

Изобретение относится к области измерения площади плана или карты в заданном масштабе. Может быть использовано для определения площади в любой отрасли народного хозяйства, в т.ч. в проектно-конструкторских работах, маркшейдерии, геодезии, геологии, картографии и т.д.

Наиболее близким является устройство для измерения и расчета длин, периметров, объемов и площадей, содержащее корпус, измерительный орган в виде плоского ролика, посаженного на жестко закрепленную ось в торце устройства. Обороты его при обводе контура одно-, двух- или трехмерного объекта с помощью оптоэлектрических или электромагнитных преобразовательных средств (датчиков) реализуются в электрические импульсы, которые обрабатываются калькулятором, жестко соединенным с устройством.

Недостаток устройства - невозможность одновременного определения на плане любых заданных площадей, оконтуренных криволинейными линиями. Необходимость проведения дальнейших вычислений после снятия показаний. Длительность процессов измерения и вычисления во времени.

Техническая задача состоит в создании планиметра, позволяющего производить единовременное измерение любых заданных площадей, оконтуренных непрерывным криволинейным контуром и одновременное определение плановых координат, повышение точности и скорости измерения.

Техническая задача решается тем, что в планиметре, содержащем корпус, датчик регистрации сигналов, вычислительный электронный блок, индикатор реализуется за счет неизвестного ранее выполнения рабочего органа с неограниченными степенями свободы в процессе измерения и одновременной обработкой результатов, а также выбора параметров меточной сетки на рабочем органе.

Схема планиметра в общем виде представлена на фиг.1, где 1 - корпус, 2 - измерительный орган, 3 - шарик, 4 - датчик регистрации сигналов перемещений измерительного органа, 5 - электронный вычислительный блок, 6 - кнопки выбора масштабов плана и плановых координат, 7 - индикатор, 8 - кнопка включения и выключения электронного блока.

На фиг.2 представлена электрическая схема планиметра, где 4 - датчик регистрации сигналов перемещений измерительного органа; 5 - электронный вычислительный блок; 7 - индикатор; 8 - кнопка включения и выключения электронного блока.

На фиг.3 показан измерительный орган 2 в виде шара с нанесенной на поверхности меточной сеткой квадратов и проекций контура определяемой площади.

На фиг.4 представлена схема развертки квадратной палетки измерительного органа 2 с наложением ее на измеряемую площадь.

Планиметр состоит из корпуса (фиг.1), в торце которого находится измерительный орган 2 - шар с меточной сеткой в виде квадратов, правильных пятиугольников, шестиугольников и т.д., с расстоянием между центрами меточных единиц кратным периметру шара. Для удобства работы планиметр снабжен шариком 3 меньшего диаметра. В корпусе 1 над шаром 2 имеется датчик 4 регистрации сигналов перемещений измерительного органа 2, а также электронный вычислительный блок 5. В корпусе 1 на уровне электронного вычислительного блока имеются кнопки 6 выбора масштабов плана и плановых координат X и Y, индикатор 7, кнопка 8 включения и выключения электронного блока 5.

Электрическая схема (фиг.2) состоит из последовательно соединенных датчика регистрации сигналов перемещений 4, измерительного органа 2, электронного вычислительного блока 5, индикатора 7 и кнопки включения и выключения электронного блока 8.

Планиметр работает следующим образом. Известно, что площадь на плане или карте определяют аналитическим методом по формуле

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) \quad (1)$$

$$\text{или } S = \frac{1}{2} (\sum \Delta Y_i X_{i+1} + \sum \Delta Y_i X_i). \quad (2)$$

где  $X_i, Y_i$  - координаты точек контура площади;

$\Delta X_i, \Delta Y_i$  - приращение координат по оси X и Y.

Известно, что приращение координат X и Y вычисляют по формулам:

$$\Delta X_i = l_i \cos \alpha_i, \quad (3)$$

$$\Delta Y_i = l_i \sin \alpha_i, \quad (4)$$

где  $l_i$  - горизонтальное положение между точками I и i+1;

$\alpha_i$  - дирекционный угол стороны (i-i+1).

Известно, что координаты  $X_i$  и  $Y_i$  вычисляют по формулам:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_i, \quad (5)$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_i \quad (6)$$

В качестве примера рассмотрим меточную сетку на шаре 2 в виде квадратов.

Перемещая шарик 3 диаметром от 2 до 6-7 мм (его диаметр должен быть меньше, чем диаметр измерительного органа 2) по линии, оконтуривающей измеряемую площадь за счет силы сцепления перемещается и измерительный орган 2 - шар диаметром 10-20 мм с нанесенной на его поверхность меточной сеткой квадратов со стороной квадрата 1,2,3,4 или 5 мм по контуру площади на плане (фиг.3). Датчик 4 регистрирует пересечение лучом одной из сторон квадрата, причем координаты X и Y центра первого квадрата принимаются равными 0, дирекционный угол первой стороны (между центрами первого и второго квадрата) равным 0°.

Развертка такого (фиг.4) хода представляет собой квадратную палетку со стороной квадрата 1, 2,3, 4 или 5 мм. От выбора параметров сетки квадратов на шаре 2 зависит точность и быстродействие прибора. Чем меньше сторона квадрата, тем точнее можно определить координаты X и Y в условной системе и площадь и наоборот, чем крупнее квадрат, тем менее точно определение искомых величин (см. табл.) и тем более увеличивается быстродействие расчетов.

Причем, величина квадрата в большей степени сказывается на точности определения координат и в гораздо меньшей на определение площади. Поэтому в зависимости от функционального назначения прибора можно выбирать и величину квадрата. Если планиметр предназначен только для определения площади по плану или карте, то рациональная величина квадрата, обеспечивающая необходимую точность может быть равной 4-5 мм. Если планиметр выполняет и роль координатометра, то наиболее рациональная величина сетки квадратов должна быть со стороной 1, 2, 3, максимум 4 мм. В комплекте может быть два и более рабочих органов с разной величиной стороны квадрата. Диаметр шарика на точности и быстродействии не сказывается. Шарик по диаметру должен быть таким, чтобы обеспечивалось расстояние между центрами квадратов кратное 1, 2, 3, 4 или 5 мм.

Устанавливают планиметр в начальную точку обвода контура и начинают обводить контур шариком 3 (фиг.1). При этом координаты X и Y т. 1 равны 0 (фиг.4), дирекционный угол стороны 1-2  $\alpha_{1-2} = 0^\circ$ . Если расстояние между центрами квадратов равно, например, 2 мм, то приращение координат вычисленных по формулам 3 и 4 т. 2 будут равны

$$\Delta X_{1-2} = 2 \cdot \cos 0^\circ = 2 \text{ мм},$$

$$\Delta Y_{1-2} = 2 \cdot \sin 0^\circ = 0 \text{ мм}.$$

Координаты т. 2, вычисленные по формулам 5 и 6.

$$X_2 = 0 + \Delta X_{1-2} = 2 \text{ мм},$$

$$Y_2 = 0 + \Delta Y_{1-2} = 0 \text{ мм}.$$

В сравнении с традиционным применением аналитического способа расчеты сильно упрощаются, так как в данном случае возможны только 4 варианта пересечения сторон квадрата, т.е. 4 величины дирекционного угла ( $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ ). Как известно  $\sin$  и  $\cos$  этих углов описываются величинами 0,  $\pm 1$ . Т.о. в расчетах принимают участие постоянная величина длины (расстояние между центрами квадратов) - целое простое число (1, 2, 3, 4, 5) и число 0,  $\pm 1$ .

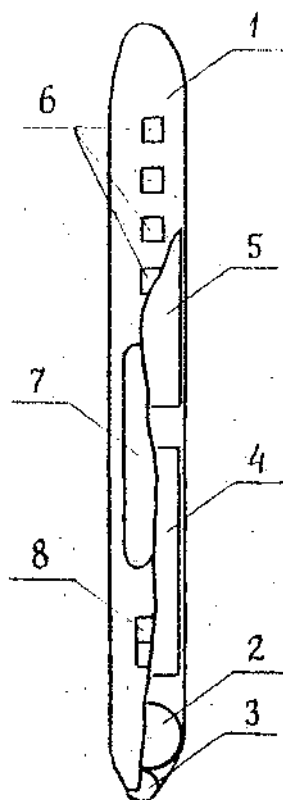
Нетрудно посчитать, что координаты X, Y равны: 3(1,1); 4(2,1) 5(2,2); 6(2,3); 7(2,4); 8(1,4); 9(0,4); 10(0,3); 11(0,2); 12(-1,2); 13(-1,1); 14(-1,0):

Вводя масштаб посредством нажатия на одну из кнопок 6 (фиг.1), считывают на индикаторе 7 координаты X, Y в условной системе координат любой точки, в которой находится в настоящий момент шарик 3. При необходимости для пересчета координат из условной в истинную систему планиметром определяют в условной системе координат двух точек с известными координатами в истинной системе (например пересечение линий координатной сетки). Разницу в дирекционных углах и координаты известных точек в истинной системе используют при пересчете координат из условной в истинную систему.

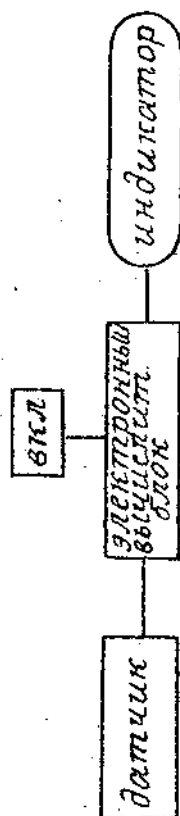
Величина площади в заданном масштабе вычисляется в электронном блоке 5 по формуле 1 или 2 и высвечивается на индикаторе 7.

#### Максимальные погрешности определения координат X и Y в метрах

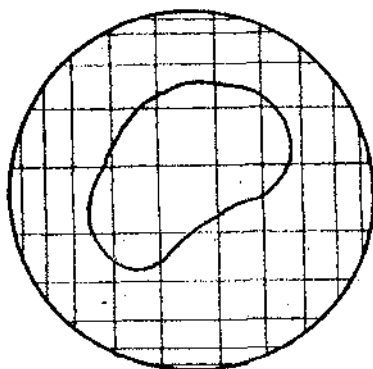
Расстояние между центрами квадрата, мм	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
4	1,0	2,0	4,0	10
3	0,75	1,5	3,0	7,5
2	0,5	1,0	2,0	5,0
1	0,25	0,5	1,0	1,5



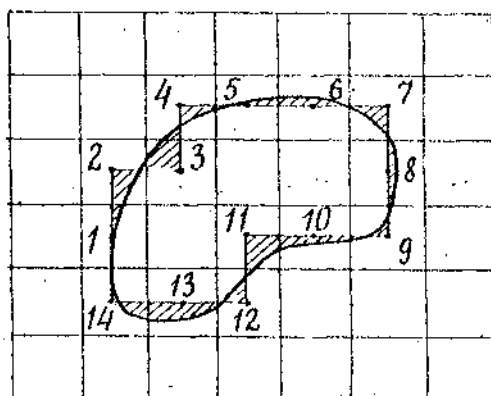
Фиг.1. Схема планиметра  
в общем виде



Фиг.2. Электрическая схема  
планиметра



Фиг.3. Измерительный орган с нанесенной на поверхности меточной сеткой квадратов и проекцией контура определяемой площади



Фиг.4. Схема развертки квадратной палетки измерительного органа с наложением ее на измеряемую площадь