

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Декан (директор)

\_\_\_\_\_ А.К. Мазуров  
« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2009 г.

## **ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ГЕОДЕЗИИ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по курсу «Геодезия» для студентов I курса,  
обучающихся по направлению 120300 «Землеустройство  
и земельный кадастр»,  
специальности 120301 «Землеустройство»

*Составитель* **Н.А. Антропова**

Издательство  
Томского политехнического университета  
2009

УДК 528(076.5)  
ББК 26.12я73  
Л125

Л125 **Лабораторный практикум по геодезии:** методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Геодезия», для студентов I курса, обучающихся по направлению 120300 «Землеустройство и земельный кадастр», специальности 120301 «Землеустройство» / сост. Н.А. Антропова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 76 с.

УДК 528(076.5)  
ББК 26.12я73

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры транспорта и хранения нефти и газа ИГНД  
« 20 » марта 2009 г.

Зав. кафедрой ТХНГ  
кандидат техн. наук \_\_\_\_\_ *А.В. Рудаченко*

Председатель  
учебно-методической комиссии \_\_\_\_\_ *В.М. Передерин*

*Рецензент*  
Главный геодезист ООО Сибстрой  
*В.Е. Чабан*

© Антропова Н.А., составление, 2009  
© Составление. Томский политехнический университет, 2009  
© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2009

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

**Тема:** Топографические карты и планы. Условные знаки. Масштабы, их точность. Изображение рельефа горизонталями.

План:

1. Топографический план и топографическая карта
2. Картографические условные знаки
3. Масштабы карт и планов, точность масштабов
4. Графические масштабы
5. Система высот
6. Изображение рельефа горизонталями
7. Основные формы рельефа
8. Проведение горизонталей по отметкам точек
9. Задания для самостоятельного выполнения

### 1. Топографический план и топографическая карта

Основным итогом топографо-геодезических работ являются чертежи земной поверхности, составленные по определенным правилам. Такими чертежами являются план, карта (картографические произведения<sup>1</sup>) и профиль.

Для изображения физической поверхности Земли на плоскости применяют **метод проекций** – реальную физическую поверхность Земли проектируют на плоскость или уровенную поверхность. Если на плоскости необходимо отобразить небольшой участок земной поверхности (рис.

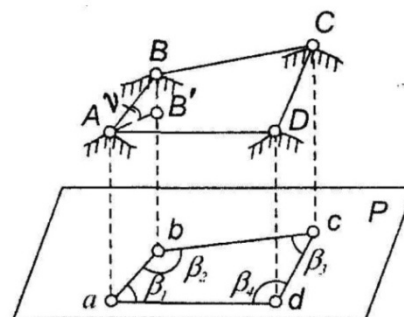


Рис. 1.1. Ортогональное проектирование небольшого участка земной поверхности на плоскость

1.1), то уровенную поверхность можно принять за плоскость. В этом случае точки физической поверхности Земли проектируются перпендикулярами<sup>2</sup>, параллельными друг другу. Следовательно, при ортогональном проектировании точек земной поверхности на горизонтальную

<sup>1</sup> Картографическое произведение – произведение, главной частью которого является картографическое изображение.

<sup>2</sup> При ортогональном проектировании линии проектирования перпендикулярны поверхности, на которую проектируют.

плоскость проекции линий и углов местности будут получены без искажений. В результате такого проектирования получают план местности.

**План** – это уменьшенное и подобное изображение на бумаге в условных знаках небольшого участка поверхности Земли без учёта её сферичности. На плане можно изобразить ситуацию и рельеф.

**Ситуацией местности** называется совокупность контуров и неподвижных местных предметов. В геодезии часто используется термин «плановая съёмка» применительно к понятию «съёмка ситуации».

**Рельефом** называется совокупность неровностей земной поверхности естественного происхождения.

По содержанию планы бывают двух видов:

- *контурные* (ситуационные), на которых изображены только объекты местности;
- *топографические* – изображены объекты местности и рельеф.

Если на плоскости нужно изобразить значительную территорию Земли, то сначала проектируют этот участок на уровенную поверхность отвесными линиями (рис. 1.2), а затем по определённым математическим закономерностям развёртывают изображение на плоскости.



Рис. 1.2. Ортогональное проектирование большого участка земной поверхности на уровенную поверхность

При изображении значительных территорий земной поверхности возникает необходимость учета кривизны Земли. **Карта** – уменьшенное обобщенное изображение в условных знаках на бумаге поверхности Земли значительного по размеру участка Земли с учётом её сферичности<sup>3</sup>. При построении карты на плоскости бумаги наносится сетка ме-

<sup>3</sup> ГОСТ 21667-76\* Картография. Термины и определения.

*ридианов и параллелей*, которая служит основой для нанесения ситуации местности.

По масштабам карты условно делят на три вида<sup>4</sup>:

- *крупномасштабные* (масштаб от 1:10000 до 1:100000);
- *среднемасштабные* (1:200000 – 1:1000000);
- *мелкомасштабные* (мельче 1:1000000).

Карты масштабов мельче 1:1000000 называются *обзорными*, а масштабов 1:200000 – 1:1000000 – *обзорно-топографическими*, они состояются по картам более крупных масштабов.

Крупномасштабные карты называются *топографическими* и состояются по результатам топографических съемок территорий. Топографические карты имеют многоцелевое назначение и характеризуются детальностью изображения всех элементов местности.

Область науки, техники и производства, охватывающая изучение, создание и использование картографических произведений называется *картографией*.

Топографическая карта является важным и необходимым документом, на основе которого решаются инженерно-геодезические задачи от проектирования до мониторинга инженерных объектов на местности. Отсюда обязательным для землеустроителя является умение читать топографические карты и использовать эти данные для решения различных геодезических задач, связанных с составлением проектов землеустройства, мелиорации, отвода земель и т.д.

До недавнего времени основным носителем топографической информации была бумажная карта. Её недостатки:

- бумага как материал даёт усадку;
- при тиражировании карт на плоттере возникают искажения;
- точность метрических характеристик объектов зависит от масштаба карты.

В настоящее время вместо бумажных карт всё больше используются *электронные* (ЭК) или *цифровые карты* (ЦК), а также *цифровые модели местности* (ЦММ). Это вполне объяснимо, поскольку современные носители топографической информации лишены недостатков бумажных карт. Кроме того, представление и хранение картографической информации в виде ЭК имеет ряд неоспоримых преимуществ<sup>5</sup>.

*ЦММ* – модель земной поверхности или её элементов (объектов и явлений), их существенных признаков и взаимосвязей, подлежащих

---

<sup>4</sup> Градации, приводимые разными авторами, могут не совпадать.

<sup>5</sup> Федотов Г.А. Инженерная геодезия: Учебник/Г.А. Федотов.– 3-е изд., испр. – М.: Высш. Шк., 2006. – 463 с.: ил.

отображению на карте, представленная в цифровой форме в определённой системе координат (рис. 1.3).

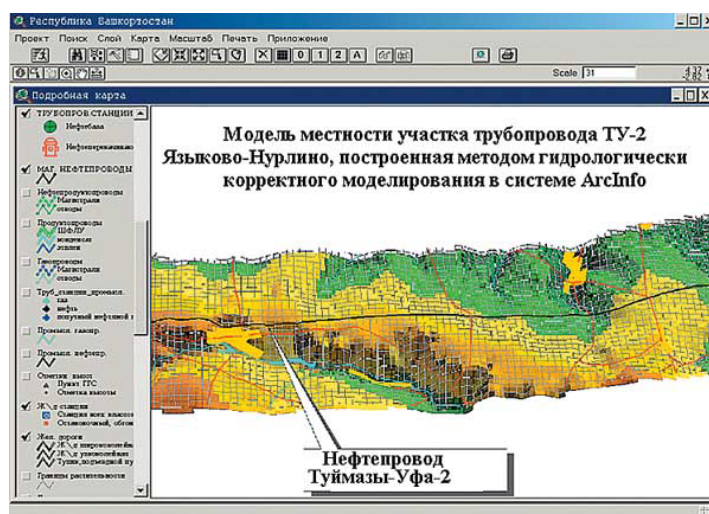


Рис. 1.3. Пример цифровой модели местности

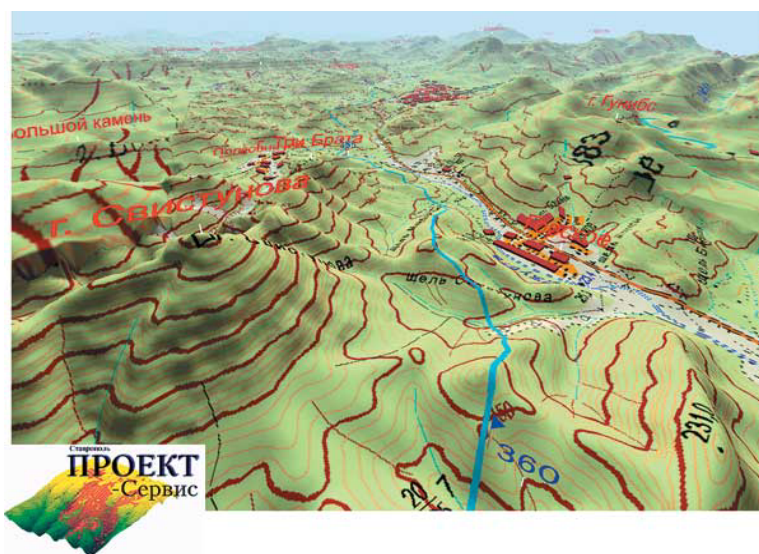


Рис. 1.4. Пример цифровой карты

**Цифровая карта** – это цифровая модель местности, записанная на машинном носителе в установленных структурах и кодах, сформированная с учётом законов картографической генерализации в принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот по точности и содержанию, соответствующая карте определённого масштаба.

**Электронная карта** – цифровая картографическая модель; визуализированная или подготовленная к визуализации на экране средства отображения информации в специальной системе условных знаков, со-

держание которой соответствует содержанию карты определённого вида и масштаба<sup>6</sup>.

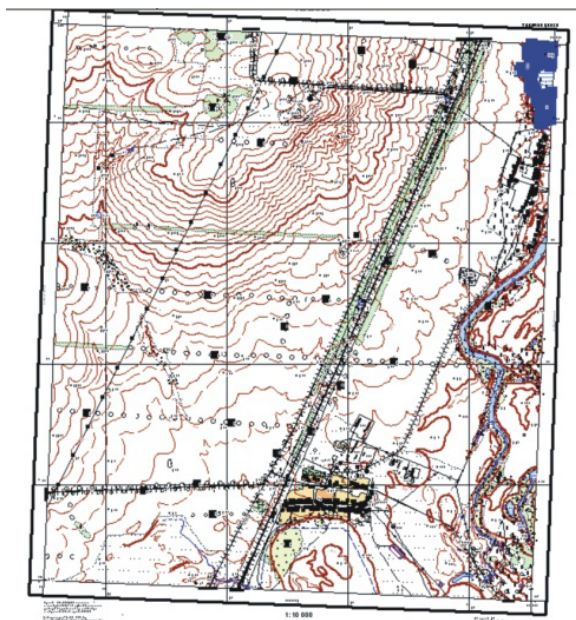


Рис. 1.5. Учебная электронная карта с номенклатурой листа У-35-38-А-в-3



Рис. 1.6. Организация слоёв электронной карты

Электронные карты отличаются от цифровых тем, что наряду с параметрами цифровых карт (точечные, линейные и площадные объекты имеют пространственные координаты и кодовые обозначения) имеют ещё систему условных знаков и пространственно-логические связи между объектами и элементами изображения. Пространственная информация на электронных картах реализуется в виде слоёв (рис. 1.6).

## 2. Картографические условные знаки

**Элементы содержания карты** – группы объектов, на которые может быть расчленено содержание карты (гидрография, рельеф, дорожная сеть и т.д.). Для обозначения различных объектов существуют специальные условные знаки.

<sup>6</sup> ГОСТ 28441-99 КАРТОГРАФИЯ ЦИФРОВАЯ. Термины и определения

Условные знаки, применяемые для обозначения ситуации, подразделяются на 4 группы.

- **Площадные** или **масштабные условные знаки** применяются для изображения объектов, занимающих значительную площадь и выражающихся в масштабе карты или плана (табл. 1.1). Площадной условный знак состоит из знака границы объекта и заполняющих его знаков или условной окраски. Контур объекта имеет вид точечного пунктира (контур растительных угодий – луга, пашни и т.д.), сплошной линии (контур водоёма, населённого пункта), или условного знака соответствующей границы (канавы, изгороди). Заполняющие знаки располагаются внутри контура в определённом порядке (произвольно, в шахматном порядке, рядами). Площадной условный знак позволяет определить по карте не только местоположение объекта, но и его размеры, форму.

- **Внемасштабными** называются условные знаки, применяемые для изображения объектов без соблюдения масштаба. Внемасштабный картографический условный знак указывает на положение объекта в пространстве по центру знака (колодцы, геодезические знаки, родники, столбы и т.п.). Либо центр объекта на местности совмещён с другой точкой условного знака – вершиной угла у основания (одинокое стоящее дерево). Следует учесть, что отдельные предметы на картах крупного масштаба выражены площадными условными знаками, а на карте мелкого масштаба – внемасштабными. Например, на крупномасштабной карте города Томск представлен в виде контура (масштабно); на карте России в виде точки (внемасштабно). Обобщение элементов ситуации и рельефа при переходе от более крупных масштабов к более мелким называется *генерализацией* карт.

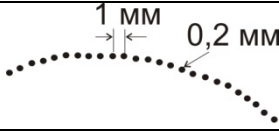

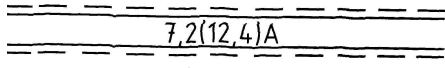
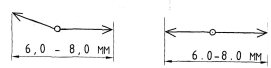
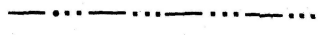
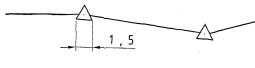
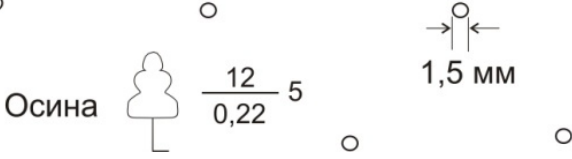
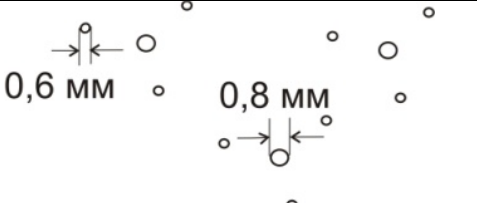
- **Линейные картографические условные знаки** – картографические условные знаки, применяемые для изображения объектов линейного характера, длина которых выражается в масштабе карты: дороги, реки, трубопроводы, линии электропередач и т.п., а ширина этих объектов на карте обычно получается больше ширины изображаемого объекта местности.

- **Пояснительные картографические условные знаки** – дополняют другие условные знаки цифровыми данными, пояснительными надписями; ставятся у различных объектов, чтобы охарактеризовать их свойство или качество, например: ширину моста, породу деревьев, среднюю высоту и толщину деревьев в лесу, ширину проезжей части и общую ширину дороги и т.п.

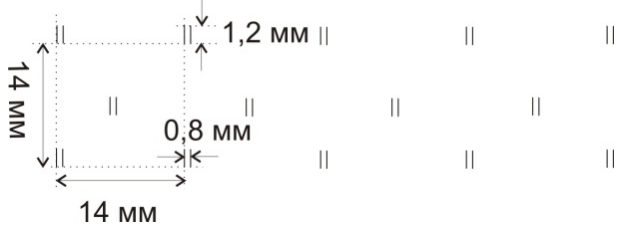

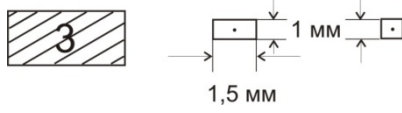
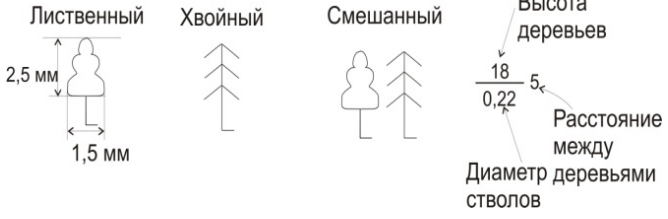






Таблица 1.1

## Некоторые картографические ситуационные условные знаки

Название и характеристика топографических объектов	Условные знаки топографических объектов для планов масштабов 1: 5000, 1:2000
1	2
<b>Л И Н Е Й Н Ы Е</b>	
1. Контуры растительности, с\х угодий, грунтов... Знак № 366 с. 86 <sup>7</sup>	
2. Забор деревянный Знак № 475 с. 116 <sup>7</sup>	
3. Автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием: ширина проезжей части (общая ширина дороги в м), материал покрытия) Знак №187 с. 41 <sup>7</sup>	
4. ЛЭП низкого напряжения на деревянных и металлических столбах (цифры – напряжение ЛЭП в вольтах, число проводов и провис их в м) Знак №114 с. 26 <sup>7</sup>	
5. Границы городских земель Знак №483 с. 117 <sup>7</sup>	
6. Границы землепользований и отводов Знак №485 с. 117 <sup>7</sup>	
<b>П Л О Щ А Д Н Ы Е</b>	
7. Леса естественные высокоствольные Знак №368 с. 86 <sup>7</sup>	
8. Кустарники отдельные группы Знак №395 с. 92 <sup>7</sup>	

<sup>7</sup> 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.

1	2
<p>9. Растительность травяная, луговая Знак №401 с. 94<sup>7</sup></p>	
<p>10. Пашня, огород Знак №417 с. 97<sup>7</sup></p>	
<p>11. Строения жилые неогнестойкие (деревянные, глинобитные...) одноэтажные Знак №15 с. 7<sup>7</sup></p>	
<i>П О Я С Н И Т Е Л Ь Н Ы Е</i>	
<p>12. Характеристика лесных древостоев по составу и по метрическим данным Знак №367 с. 86<sup>7</sup></p>	
<i>В Н Е М А С Ш Т А Б Н Ы Е</i>	
<p>13. Деревья отдельностоящие, не имеющие ориентирного значения/имеющие ориентирное значение Знак №389 с. 91/№388<sup>7</sup></p>	
<p>14. Знаки нивелирные – реперы грунтовые: числитель – отметка головки, в знаменателе – отметка земли; слева – номер знака Знак №401 с. 94<sup>7</sup></p>	
<p>15. Источники естественные (ключи, родники) Знак №301 с. 69<sup>7</sup></p>	
<p>16. Знаки межевые – граничные столбы Знак №8 с. 5<sup>7</sup></p>	

Условные знаки для всех карт и планов устанавливаются нормативными и инструктивными документами и обязательны к применению во всех организациях, занимающихся съёмочными работами. Однако, учитывая многообразие сельскохозяйственных угодий, землеустроительные организации издаются специальные условные знаки, отражающие специфику сельскохозяйственного производства.

### 3. Масштабы карт и планов, точность масштабов

*Численный масштаб карты (плана)* – отношение длины линии на карте (плане) к длине горизонтальной проекции линии местности:

$$M = \frac{d_{\text{карты (плана)}}}{d_{\text{местности}}}. \quad (1)$$

Численный масштаб можно выразить *в виде простой дроби* и в *виде именованного соотношения*.

В виде простой дроби:

$$\frac{d_{\text{пл}}}{d_{\text{местн}}} = \frac{1}{d_{\text{местн}}/d_{\text{пл}}} = \frac{1}{m}. \quad (2)$$

где  $m$  – степень уменьшения или знаменатель численного масштаба.

Например:  $M = \frac{1}{2000}$  или  $M = 1:2000$ . Чем больше значение знаменателя численного масштаба  $m$ , тем больше степень уменьшения горизонтальных проекций линий местности и тем мельче масштаб плана или карты.

Для топографических карт принят следующий ряд масштабов – 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:300000, 1:500000, 1:1000000. Топографические изображения в масштабах 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 называют топографическими планами. Иногда в масштабах 1:2000 и 1:5000 строят и топографические карты. Отнесение последних масштабов одновременно к топографическим картам и планам зависит от того, каким образом получены для них рамки: если рамки являются параллелями и меридианами, то данные изображения относят к картам; если рамки являются линиями сетки прямоугольных координат, то их относят к планам.

Указанные соотношения 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.

Именованный масштаб приводится на картах (планах) ниже подписи численного масштаба, например: в «1 см 20 м» (для численного масштаба 1:2000).

Крупномасштабные топографические карты используются при детальном планировании и проектировании инженерных сооружений, производстве точных картометрических работ, при детальном изучении местности.

Среднемасштабные топографические карты используются для предварительного проектирования средних инженерных сооружений, при различных изысканиях в строительстве линейных сооружений и др. Указанные карты являются основой для создания карт обзорного вида.

Мелкомасштабные топографические карты значительно уступают в подробности изображения картам средних и крупных масштабов. Они используются для общего изучения местности, при производстве предварительного проектирования крупных инженерных сооружений, при анализе состояния больших площадей на территории государства, а также для составления обзорных тематических карт более мелкого масштаба.

Точность масштаба даёт возможность определить, какие предметы местности можно изобразить на плане, а какие нет по их малости. Решается и обратный вопрос: в каком масштабе надо составить план, чтобы предметы, имеющие, например, размеры 5 м, были изображены на плане. Для того чтобы в конкретном случае можно было принять определённое решение, вводится понятие **точности масштаба**. При этом исходят из физиологических возможностей человеческого глаза. Принято, что измерить расстояние, пользуясь циркулем и масштабной линейкой, точнее, чем 0,1 мм в данном масштабе невозможно (таков диаметр кружка от остро отточенной иглы). Поэтому под **предельной точностью масштаба** понимают длину отрезка на местности, соответствующую 0,1 мм на плане данного масштаба.

Практически принимается, что длина отрезка на плане или карте может быть оценена с точностью  $\pm 0,2$  мм. *Горизонтальное расстояние на местности, соответствующее в данном масштабе 0,2 мм на плане, называется графической точностью масштаба*. Следовательно, в этом масштабе (1:2000) наименьшие различия, которые можно выявить графически, составляют 0,4 м. Точность некоторых других масштабов приведена в табл. 1.2.

**Задача 1.1.** На плане  $M = \frac{1}{5000}$  расстояние между точками составляет 5 см. Определите горизонтальное проложение между этими же точками на местности.

Решение:  $M = \frac{d_{\text{пл}}}{d_{\text{местн}}}; \frac{1}{5000} = \frac{5 \text{ см}}{d_{\text{местн}}}; d_{\text{местн}} = 250 \text{ м.}$

**Задача 1.2.** Определите численный масштаб плана, если горизонтальное проложение линии, длиной 50 см на местности, выражается на плане отрезком 5 см.

Решение:  $M = \frac{d_{\text{пл}}}{d_{\text{местн}}} = \frac{5 \text{ см}}{50 \text{ м}} = \frac{5 \text{ см}}{5000 \text{ см}} = \frac{1}{1000}.$

Таблица 1.2

Сравнительная точность некоторых масштабов

<i>Масштаб</i>	<i>1:500</i>	<i>1:1000</i>	<i>1:2000</i>	<i>1:5000</i>	<i>1:10000</i>	<i>1:25000</i>	<i>1:50000</i>	<i>1:100000</i>
Точность масштаба, м:								
предельная (0,1 мм)	0,05	0,1	0,2	0,5	11,0	22,5	5,0	10,0
графическая (0,2мм)	0,1	0,2	0,4	1,0	22,0	55,0	10,0	20,0
поперечного масштаба (0,01 о.м.)	0,1	0,2	0,4	1,0	22,0	55,0	10,0	20,0
линейного масштаба (0,1 о.м.)	1	2	4	10	20	50	100	200

**Задача 1.3.** Горизонтальное проложение между двумя точками на местности равно 40 м. Определите расстояние между этими же точками на плане  $M = 1:2000$ .

Решение:

$$M = \frac{d_{\text{пл}}}{d_{\text{местн}}} = \frac{1}{m}; d_{\text{пл}} = \frac{1}{m} \cdot d_{\text{местн}} = \frac{1}{2000} \cdot 40 \text{ м} = \frac{1}{2000} \cdot 4000 \text{ мм} = 20 \text{ мм.}$$

#### 4. Графические масштабы

Для того чтобы избежать вычислений при большом объёме линейных измерений пользуются графическими масштабами: линейным (рис. 1.7) и поперечным.

**Линейный масштаб** – графическое изображение численного масштаба в виде прямой линии с делениями для отсчёта расстояний.



Рис. 1.7. Линейный масштаб для карты масштаба 1:10000

Для построения линейного масштаба на прямой линии откладывают ряд отрезков одинаковой длины, которые называются *основанием масштаба*. Крайнее левое основание делят на 10 равных частей и на правом его конце ставят 0, а на левом – число метров (километров), которое на плане соответствует основанию в заданном масштабе. Вправо от нулевого деления масштаба подписывают значения соответствующих расстояний на местности. Затем линейный масштаб подписывают, исходя из того численного масштаба, для которого он строится (рис. 1 для  $M = 1:2000$ ). Линейный масштаб позволяет оценить отрезок с точностью в 0,1 доли основания точно и до 0,01 доли основания на глаз (для данного масштаба). Поскольку десятые доли масштаба оцениваются на глаз, во многих случаях линейный масштаб не позволяет измерять расстояния с необходимой точностью.

Для более точных измерений пользуются *поперечным масштабом*, имеющем на линейном масштабе дополнительные построения (рис. 1.8).

После того как на горизонтальной линии откладывают необходимое количество оснований масштаба (обычно длиной 2 см) восстанавливают перпендикуляры к исходной линии из концов отрезков (оснований масштаба). На двух крайних перпендикулярах откладывают по 10 равных отрезков (например по 3 мм) и через точки проводят 10 линий параллельных основанию. Крайнее левое основание делят на 10 равных частей. Точки деления верхнего и нижнего основания соединены наклонными линиями (трансверсалями) так, как показано на рис. 1.8. Такой поперечный масштаб позволяет оценить отрезок точно в 0,01 доли основания (табл. 1.2) и до 0,001 доли основания – на глаз. Если основание поперечного масштаба равно двум сантиметрам, а левое основание и перпендикуляры разделены на десять частей, то имеем нормальный

сотенный поперечный масштаб. Точность поперечного масштаба есть горизонтальное расстояние на местности, соответствующее наименьшему делению масштаба. Точность поперечного масштаба совпадает с точностью графического масштаба (табл.1.2).

Поперечный масштаб гравировают на металлических линейках, которые называются масштабными. Перед применением масштабной линейки следует оценить основание и его доли по следующей схеме.

Пусть численный масштаб 1:5000, ему соответствует именованное соотношение: в 1 см 50 м. Если поперечный масштаб нормальный (основание 2 см), то:

- целое основание масштаба (о.м.) – 100 м;
- 0,1 основания – 10 м;
- 0,01 основания – 1 м;
- 0,001 основания – 0,1 м.



Рис. 1.8. Поперечный масштаб

## 5. Изображение рельефа горизонталями

Изучение рельефа земной поверхности и способов его отображения на картах и планах имеет большое значение для решения широкого круга задач, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией инженерных сооружений и осуществлением различных землеустрои-

тельных мероприятий, направленных на рациональное использование земель.

Рельефом называют совокупность неровностей поверхности Земли.

Для изображения рельефа известны различные способы (цветной отмыв, штриховка линиями разной толщины и т. д.). Однако на современных топографических картах и планах, применяемых для решения инженерных задач, рельеф изображается горизонталями.

Чтобы изобразить рельеф на плоскости горизонталями, нужно знать абсолютные отметки точек. Численное значение высоты точки над основной уровенной поверхностью называется **абсолютной отметкой точки** –  $H$  (рис. 1.9 –  $H_A, H_B$ ). Абсолютные отметки могут быть положительными (для точек, находящихся в нашем представлении выше уровня Балтийского моря) и отрицательными – для точек, находящихся ниже уровня Балтийского моря. Например, на рис. 1.9 абсолютные высоты точек  $C$  и  $D$  – положительные, а абсолютная высота точки  $E$  – отрицательная.

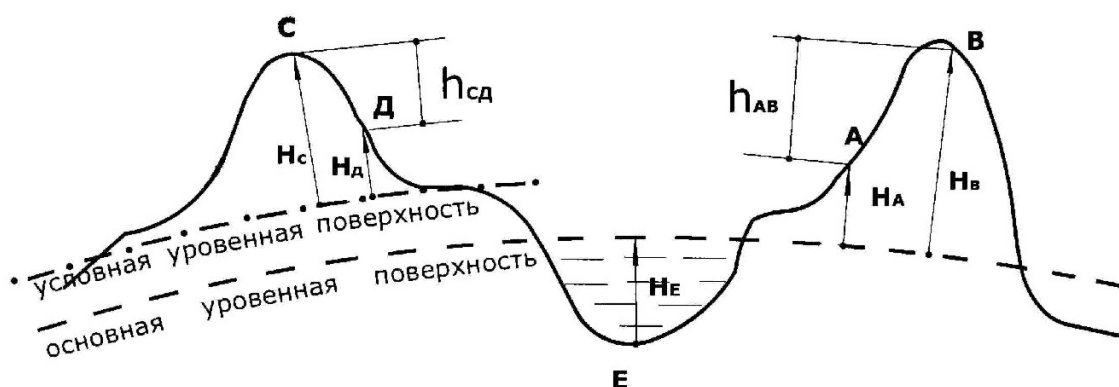


Рис. 1.9. Абсолютные и относительные отметки точек

При проведении практических съемок часто оказывается целесообразным определять отметки не относительно *основной*, а относительно *условно принятой уровенной поверхности*. Такие отметки называются *условными* или *относительными* ( $H^1_D, H^1_C$ ).

Если известны отметки двух точек, то можно *вычислить превышение* (относительную высоту). Так, превышение точки  $B$  над точкой  $A$  (рис. 1.9) составит:

$$h_{AB} = H_B - H_A. \quad (3)$$



**Метод горизонталей.** *Горизонталь* – линия на карте, соединяющая точки с равными высотами.

Представим себе сечение поверхности Земли горизонтальной поверхностью  $P_1$ , параллельной некоторой уровенной поверхности, принятой за начало отсчёта абсолютных высот. Пусть расстояние от нулевой уровенной поверхности до плоскости  $P_1$  равно  $H_1$ . Спроектируем получившееся сечение на плоскость  $Q$ , получим замкнутую кривую, которая характеризует данную возвышенность на высоте  $H_1$  от основной уровенной поверхности. Любая точка на этой горизонтали будет иметь абсолютную отметку, равную  $H_1$ .

Если вторая секущая горизонтальная поверхность расположена на высоте  $H_2$  от нулевой уровенной поверхности, то получим другую горизонталь, её абсолютная от метка будет  $H_2$ .

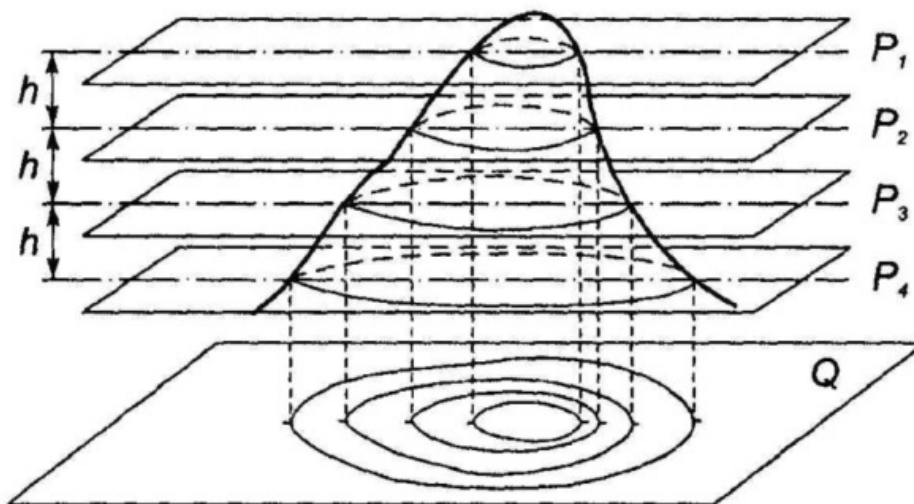


Рис. 1.10. Изображение рельефа горизонталями

Для того чтобы получить подробное изображение рельефа, следует задать необходимое количество секущих поверхностей (рис. 1.10), которые принимают через равные промежутки по высоте. Расстояние между секущими горизонтальными плоскостями, т.е. разность отметок двух рядом расположенных горизонталей ( $h$ ) называется **высотой сечения рельефа**.

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

Высота сечения рельефа на планах и картах устанавливается в зависимости от масштаба съёмки, характера рельефа местности. Чем меньше высота сечения рельефа, тем он изображается подробнее. По существующим инструкциям для топографических планов и карт различных масштабов приняты определённые сечения рельефа в зависимости от типа рельефа (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Принятые высоты сечения рельефа

Масштаб съёмки	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
Высота сечения рельефа, м :					
равнинного и пересечённого	0,5	0,5	0,5-1	1,0-2,0	2,0-2,5
горного и предгорного	1,0	1,0	2,0	2,0-5,0	5,0-10,0

Расстояние между двумя смежными горизонталями в плане называется **заложением горизонталей**. По величинам заложений можно судить о крутизне склонов. Для облегчения чтения рельефа и определения направления скатов перпендикулярно горизонталям ставятся **бергштрихи** (скат-штрихи), хвостик которых показывает падение ската. Также для лучшего чтения рельефа часть горизонталей вычерчивают утолщенной линией (каждая пятая, десятая и др.) и подписывают в разрыве **основанием цифр в сторону падения ската** (см. рис. 1.10).

Все формы рельефа образуются из сочетания наклонных поверхностей – скатов, которые подразделяются на **ровные, выпуклые, вогнутые** и **смешанные** (рис. 1.11).

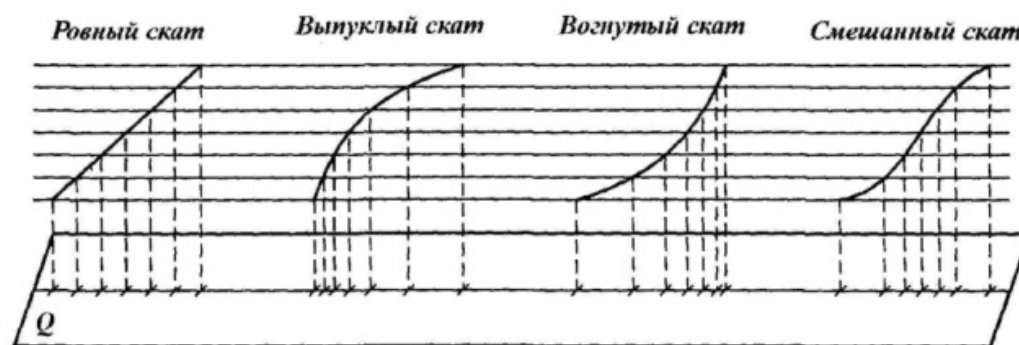


Рис. 1.11. Формы скатов

По характеру горизонталей на топографической карте или плане можно установить форму скатов. Горизонтали, изображающие ровный скат, располагаются на одинаковых расстояниях друг от друга. При вы-

пуклом скате расстояния между горизонталями у подошвы меньше, чем у вершины. При вогнутом скате горизонтали у подошвы отстоят друг от друга на большем расстоянии, чем у вершин.

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.

Для изображения отдельных деталей рельефа, которые не удастся выразить основными горизонталями, используют *полугоризонталы*. Их проводят через половину высоты сечения рельефа, вычерчивают пунктирной линией.

Горизонталы всегда проводят кратными принятой высоте сечения рельефа. Так, если высота сечения рельефа  $h = 0,5 \text{ м}$ , то возможны следующие отметки горизонталей: 16,5; 17; 17,5 м и т. п. Если  $h = 2 \text{ м}$ , то, соответственно: 24; 26, 28 м и т.д.

## 6. Основные формы рельефа

Рельеф в общем случае разделяют на три вида: равнинный – превышения до 30 м; холмистый – превышения до 200 м; горный – превышения более 200 м.

В топографии выделяют пять основных форм рельефа, которыми можно описать любые неровности и их совокупности.

- **Гора, холм, сопка** (рис. 1.10) – 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**. 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, впадина** (рис. 1.12) – замкнутое углубление земной поверхности, самая низкая ее точка называется **дном**, боковые поверхности – **скатами**, линия перехода в окружающий рельеф называется **бровкой**.

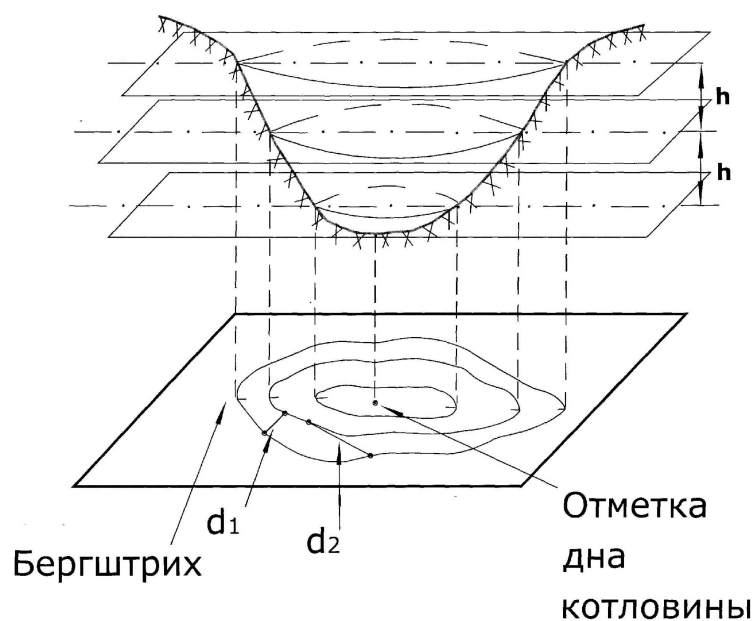


Рис. 1.12. Принцип изображения замкнутого углубления горизонталями:  $d_1$  – заложение ската,  $d_2$  – заложение горизонталей

Котловина, как и гора, изображается замкнутыми горизонталями, однако бергштрихи в этом случае направлены ко дну.

**Хребет** (рис. 1.13) – возвышенность, вытянутая и постепенно понижающаяся в одном направлении.

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** (рис. 1.14) – вытянутое в одном направлении и постепенно понижающееся углубление земной поверхности. Два ската лощины при пересечении образуют водосливную линию (**талъвег**). Широкая лощина с пологими скатами называется **долиной**, узкая лощина с крутыми обнажёнными скатами – **оврагом** (в горной местности – ущелье). Скат долины может иметь почти горизонтальные площадки – **террасы**. Узкое углубление в начале оврага называют **промоиной**, овраг, заросший травой и кустарником, с выположенными склонами, называют **балкой**. Лощина изображается вогнутыми горизонталями, направленными вогнутостью в сторону понижения местности; обрывистые склоны оврага изображаются специальными условными знаками.