' 00''.$$

2. Между двумя точками заложение в масштабе карты равно 332 м, а уклон линии составил 0,0028. Найдите превышение между этими точками.

$$i = \frac{h}{d}; h = i \cdot d = -0,0028 \cdot 332 = -0,93 \text{ м}.$$

6. Определение крутизны ската

Решение задач

3. Для учебной карты самое маленькое расстояние между горизонталями составляет 1 мм, а самое большое – 5,7 см. Рассчитайте крутизну скатов. Высота сечения рельефа – 2,5 м.

$$d = 10 \text{ м}; h = 2,5 \text{ м}; i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d} = \frac{2,5 \text{ м}}{10 \text{ м}} = 0,25 = 25\% = 250\text{‰}$$

$$\nu = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,25 = 14,036^\circ = 14^\circ 21' 36''.$$

$$d = 570 \text{ м}; h = 2,5 \text{ м}; i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d} = \frac{2,5 \text{ м}}{570 \text{ м}} = 0,0044 = 0,44\% = 4,4\text{‰}.$$

$$\nu = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,0044 = 0,2521^\circ = 0^\circ 15' 08''.$$

4. Построить график заложения углов наклона линии для М 1:5000. Высота сечения рельефа – 5 м

$$d_1 = \frac{h}{\operatorname{tg} 1^\circ} = \frac{5}{0,017} = 294,12 \text{ м}$$

$$d_2 = \frac{h}{\operatorname{tg} 2^\circ} = \frac{5}{0,035} = 142,86 \text{ м};$$

$$d_3 = \frac{h}{\operatorname{tg} 3^\circ} = \frac{5}{0,052} = 96,15 \text{ м};$$

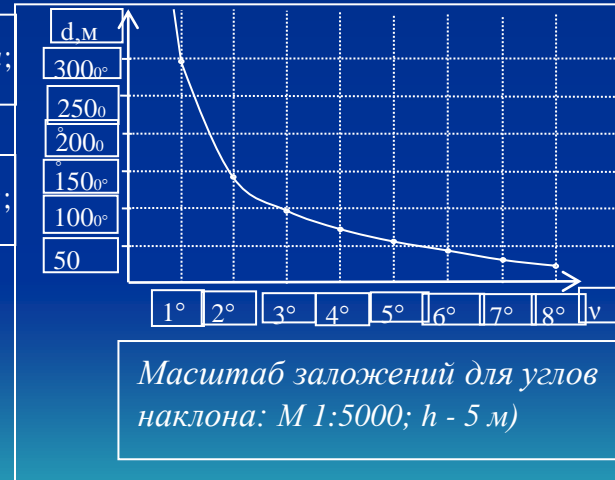
$$d_4 = \frac{h}{\operatorname{tg} 4^\circ} = \frac{5}{0,070} = 71,43 \text{ м};$$

$$d_5 = \frac{h}{\operatorname{tg} 5^\circ} = \frac{5}{0,087} = 57,47 \text{ м};$$

$$d_6 = \frac{h}{\operatorname{tg} 6^\circ} = \frac{5}{0,105} = 47,62 \text{ м};$$

$$d_7 = \frac{h}{\operatorname{tg} 7^\circ} = \frac{5}{0,123} = 40,65 \text{ м};$$

$$d_8 = \frac{h}{\operatorname{tg} 8^\circ} = \frac{5}{0,141} = 35,46 \text{ м};$$



Задача: Вычислить высоту точки С, изображенную на плане масштаба 1:5000 с высотой сечения рельефа 1 м.

Решение: Прямыми измерениями на карте получем:
АС=3,2 мм; АВ=14,4 мм, СВ=11,2 мм. Высота горизонтали с меньшей высотой Н_А=110 м.

Вычислить превышение между точками А и С:

h_{АС}=(1/14,4)*3,2=0,22 м.

$$\Delta h = \frac{h}{d} \cdot x = i_d \cdot x$$

Высота точки С: Н_С=110 + 0,22= **110,22 м.**

$$H_L = H_{гор.} \pm \Delta h = H_A \pm \frac{h}{d} \cdot x$$

Контроль вычислений осуществляется следующим образом:

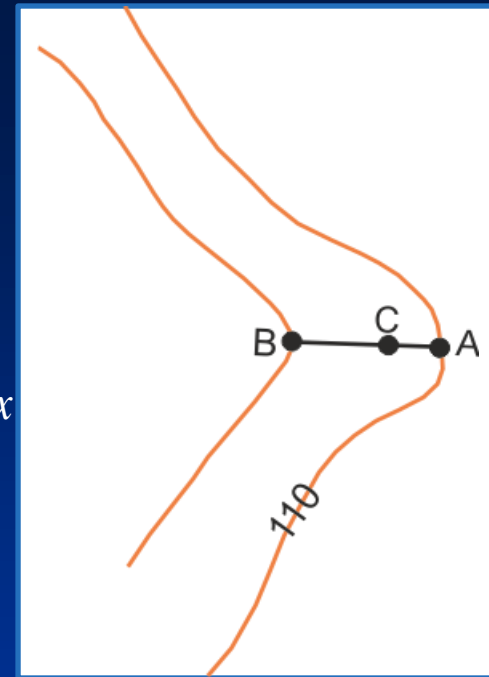
Вычисляют высоту точки С, используя горизонталь с большей высотой Н_В=111 м.

Найдем уклон линии ВА: $i_{ВА} = -1\text{ м} / 14,4\text{ мм} * 5 * 10^3 = -1/72 = -0,0139$ или $-1,39\%$.

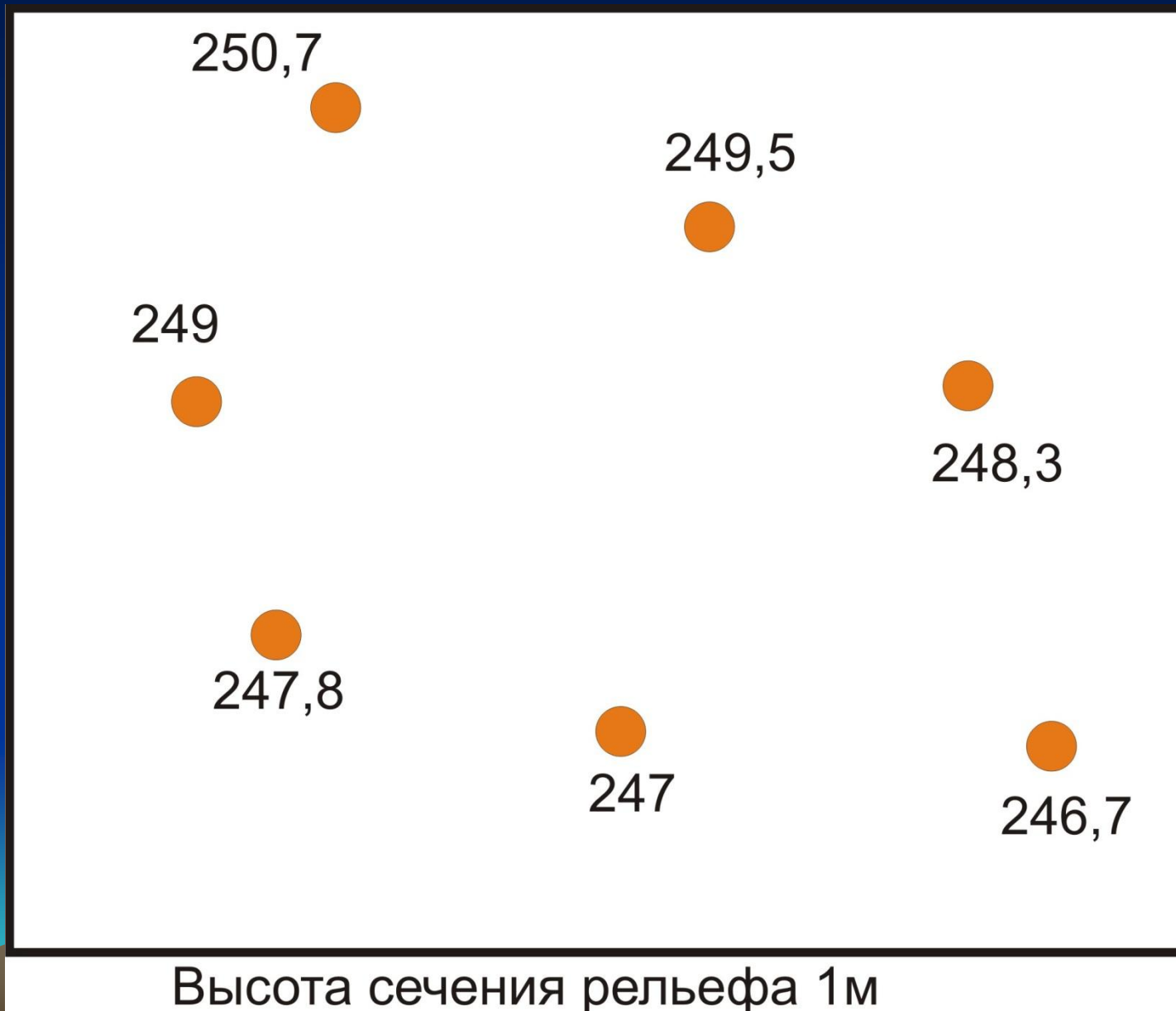
Превышение h_{ВС} = -11,2 мм * 5000 * 0,0139 = -0,78 м.

Высота точки С: Н_С = 111 - 0,78 = **110,22 м.**

Как видно результаты вычислений совпали.



7. Построение горизонталей аналитическим способом



7. Построение горизонталей с помощью графического интерполирования

При съемке рельефа характерные точки выбирают там, где уклон ската меняет величину или направление. Чем меньше уклон (чем крупнее масштаб), тем больше требуется принимать характерных точек рельефа.

- I. Для построения горизонталей необходимо получить данные съемки рельефа.
- II. Нанести точки с отметками на карту (план).
- III. Провести графическое интерполирование (например с помощью палетки) в следующей последовательности:

1. Оцифровывают линии палетки в соответствии с высотой сечения рельефа и в соответствии с абсолютными отметками двух точек, для которых проводят интерполирование.
2. Накладывают палетку на план. Совмещают первую точку с абсолютной высотой по палетке.
3. Накалывают точку иголкой, сколов вместе палетку и план.
4. Поворачивают палетку и находят местоположение второй точки.
5. Соединяют точки на палетке.
6. Накалывают места пересечения прямой линии и палетки.
7. Подписывают горизонтали на плане.
8. Горизонталы получают соединяя между собой плавными кривыми линиями одинаковые по высоте точки, положение которых найдено интерполированием.

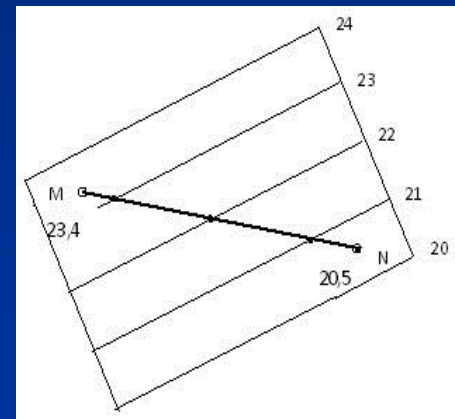


Рис. Графическое интерполирование горизонталей с помощью палетки

Проведение на карте линий заданного уклона

При решении инженерных задач зачастую приходится находить на топографических картах местоположений заданного уклона. Например, при камеральном проектировании трасс (трассировании) автомобильных дорог. Решают эту задачу в следующем порядке.

Задача: На карте масштаба 1:10000 с высотой сечения рельефа требуется провести трассу от точки С до точки Д через точку К так, чтобы заданный уклон на любом участке трассы не превышал $i=0,025$, или $i=2,5\%$

Решение: По формуле $i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d}$ заложение соответствующее заданному уклону $d=2,5/0,025=100\text{м}$. На плане это расстояние составляет 1см. Для получения отрезка d можно воспользоваться также графиком заложений для уклонов. В раствор измерителя берут это расстояние. Затем помещают одну из ножек в точку С и радиусом d делают засечку на смежной горизонтали по направлению трассы. В результате получают следующую точку. Аналогично, не изменяя раствора измерителя, делают засечки и получают положение остальных точек. Соединив пунктиром получают ломанную линию на карте заданного уклона, или не превышающего его значения.



8. Вычерчивание сокращенного профиля местности по заданному направлению

Профиль – это вертикальный разрез рельефа по заданному направлению. Для построения профиля местности по заданному направлению необходимо:

- 1) Прочитать топографическую карту вдоль осевой линии:
 - выделить элементарные формы рельефа;
 - понять взаимный переход форм рельефа друг в друга и наложение мелких форм рельефа на крупные.
 - найти характерные линии и точки. Характерные точки будут в местах пересечения профильной линии горизонталями (рис. 12, точки 1, 2, 4, 6), водораздельными и водосливными линиями (точки – там, где уклон меняет знак);
- 2) Выписать расстояния между характерными точками. Расстояния измерять всегда в одном направлении.

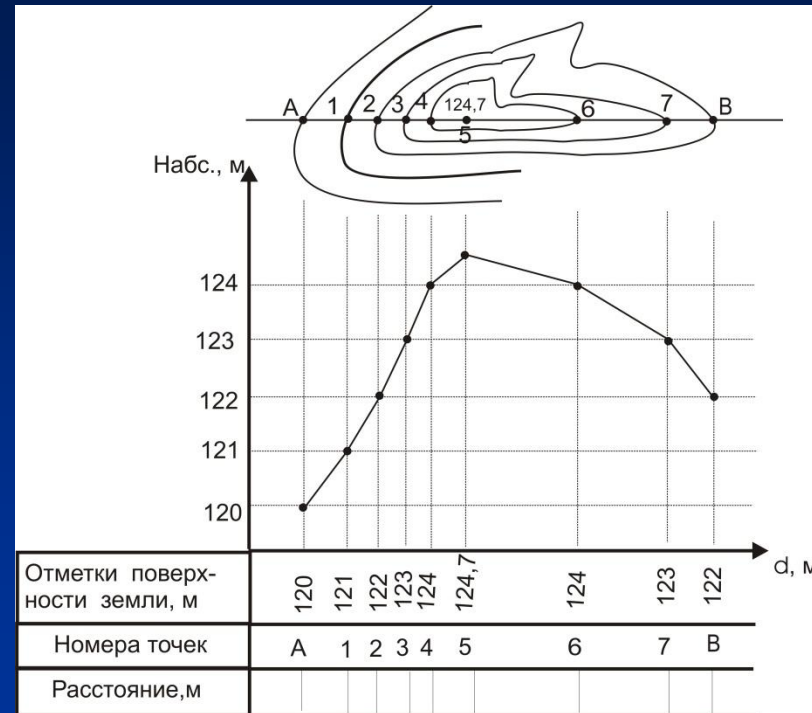
3) Определить отметки точек с помощью циркуля-измерителя.

4) Построить график изменения абсолютной высоты от расстояния по топографической карте. Для этого на листе бумаги необходимо провести горизонтальную линию и на ней в масштабе карты последовательно отложить отрезки А-1, 1-2, 2-3 и т. д., рис.).

Условный горизонт выбирают таким образом, чтобы его линия не пересекалась с линией профиля. В каждой из полученных точек восстанавливают перпендикуляры и на них, в принятом вертикальном масштабе, откладывают отметки, равные разности абсолютных отметок точек и условного горизонта. Соединив полученные точки плавной кривой, получают профиль местности по линии АВ.

Горизонтальный масштаб профиля всегда соответствует масштабу карты.

Вертикальный масштаб принимается в 2-5 (10-20) раз крупнее горизонтального.



масштаб $\frac{\text{горизонтальный } 1:1000}{\text{вертикальный } 1:100}$

Горизонталь на плане проведены через 1 м.
Рис. Вертикальный профиль местности по линии АВ

9. Расчетно-графическая работа № 2

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

Институт природных ресурсов
Кафедра ОГЗ

Лабораторная работа №
название работы

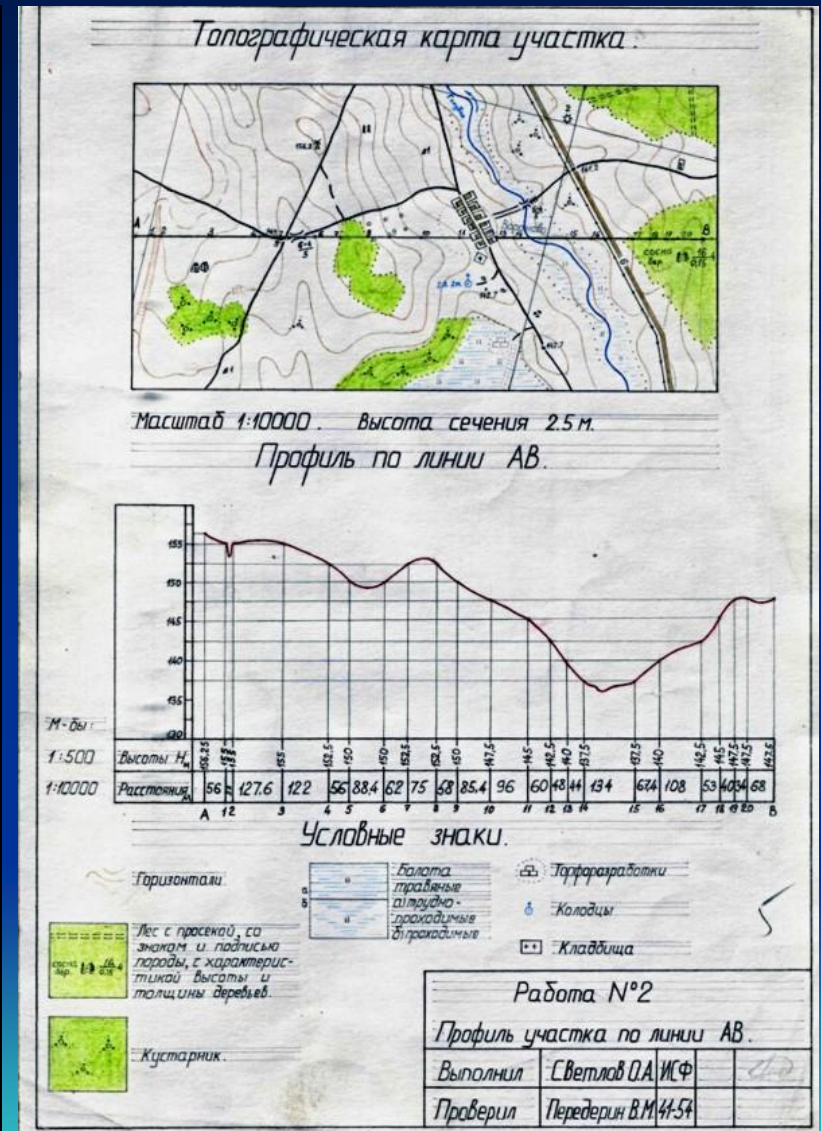
Исполнитель
Студент группы

ФИО
подпись
Дата

Руководитель
Должность, ученая степень, звание

ФИО
подпись
Дата

Томск 2010



Список литературы

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Геодезия и топография» для студентов дневного обучения направления 130201 «Геофизические методы поиска и Разведки месторождений полезных ископаемых» и 130202 «Геофизические методы исследования скважин». – Томск: изд. ТПУ, 2006 – 82 с.
2. Основы геодезии и топографии: учебное пособие / В.М. Передерин, Н.В. Чухарева, Н.А. Антропова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. -123 с.
3. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500/Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. – М.: Недра, 1989. -286 с.

