## Измерение по топографической карте расстояний, площадей, объемов.

**ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ.** Прямолинейных - с помо­щью металлической линейки; небольших извилистых линий — «шагами» циркуля-измерителя (длина шага не более 1 см, опти­мальная — 1-4 мм); длинных извилистых линий — специальным прибором — *курвиметром.*

КУРВИМЕТР — прибор, состоящий из движущегося коле­сика, связанного со стрелкой, которая отмечает на цифербла­те длину измеряемой линии в см или расстояние на местнос­ти, прочитываемое по шкале соответствующего масштаба. Ошибка измерения длин извилистых линий курвиметром со­ставляет не менее 10% и для точных картометрических работ) он не пригоден.

ПЕРЕХОД ОТ ИЗМЕРЕННОЙ ДЛИНЫ ЛИНИИ НА КАР­ТЕ К РАССТОЯНИЮ НА МЕСТНОСТИ осуществляется: а) с помощью численного масштаба — путем умножения длины из­меренной по карте линии на знаменатель масштаба; б) с помо­щью именованного масштаба или величины масштаба — умно­жением этой величины на длину линии; в) с помощью линей­ного масштаба, помещенного на карте, — путем прикладыванияк нему соответствующего раствора циркуля или отрезка линейки; г) с помощью поперечного масштаба, выгравированного на транспортире, линейке или нарисованного и соответствующим образом оцифрованного; к графику этого масштаба такжеприкладывается соответствующий раствор циркуля или отрезок линейки. Расстояние на местности можно приблизительно определить также по километровой сетке топографической карты (прикладывая измеренный на карте отрезок к ее линии с известной протяженностью), а также по градусной сетке (прикла­дывая измеренный отрезок к минутной рамке и решая пропор­цию вида: 1 градус или 60 мин — n км, соответствующее изме­ренному отрезку количество минут — x км).



**Рис.** 24. Определение площади участка графическим способом

**ИЗМЕРЕНИЕ ПЛО­ЩАДЕЙ** может осуществ­ляться несколькими спосо­бами: *графическим,* с по­мощью *палеток, механи­ческим, взвешиванием, ана­литическим, фотоэлектрон­ным.* Каждый из способов может применяться само­стоятельно или в комби­нации с другими способа­ми. Переход от площади контура на карте к площа­ди соответствующего уча­стка на местности произ­водится с помощью мас­штаба площадей.

МАСШТАБ ПЛОЩА­ДЕЙ на топографической карте равен квадрату масштаба длин. Например, для карты маcштаба 1:10000 масштаб площадей будет равен (1:10000) в квад­рате или 1:100000000. Удобнее пользоваться именованным масш­табом: в данном случае в 1 см — 100 м или в 1 мм — 10 м соответ­ствует масштабу площадей в 1 см2 10000 м2 или в 1 мм2 100 м2.

ГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ применяется для измерения пло­щадей участков, имеющих более или менее правильную геомет­рическую форму. Такие участки, как правило, связаны с дея­тельностью человека и имеют в большинстве случаев форму мно­гоугольника: сельскохозяйственные угодья, парки, сады и скве­ры, населенные пункты и т.п. Этот способ целесообразно при­менять для значительных по величине территорий (свыше 3 см2), поскольку короткие линии измеряются по карте с меньшей точ­ностью, чем длинные.

Суть графического способа состоит в разбивке изображенного на плане или карте участка на простейшие геометрические фигуры (треугольники, прямоугольники, трапеции и пр.), измерении их эле­ментов (оснований, высот, параллельных сторон и пр.), вычислении каждой фигуры по формулам геометрии и, наконец, определении площади участка как суммы площадей составляющих его фигур. При этом криволинейные отрезки границ участка заменяют близкими к ним отрезками прямой (рис. 24). Доказано, что наиболее точные ре­зультаты получают при разбивке участка на треугольники, особенно если у них равны основания и высота. Правильность определения площади участка проверяется вторичным измерением площадей тре­угольников, взятых в других комбинациях.



**Рис.** 25. Квадратная палетка



**Рис.** 26. Точечная палетка

С помощью ПАЛЕТОК рекомендуется измерять площади не­больших участков, имеющих на карте размеры не более 4-5 кв. см, с естественными криволинейными границами (озеро, болото, лес и т.п.), а также узкие, сильно вытянутые участки (долины рек, полосы отвода транспортных магистралей и т.п.).

ПАЛЕТКА — графическое построение на прозрачной основе (кальке, пластике) в виде сетки квадратов *(квадратная* или *сеточ­ная палетка),* в виде точек *(точечная палетка),* в виде параллель­ных равноотстоящих линий *(линейная* или *параллельная палетка).*

Чтобы измерить площадь КВАДРАТНОЙ ПАЛЕТКОЙ, ее на­кладывают на участок карты и подсчитывают количество квадра­тов, оказавшихся внутри границ этого участка (рис. 25). Общее ко­личество квадратов складывается из суммы всех целых и половины нецелых квадратов. Для выражения площади измеряемого участка в земельной мере (м2, га, км2) вычисляют цену деления палетки и умножают ее на общее количество квадратов.

ЦЕНА ДЕЛЕНИЯПАЛЕТКИ — площадь одного деления палетки в земельной мере (на местности) для карты данного масштаба. Например, если мас­штаб карты 1: 10000, а стороны квадратов палетки равны 2 мм, то цена деления палетки — 400 м2 (20 х 20 = 400). Для построения квадратной палетки на кальке прочерчивают сеть взаимоперпендикулярных прямых линий, отстоящих друг от друга на расстоянии 2; 2,5; 5 мм.

Чтобы измерить площадь ТОЧЕЧНОЙ ПАЛЕТКОЙ, ее на­кладывают на заданный участок и подсчитывают количество то­чек, оказавшихся внутри границы участка (рис. 26). Общее количе­ство точек складывается из суммы всех точек, расположенных на самом контуре. Цена деления палетки определяется аналогично опи­санному выше способу (она равна цене деления квадратной па­летки, на основе которой строилась палетка точечная). Опреде­ление площади участка на местности осуществляется путем ум­ножения общего количества точек на цену деления палетки. Для изготовления точечной палетки вначале строится палетка квад­ратная с еле заметными карандашными линиями. В центрах квадратов ставят точки, а вспомогательные линии убирают.



**Рис.** 27. Линейная палетка: а — общий вид; б — геометрическаясущность определения площади

Чтобы измерить площадь ЛИНЕЙНОЙ ПАЛЕТКОЙ, ее на­кладывают на участок так, чтобы крайние точки контура рас­положились посередине между линиями палетки (рис. 27). Учас­ток оказывается разделенным на ряд трапеций с одинаковой высотой, а линии палетки являются средними линиями этих трапеций. Площадь каждой трапеции равна длине средней ли­нии (*d*), умноженной на высоту (*h*), а площадь всего участка *(F)* выразится как сумма площадей всех трапеций с равными высотами: *F =hΣd,* где *Σd* = *d1*+ *d2 + d3 +* ... + *dn.* Таким образом, чтобы определить площадь участка на карте, необходимо изме­рить длины отрезков линий палетки, заключенных в контуре, суммировать их, а затем эту сумму умножить на расстояние меж­ду двумя соседними линиями палетки. Чтобы получить площадь участка в земельных мерах, надо полученную площадь на карте умножить на соответствующий масштаб площадей или величи­ны *h* и *d* сразу переводить в земельные меры в соответствии с масштабом длин. При измерении участков с площадью, превы­шающей 5 кв. см на карте, линейная палетка дает более точный результат по сравнению с предыдущими. Для изготовления линейной палетки на кальку наносится система параллельных ли­ний, расстояния между которыми 2-4 мм.

МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ измерения площадей предус­матривает применение специального прибора — ПЛАНИМЕТ­РА, позволяющего определять размеры участков любой конфи­гурации. Площадь при этом выражается числом делений плани­метра. Одно такое деление представляет собой прямоугольник в несколько квадратных миллиметров или сантиметров (в зависи­мости от подготовки прибора к работе), соответствующая ему площадь на местности (в м2, га или км2) называется ЦЕНОЙ ДЕЛЕНИЯ ПЛАНИМЕТРА. Площадь измеряемого участка опре­деляется путем умножения общего числа делений планиметра на цену одного деления. Установлено, что с помощью планимет­ра целесообразно измерять участки, имеющие на карте площадь 10-15 см2 и более. Среди приборов различной конструкции наи­большее распространение имеет ПОЛЯРНЫЙ ПЛАНИМЕТР.

СПОСОБ ВЗВЕШИВАНИЯ основан на применении точных аналитических весов. Измеряемый участок или множество мелких одноименных ареалов переносят на прозрачный пластик или каль­ку, вырезают по контуру и взвешивают. Полученный вес делят на вес эталона — предварительно вырезанного из того же материала и взвешенного участка в 1 км2 (в масштабе карты). Эталонный участок может иметь любую правильную математическую фигуру (квадрат, прямоугольник, круг и т.п.), позволяющую вычислить его площадь по геометрическим формулам. Этот способ особенно удобен для определения площади множества мелких контуров (не­больших сельскохозяйственных угодий, озер и т.п.).

АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ — это вычисление площади участка по известным прямоугольным координатам точек конту­ра, которые определяются на основании полевых измерений. Точ­ность его зависит от точности полевых измерений. Площадь вы­числяется на основе решения простых геометрических задач.

ФОТОЭЛЕКТРОННЫЙ СПОСОБ основан на применении ЭВМ, упрощающих и ускоряющих процесс аналитического оп­ределения площадей. Хорошие результаты дает использование фотоэлектронных планиметров, ускоряющих работу в 8-10 раз.

**ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЁМОВ** озерных котловин, ледников, сне­сенных и отложенных горных пород и т.п. осуществляется следу­ющим образом: на измеряемый контур накладывается палетка и вычисляется его площадь (*Р*); в центральных точках каждого деления палетки методом интерполяции между изолиниями оп­ределяют высоты (глубины) — *H*; вычисляют среднюю арифме­тическую (а лучше средневзвешенную) высоту *(Нср);* объем *(V)* определяют умножением площади всего контура на среднюю вы­соту его отдельных фрагментов: *V=PHcp.*