МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра инженерной геодезии

Методические указания по заданию «Определение площадей на планах и картах»

Москва 2003

Составители: доц., к.т.н. И.Б. Кирнарская
ст. преп. М.П. Ларченко
преп. С.В. Шендяпина

Введение

Измерение площадей участков местности сложной, произвольной конфигурации является составной частью работы при инженерных изысканиях, градостроительном проектировании, составлении кадастровых справок, мониторингах и некоторых других видах деятельности, связанных с использованием земель.

При этом определяются площади строительных участков, участков землепользователей, отчуждаемых территорий, водосбросов, зон затопления, лесных массивов, зон загрязнения и т.п.

Несмотря на разнообразие объектов, задача измерения площадей может быть решена всего двумя методами: либо непосредственно линейно-угловыми измерениями на местности, либо измерениями масштабируемого изображения объекта на топографических картах, планах и аэрофотоснимках, которые могут быть представлены как в графической, листовой форме, так и в растрово-цифровой форме для обработки на ЭВМ.

При этом математическое решение, несмотря на разнообразие задач, методов решения и форм представления объекта сводится к трём способам:

1) Представление контура, как суммы некоторого количества правильных геометрических фигур, с последующими линейными промерами их элементов и вычислением площади каждой фигуры (геометрический способ);

2) Измерение координат всех углов на контуре участка и вычисление площади по формулам аналитической геометрии;

3) Измерение площади участка путём обведения его контура устройством (планиметром), суммирующим величины поворотов мерного ролика, которые пропорциональны площади объекта, заключённого внутри контура.

Первые два метода применимы как к измерениям, выполненным на местности, так и к измерениям изображений объектов, третий метод может быть применён только к масштабированным изображениям объектов.

Отдельно следует отметить, что во всех современных геоинформационных системах (ГИС), решающих разнообразные задачи в области ***преподавания*** и управления хозяйством, имеется значительная картографо-геодезическая составляющая, в которой неизбежно присутствуют программы, позволяющие определить площади земельных участков. Из большого количества имеющихся ГИС следует отметить геодезические ГИС: «Геоконструктор» - разработчик Институт географии РАН, ГИС-конструктор «Геодезия» - разработчик ЦКМ; ГИС «Карта 2000» - разработчик служба Вооружённых Сил РФ, и фотометрические ГИС: «Талка» - разработчик Тювакин Д.М.; «PHOTOMOD» - разработчик компания «Ракурс».

I. Аналитический способ.

Аналитический способ заключается в том, что по известным координатам X_i, Y_i (i = 1,2, 3, … n) вершин замкнутого многоугольника с применением формул геометрии, тригонометрии и аналитической геометрии можно определить площадь заданного участка.

Если по карте или топографическому плану определены координаты вершин замкнутого многоугольника, то его площадь можно определить аналитическим способом.

Рассмотрим пример на треугольнике, координаты вершин которого известны (рис. 1).

Опустим перпендикуляры из его вершин на ось OY, тогда площадь треугольника можно представить как алгебраическую сумму площадей трёх трапеций.

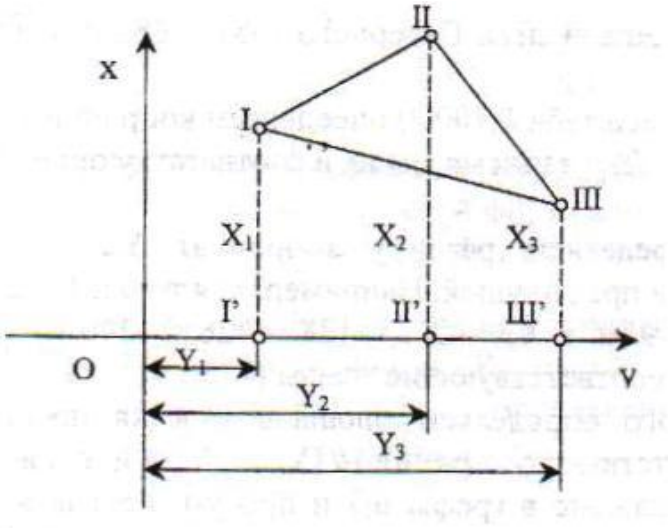


Рис. 1

1. (I – I′ – II′ – II)
2. (II′ – II – III - III′)
3. (I′ – I – III - III′)

т.е. $S = S_1 + S_2 - S_3$. Площади этих трапеций получают следующим образом:

$S_1 = ½ (X_1 + X_2)(Y_2 - Y_1)$

$S_2 = ½ (X_2 + X_3)(Y_3 - Y_2)$

$S_3 = ½ (X_1 + X_3)(Y_3 - Y_1)$

Тогда $2S = (X_1 + X_2)(Y_2 - Y_1) + (X_2 + X_3)(Y_3 - Y_2) + (X_1 + X_3)(Y_3 - Y_1)$.

После раскрытия скобок и соответствующих преобразований, получим:

$2S = X_1(Y_2 - Y_3) + X_2(Y_3 - Y_1) + X_3(Y_1 - Y_2)$ или

$2S = Y_1(X_3 - X_2) + Y_2(X_1 - X_3) + Y_3(X_2 - X_1)$.

В общем виде это выражение можно записать так:

$S = ½ \Sigma X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1})$

$S = ½ \Sigma Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})$, i = 1, 2, 3.

Для многоугольника это выражение примет следующий вид:

$S = ½ \Sigma X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1})$

$S = ½ \Sigma Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})$, i = 1, 2, 3, … n.

Определение площади леса Северного (6812, 6813) аналитическим способом.

1) По карте масштаба 1:10000 определяем координаты X, Y точек 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (рис. 2) и записываем их в соответствующие графы (2, 3) таблицы 1.

2) Затем определяем разность координат $X_{i-1} - X_{i+1}$ и $Y_{i+1} - Y_{i-1}$ между последующей точкой и предыдущей. Например, для точки 1 разность $Y_{i+1} - Y_{i-1}$ = 986 – 1180 = – 194 м, а $X_{i-1} - X_{i+1}$ = 128 – 328 = –200 м и записываем полученные данные в соответствующие графы (4, 5).

3) После этого определяем площадь участка, последовательно умножая X_i на соответствующую разность $(Y_{i+1} - Y_{i-1})$ и Y_i на $(X_{i-1} - X_{i+1})$. Записав

полученные данные в графы 6,7 и просуммировав их, получаем площадь участка в м^2. учитывая, что 1 га = 10000 м^2, переводим площадь в гектары, округляя до 0,1 га.

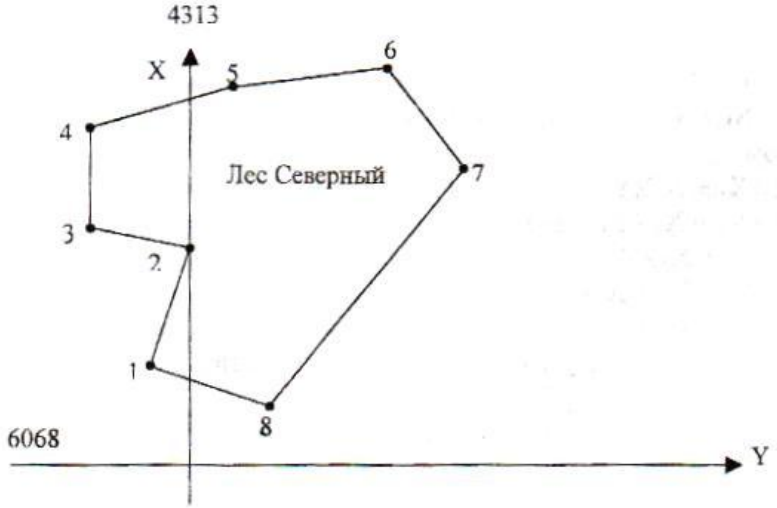


Рис. 2

Таблица определения площадей аналитическим способом

№№ п.п	X_i м	Y_i м	$Y_{i+1} - Y_{i-1}$	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1})$	$Y_i(X_{i-1} - X_{i+1})$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	184	934	-194	-200	-35696	-186800
2	328	986	-144	-218	-47232	-214948
3	402	790	-190	-258	-76380	-203820
4	586	796	280	-308	164080	-245168
5	710	1070	504	-124	357840	-132680
6	710	1300	370	184	262700	239200
7	526	1440	-120	582	-63120	838080
8	128	1180	-506	342	-64768	403560
					S_1=248712 м^2 = 24,9 га	S=248712 м^2 = 24,9 га

Для оценки точности определения площади воспользуемся достаточно простой формулой $m_p = m_t\sqrt{P}$, где m_t – средняя квадратическая погрешность положения межевых знаков (столбов, определяющих границу земель), P – площадь участка.

Численные значения m_t уже определены Инструкцией по межеванию земель для разных градаций земель.

Точностные характеристики межевания земель

Номер градации	Градация земель	Средняя квадратическая погрешность положения межевого знака (СКП), м
1.	Земли городов и другие земли в черте города	0,10
2.	Земли сельских населённых пунктов, пригородных зон, садовых товариществ	0,20
3.	Земли сельскохозяйственного назначения и особо охраняемых зон: – при площади участка до 100 га – при площади участка более 100 га	 0,20 0,50

Так, например, для вычисленной по координатам площади леса Северного, СКП площади составит

$m_p = 0{,}2 \times \sqrt{248712} = 99{,}74$ м$^2 \approx 100$ м$^2 = 0{,}01$ га.

II. Графический способ определения площадей

Для определения площадей небольших участков (от 2 до 10 см^2) с криволинейными контурами на плане, применяют палетки, которые представляют собой лист прозрачной основы (стекла, целлулоида, кальки), на который нанесена сетка квадратов или параллельных линий через 1-5 мм, поэтому по строению палетки подразделяют на квадратные или линейные (параллельные).

В первом случае палетку накладывают на определяемый контур плана и подсчитывают число полных квадратов N_1, после этого оценивают на глаз количество неполных квадратов N_2. Тогда $P = p(N_1 + N_2)$, где p – площадь квадрата палетки.

Для контроля площадь заданного участка измеряю повторно, развернув палетку примерно на 45°.

Недостатками применения квадратной палетки является то, что доля клеток, рассекаемых контуром на части, приходится оценивать на глаз и подсчёт количества целых квадратов нередко сопровождается грубыми погрешностями.

Таких недостатков не наблюдается у линейных палеток, поэтому более надёжно выполнять измерения площадей этими палетками.

Для определения площади линейная палетка накладывается на заданный контур таким образом, чтобы крайние точки m и p разместились посередине между параллельными линиями палетки (рис. 3).

В результате весь контур окажется расчленённым на фигуры, близкие к трапециям с равными высотами (h). Тогда отрезки параллельных прямых внутри контура являются средними линиями трапеций: a_1, a_2, a_3, … a_n. Пунктирными линиями показаны основания трапеций.

Сумма площадей трапеций, т.е. контура, будет равна:

$S = (a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n) \bullet h = h \bullet \Sigma a_i$, где i = 1, 2, 3, … n.

Линейные палетки рекомендуется использовать для определения площадей не более 10 см^2 на карте или плане.

Для контроля площадь заданного участка измеряют повторно, развернув палетку на 45°. Относительная ошибка определения площади палеткой составляет 1:50 – 1:100.

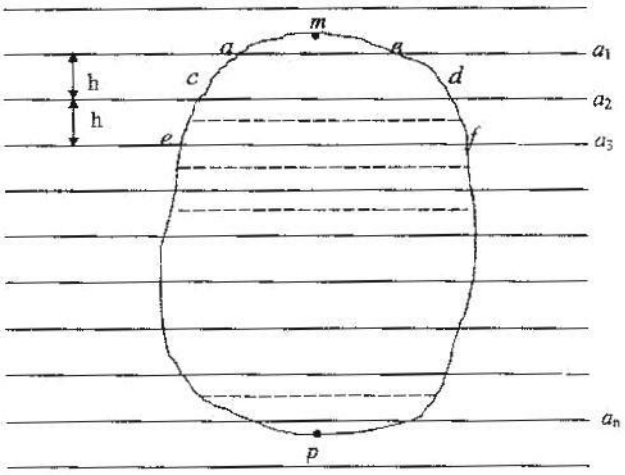


Рис. 3.

Пример. Определение площади леса Северный (6812, 6813) с помощью палетки, масштаб карты 1:10000.

1) Размещаем крайние точки контура (m, n и p) посередине между параллельными линиями, которые проведены на прозрачной бумаге через равные отрезки h = 4 мм (рис. 4).

2) Определяем средние линии трапеции a_1, a_2, a_3, … a_n внутри контура и суммируем их.

3) Определяем площадь участка, зная, что $S = h \bullet (\Sigma a_i)$. S = 6230м•40 м = 249200 м^2 = 24,9 га.

$a_1 = 280$м
$a_2 = 400$м
$a_3 = 500$м
$a_4 = 610$м
$a_5 = 630$м
$a_6 = 620$м
$a_7 = 600$м
$a_8 = 580$м
$a_9 = 520$м
$a_{10} = 320$м
$a_{11} = 310$м
$a_{12} = 300$м
$a_{13} = 290$м
$a_{14} = 270$м
$\sum a_{14} = 6230$м

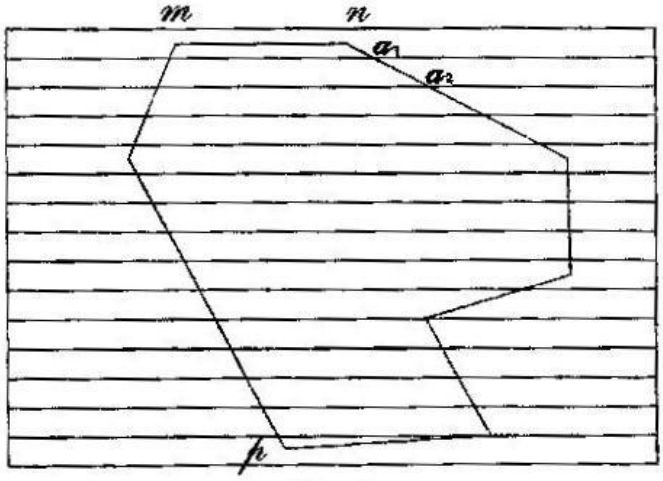


Рис. 4.

Другим графическим способом определения площадей на картах и планах является геометрический способ.

Для этого искомую площадь разбивают на простейшие геометрические фигуры: треугольник, прямоугольники, трапеции. При криволинейном контуре участка его разбивают на фигуры таким образом, чтобы их стороны по возможности ближе совпадали с этим контуром.

Затем по плану или карте измеряют соответствующе элементы фигур (длины оснований и высоты) и по геометрическим формулам вычисляют их площади. Сумма площадей отдельных фигур определяется как площадь всего участка.

Пример. Определить геометрическим способом площадь леса Северный (6812, 6813).

На карте масштаба 1:10000 разбиваем заданный контур на 6 треугольников (рис. 5) и определяем основание (а) и высоту (h) каждого треугольника, записывая данные в таблицу 3. После этого суммируем площади всех фигур, получаем площадь заданного участка.

Определение площади леса Северного геометрическим способом

Таблица 3

№№ фигур	а, м	h, м	S, м^2	а, м	h, м	S, м^2
	Способ 1 (рис. 5а)			Способ 2 (рис. 5б)		
1	410	94	18450	120	325	19500
2	640	150	48000	140	277	19390
3	670	180	60300	240	381	45720
4	670	100	33500	148	590	43660
5	610	90	27450	410	467	95735
6	610	180	54900	100	416	20800
			ΣS_1 = 242600 м^2 = 24,3 га			ΣS_2 = 244805 м^2 = 24,5 га

а)

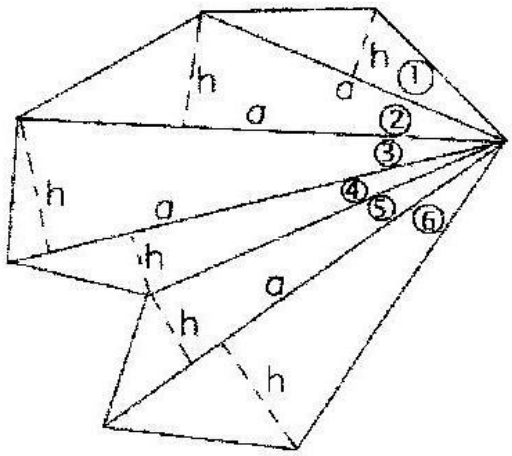
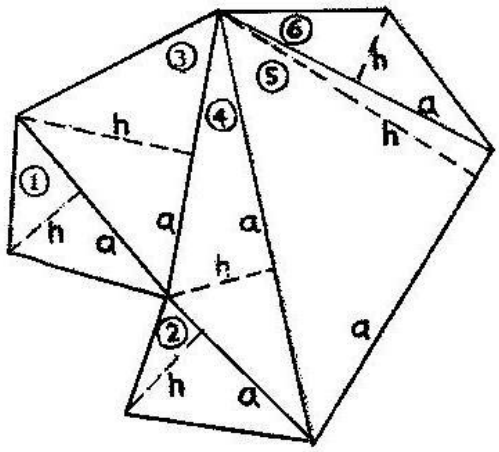


Рис.5

б)



На рисунке 5а и 5б показаны 2 способа разбивки многоугольника леса Северного на треугольники.

Произведём оценку точности полученных результатов. Для этого определим

$\Delta S = |\Sigma S_1| - |\Sigma S_2| = 0{,}2$ га, тогда

$\Delta S/S_{ср} = 0{,}2/24{,}4 = 1/122 \approx 1/120$, где $S_{ср} = (S_1 + S_2)/2$.

Определение площадей с помощью планиметров

На картах и планах площади можно определять с помощью специальных приборов, называемых планиметрами.

Планиметр – механический прибор, дающий возможность путём обвода плоской фигуры любой формы определить её площадь.

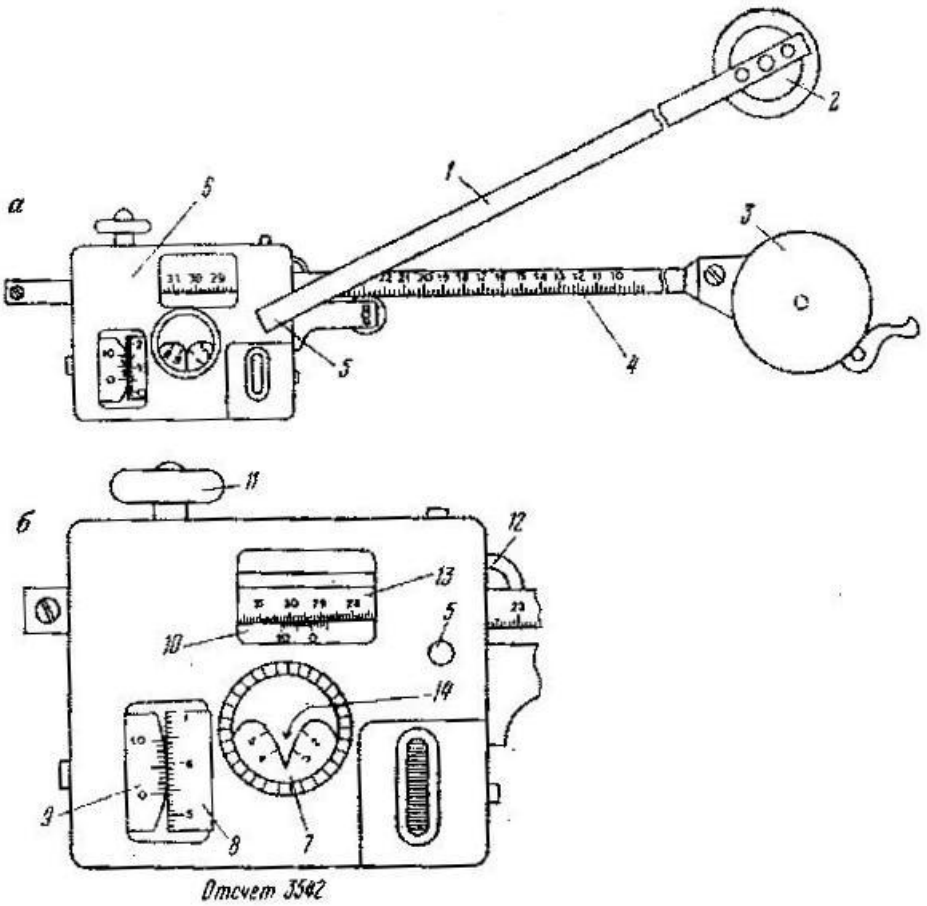


Рис.6. Полярный планиметр ПП-М:
а – общий вид; б- каретка со счётным механизмом.

Полярный механический планиметр (рис. 6) состоит из 2-х рычагов – полюсного 1 и обводного – 4.

На одном конце полюсного рычага в нижней части груза 2 имеется игла – полюс планиметра. На другом конце полюсного рычага находится штифт с шарообразной головкой, вставляемой в гнездо 5 каретки 6 обводного рычага.

На конце обводного рычага имеется линза 3, на которой нанесена окружность с обводной точкой в центре.

Каретка 6 имеет механизм, который состоит из счётного колеса 8 и счётчика целых оборотов 7 счётного колеса. Для отсчётов по счётному колесу имеется специальное устройство – верньер 9. При обводе контура участка обводной точкой линзы 3 ободок счётного колеса и ролик 11 скользят по бумаге.

Тысячная часть окружности счётного колеса называется делением планиметра.

Окружность счётного колеса разделена на 100 частей, т.е. каждая часть содержит 10 делений планиметра. Каждый десятый штрих счётного колеса оцифрован.

Отсчёт по планиметру состоит из четырёх цифр: первая – ближайшая к указателю 14 младшая цифра счётчика оборотов (тысячи делений планиметра), вторая и третья цифры – сотни и десятки делений, предшествующие нулевому штриху верньера, четвёртая цифра – номер штриха верньера, совпадающего с ближайшим штрихом счётного колеса (единицы делений).

Каретка со счётным механизмом после ослабления винта 13 может передвигаться вдоль обводного рычага 4, изменяя тем самым его длину.

Необходимая длина обводного рычага устанавливается на шкале делений 12, расположенной на его верхней грани с помощью верньера 10.

Определение цены деления планиметра

Перед измерением площадей следует определить цену деления планиметра. Цена деления может быть получена в мм^2/дел., м^2/дел. или га/дел. с учётом масштаба данного плана (карты).

Для этого выбирают фигуру, площадь которой известна (например, квадрат координатной сетки).

Чтобы увеличить точность, выбранную фигуру обводят по контуру четыре раза: два раза при положении «полюс право» (ПП) и два – при положении «полюс лево» (ПЛ).

Положение полюса следует определять относительно счётного механизма.

Если смотреть со стороны обводного устройства вдоль обводного рычага, то при положении ПЛ – полюс планиметра расположен слева, а при положении ПП – справа относительно каретки.

При каждом обводе берут начальный ($n_н$) и конечный ($n_к$) отсчёты и вычисляют их разности ($n_к – n_н$).

Таблица 4

№ п/п	Отсчёты по планиметру $n_н$, $n_к$	Разность отсчётов ($n_к – n_н$)	Средние разности	Цена деления, μ
	ПП			100га/1018 = 0,098232 га/дел.
1	2490	1015	1012	
	3505			
2	3505	1009		
	4514			
	ПЛ			
3	5550	1029	1025	
	6579			
4	7543	1921		
	8564			

Из экспериментов известно, что точность деления планиметра зависит от числа делений обводимой площади и определяется по формуле

$\Delta_p = c(0{,}68 + 0{,}028\sqrt{n})$,

где с – цена деления

n – количество оборотов счётчика

$\Delta_p = 0{,}098(0{,}68 + 0{,}028\sqrt{101}) = 0{,}15$ га.

После определения цены деления планиметра измеряют площадь заданного участка (леса Северного).

Перед измерением площади участка план или карта закрепляются на гладкой горизонтальной плоскости. Планиметр устанавливается так, чтобы его полюс располагался вне измеряемого участка, а полюсы и обводной рычаги образовывали примерно прямой угол.

Полюс устанавливают так, чтобы во время обвода всей фигуры угол между обводным и полюсным рычагами булл не менее 30° и не более 150°. Совместив обводную точку планиметра с исходной точкой контура, снимают по счётному механизму начальный отсчёт $n_н$ и плавно обводят контур по ходу часовой стрелки.

Вернувшись в исходную точку, берут конечный отсчёт $n_к$. Разность отчётов ($n_к$ – $n_н$) выражает величину площади фигуры в делениях планиметра.

Тогда

$S = \mu(n_к - n_н)$, где μ – цена деления планиметра.

Для контроля и повышения точности участок обводят при двух положениях полюса.

Таблица 5.

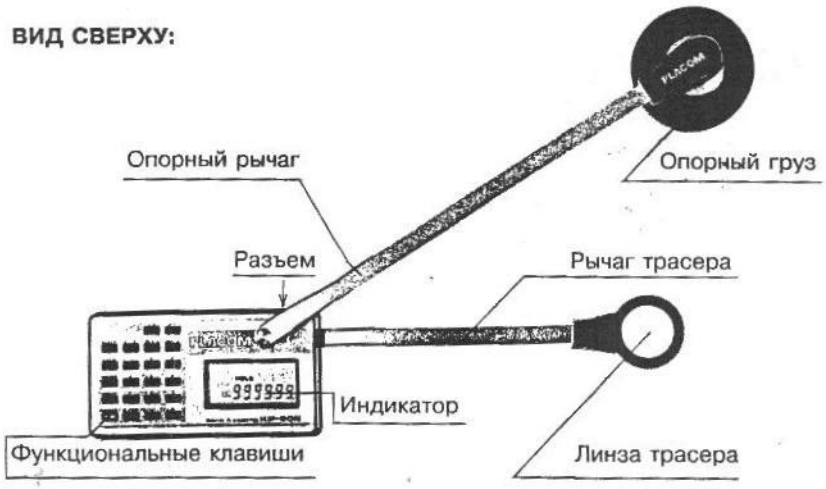
№ п/п	Отсчёты по планиметру $n_н$, $n_к$	Разность отсчётов ($n_к$ – $n_н$)	Средние разности	Цена деления, μ	Площадь участка
	ПП		248	0,098232	24,36 ≈ 24,4
1	9087	247			
	9334				
	ПЛ				
2	5629	249			
	5878				

Точность определения площади полярным планиметром зависит в основном от размеров обводимых фигур; чем меньше площадь, тем больше относительная погрешность её определения. При благоприятных условиях измерений относительная погрешность определения площадей с помощью полярного планиметра близка к 1:400.

В настоящее время разработаны цифровые планиметры, отличительной чертой которых является наличие жидкокристаллического дисплея, на

котором отображаются результаты измерений, и клавиатуры для установки нужных режимов работы и операций с измерениями.

Определение площадей при помощи цифрового планиметра КР – 82N



Характеристики:

Диапазон измерений : (1) Грузовая опора находится за пределами области измерений:

Круг диаметром 300 мм или ≈11.8 дюйм

(2) Грузовая опора находится внутри области измерений: Круг

диаметром 800 мм или ≈31.4 дюйм

Разрешение: 0.1 см^2 при масштабе 1:1

Точность: В пределах ± 0.2% (или ±2/1000 импульсов)

Символы на дисплее:

MEMO – появляется при нажатии клавиши MEMO или AVER. Она показывает, что измеренная величина запомнена.
HOLD – появляется при однократном нажатии клавиши HOLD. Она означает, что измеренная величина временно зафиксирована.
Batt-E – появляется, когда подсело напряжение и требуется подзарядка батарейки
См^2, in^2 – появляется при нажатии клавиши UNIT

Функциональные клавиши:

C/AC- сброс и полный сброс

Пока измерение не начато, однократное нажатие клавиши C/AC очищает память единиц измерения.

В процессе измерения, при накопительных измерениях, первое нажатие кнопки восстанавливает отсчет импульсов, сохраненный перед этим в hold памяти.

START – стартовая кнопка (служит для начала измерений и повтора измерений, если определяется среднее значение). При нажатии этой кнопки раздается звуковой сигнал и очищается память для средних значений измерений, hold память и память внутреннего счетчика. Цифровой дисплей сбрасывается в «0». Можно начинать измерения.
Если эта кнопка нажата после нажатия кнопки MEMO при измерениях средних значений, она действует как второе, третье и т.д измерения.

Нельзя нажимать эту кнопку во время измерений. Если ее нажать, то происходит полный сброс

HOLD – Кнопка удерживания во временной памяти измеренного значения. Эта кнопка работает во время измерений, после нажатия кнопки START. После нажатия кнопки HOLD на экране появляется символ HOLD. Кнопка HOLD используется в Накопительных измерениях и в случае необходимости сохранять измеренную величину на длительное время.

MEMO – кнопка памяти (запоминание промежуточных значений в режиме измерения среднего значения). Кнопка работает только в процессе измерения. Для измерения среднего значения надо нажимать кнопку MEMO в конце каждого измерения.

AVER- кнопка усреднения. Нажатие кнопки AVER во время работы останавливает процесс измерения. Появляются символы MEMO.

UNIT- кнопка единиц измерения (кнопка переключения единиц между см^2 и дюйм^2). Нажатие кнопки UNIT приводит к появлению на экране либо cm^2 либо in^2.

Источники питания:

Инструмент может использоваться с питанием как от источника постоянного тока, так и от сети переменного тока.

Функция автоматического выключения питания: после измерения, приблизительно через три минуты, питание от источника постоянного тока автоматически отключается.

Функция длительного сохранения результатов измерения: если нужно срочно покинуть рабочее место во время измерений, нажмите клавишу HOLD и убедитесь в том, что отметка HOLD появилась на дисплее. После этого питание от батареи может автоматически выключиться. После возвращения на свое рабочее место нажмите клавиши ON и HOLD. После этого восстановится то же состояние измерения, которое было, когда вы уходили, и вы сможете продолжить измерения.

Метод измерений

1. **Характеристики инструмента**

Измерения на этом инструменте всегда производятся в масштабе 1:1. Предусмотрена возможность выбора единиц измерений см^2 или дюйм^2. Измерения также можно проводить в единицах импульсов.

2. **Подготовка**

Расположите план, который необходимо измерить на ровной горизонтальной поверхности. Как показано на рис.7, поместите следящую линзу прибора приблизительно в центр измеряемой площади. Затем поместите опорный груз прибора в положение при котором опорный рычаг составляет угол 90 градусов со следящим рычагом. После этого обойдите контур измеряемой площади следящей линзой два или три раза. Если при этом возникнут какие-либо помехи, устраните их путем перемещения опорного груза

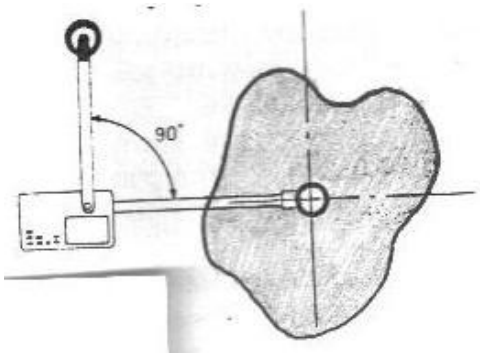


Рис.7

3. **Включение питания клавишей <ON>**

Нажмите клавишу <ON>, и на экране отобразится символ "0"

4. Выбор единиц измерения между см^2 или дюйм^2.

Нажмите клавишу <UNIT> для выбора см^2 или дюйм^2.

Cm^2 →
← in^2

Если клавиша <UNIT> не нажималась, то измерения будут производится в единицах импульсов.

*** Внимание**

При работе этого планиметра измерения всегда производятся в режиме счетчика единиц импульсов даже если на дисплее отображены см^2 или дюйм^2. Поэтому будьте внимательны к следующему: когда производятся измерения и на дисплее отображается некое число – это еще не площадь. Это только счетчик импульсов. Когда см^2 или дюйм^2 отображены на экране, то измеренная площадь может быть получена только после нажатия клавиш <AVER>, <MEMO> или <HOLD>. (см. «Функциональные клавиши»).

5. **Измерение площади**

1) Груз за пределами измеряемой площади.

Поставьте метку на границе площади (рекомендуется поставить ее слева от центра, как показано на рис.8), для того чтобы использовать ее в качестве начальной точки измерений. Нажмите клавишу <START>, при этом вы услышите звуковой сигнал. После того, как на экране появится символ "0", обойдите следящей линзой по часовой стрелке контур вокруг измеряемой площади, сохраняя следящую точку линзы на границе. После обхода всего контура и возврата в точку начала, нажмите клавишу <HOLD> в случае накопительных измерений или клавишу <MEMO> в случае измерений

среднего значения или клавишу <AVER>. Тогда, если отображались см^2 или дюйм^2, измеренная величина появится на экране, изменившись со счетчика импульсов на измеренную площадь, рассчитанную в тех единицах, которые отображены на экране. Если единицы измерений не были выбраны, то измеренная величина будет показана в единицах счетчика импульсов.

2) Груз внутри измеряемой площади.

Процедура обхода контура измеряемой площади та же, что и в случае 1). Однако рекомендуется ставить начальную точку на правой стороне границы в площади (см.рис.9), так чтобы экран дисплея показывал прямое изображение.
Метод вычисления см. в разделе «Измерение больших площадей при нахождении груза внутри измеряемой площади».

Рис.8

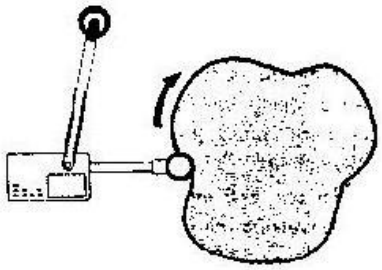
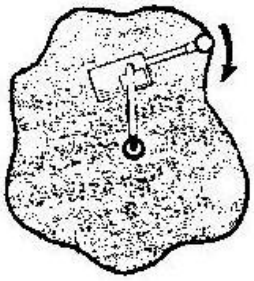


Рис.9



6. Как подсчитать значение площади.

(1) На экране высвечиваются единицы измерения (см^2 или дюйм^2). После нажатия клавиши <UNIT> на экране обязательно высвечиваются см^2 или дюйм^2. В этом случае, даже если измерение проводилось в режиме подсчета количества импульсов, при нажатии кнопок <HOLD>,<MEMO> или <AVER> количество импульсов на цифровом табло заменяется значением измеренной площади в см^2 или дюйм^2.

Пример измерения:

Операция	Экран	Примечания
<ON>	0.	
<UNIT>	Cm^2 0.	Выбраны см^2
<START>	Cm^2 0.	Звуковой сигнал. Прибор готов к измерениям
Измерение	Cm2 159.	Отображено количество подсчитанных импульсов
<AVER>или <MEMO> (см.примеч.ниже)	Cm2 15.9	Количество подсчитанных импульсов меняется на величину измеренной площади

Примеч.)* В конце измерения просто нажмите кнопку <AVER>.
Однако, при измерении среднего значения накопительных измерений нажмите
кнопку <MEMO> (см.среднее значение накопительных измерений)

Перевод единиц между см^2 и дюйм^2:
Этот перевод легко осуществляется с помощью кнопки <AVER>

ПРИМЕР:

Действие	Экран	Примечания
Измерение проводится в см2 <AVER> или <MEMO>	MEMO Cm2 15.9	Значение измеренной области в см^2
<UNIT>	MEMO in^2 0.	Отображаемое значение сбрасывается
<AVER>	MEMO in^2 2.4645	Площадь в 15.9 см^2 соответствует 2.4645 дюйм^2

(2) Вычисление значения площади по количеству подсчитанных импульсов производится следующим образом:
ПЛОЩАДЬ = Количество подсчитанных импульсов×Константа единичной площади
Масштаб: 1:A

Константа единичной площади = $A^2 \times 0.1см^2$ (или $0.0155дюйм^2$)

При измерении площади с различными масштабами по долготе и широте Константа единичной площади вычисляется:

Масштаб широты: 1:A

Масштаб долготы: 1:B

Константа единичной площади = $A \times B \times 0.1см^2$ (или $0.0155дюйм^2$)

ПРИМЕР РАСЧЕТА:

(1) Масштаб: 1:1000

Количество импульсов: 380

Константа единичной площади $=1000^2 \times 0.1см^2 = 10м^2$

ПЛОЩАДЬ $= 380 \times 10м^2 = 3800м^2$

(2) Масштаб широты: 1:200

Масштаб долготы: 1:350

Количество импульсов: 540

Константа единичной площади $=200 \times 350 \times 0.1см^2 = 7000см^2 = 0.7м^2$

ПЛОЩАДЬ $=540 \times 0.7м^2 = 378м^2$

Ниже приведены таблицы с константами единичной площади для наиболее часто применяемых масштабов уменьшения.

Масштаб уменьшения	Константа единичной площади	Масштаб уменьшения	Константа единичной площади
1:1	$0.1см^2$	1:600	$3.6см^2$
1:100	$0.1\ м^2$	1:1000	$10\ м^2$
1:200	$0.4\ м^2$	1:2500	$62.5\ м^2$
1:250	$0.625\ м^2$	1:5000	$250\ м^2$
1:300	$0.9\ м^2$	1:10000	$1000\ м^2$
1:500	$2.5\ м^2$	1:50000	$0.025\ км^2$

Масштаб уменьшения	Константа единичной площади	Масштаб уменьшения	Константа единичной площади
1дюйм=1дюйм (1:1)	$0.0155\ дюйм^2$	1дюйм=10yd (1:360)	$1.155yd^2$
1дюйм=1ft (1:12)	$0.0155\ ft^2$	1дюйм=50yd (1:1800)	$38.75yd^2$
1дюйм=10ft (1:120)	$1.55ft^2$	1дюйм=100yd (1:3600)	$1.55yd^2$
1дюйм=50ft (1:600)	$38.75ft^2$	1дюйм=1/2mile (1:31680)	2.48acr
1дюйм=100ft(1:1200)	$155ft^2$	1дюйм=1mile (1:63360)	9.92acr

1дюйм=1yd (1:36)	0.155yd^2		

7. Временное сохранение измеренной величины

После выполнения измерений изображение на дисплее, представляющее счетчик импульсов или измеренную площадь, если на дисплее были отображены единицы измерения cm^2 или in^2 , может быть зафиксировано нажатием клавиши **<HOLD>**. Эта операция обеспечит отсутствие изменений числа на дисплее даже если инструмент будет перемещаться.
Если клавиша <HOLD> нажимается тогда, когда на экране отображается символ **HOLD,** то этот символ исчезает и состояние фиксации отменяется и измерения могут быть продолжены.

8. Накопительные измерения

Для того чтобы получить более точные измерения, настоятельно рекомендуется разделять большие площади на несколько меньших площадей и измерять каждую в режиме накопительных измерений. В этом режиме при измерении двух и более площадей измерьте первую площадь и зафиксируйте величину площади, отображенной на дисплее, нажатием клавиши **<HOLD>.** Затем перенесите инструмент на вторую площадь, отмените состояние фиксации повторным нажатием клавиши **<HOLD>** и измерьте вторую площадь. Таким же путем можно измерить остальные площади в режиме накопительных измерений. Если возникает ошибка во время измерения N-ой площади, переместите следящую линзу обратно на ее начальную точку и нажмите один раз клавишу **<C/AC>.** Тогда на дисплее отобразится число, которое соответствует накопленному числу импульсов при измерении с начала до N-1 площади. После чего необходимо переместить площадь N. При этом не потребуется перемерять площади, начиная с 1 до N-1. (функция фиксации памяти)

Пример измерения:

1.Измерения в режиме счета импульсов.
Производятся накопительные измерения 3-х площадей. A=14.5см^2, B=7.8см^2, C=20.4см^2

Операции	Дисплей	Примечание
<ON>	0.	Включение питания
<START>	0.	Слышен звуковой сигнал. Готовность к началу измерений.
Измерение площади A	145.	Отображается счетчик импульсов.
<HOLD>	HOLD 145.	Появилось слово HOLD. Зафиксировано 145 импульсов.

Переход к площади B	HOLD 145.	Инструмент остается в состоянии фиксации.
<HOLD>	145.	Состояние фиксации отменено.
Измерение площади B	240.	Замечена ошибка отслеживания края площади.
Возвратить следящую линзу в начальную точку зоны B	238.	Во время переустановки начальной точки возможно изменение значений дисплея.
<C/AC>	145.	Нажать <C/AC> один раз и дисплей отразит счетчик импульсов площади A(функция сохранения памяти)
Измерение площади B	223.	На дисплее отображается счет импульсов (145+78)
<HOLD>	HOLD 223.	Входим в состояние фиксации.
Переходим к площади C	HOLD 223.	Остались в состоянии фиксации.
<HOLD>	223.	Состояние фиксации отменено.
Измерение площади C	427.	Счетчик импульсов отображает (145+78+204)
<AVER> или **<MEMO>** (смотри примечание ниже)	MEMO 427.	Конец измерений. Дисплей зафиксирован.Появился символ MEMO

Примечание: 1. Если клавишу C/AC нажать дважды, то память полностью очистится.

2. В конце измерения обычно нажимается клавиша **<AVER>,** однако, если делается измерение среднего значения накопительных измерений, нажмите клавишу **<MEMO>.**

Расчет площадей:

$427 \times 1^2 \times 0.1 см^2 = 42.7 см^2$

$(1^2 \times 0.1 см^2)$ –константа единичной площади для масштаба 1:1

2. Когда на экране отображается символ «$см^2$»

Операции	Экран	Примечание
<ON>	0.	Включили питание
<UNIT>	cm^2 0.	Выбрали $см^2$
<START>	cm^2 0.	Слышен звуковой сигнал. Прибор готов для измерений
Измерение площади A	cm^2 145.	Отображается счетчик импульсов.

<HOLD>	HOLD cm^2 14.5	Отображение счетчиков импульсов изменилось на отображение измеренной площади. Входим в состояние фиксации.
Переход к площади B	HOLD cm^2 14.5	Состояние фиксации сохраняется.
<HOLD>	cm^2 145	Состояние фиксации отменено. На дисплее площадь заменяется на отображение счетчика импульсов.
Измерение площади B	cm^2 223.	Счетчик импульсов отображает (145+78)
<HOLD>	HOLD cm^2 22.3	Отображение счетчиков импульсов изменилось на отображение измеренной площади. (14.5+7.8=22.3см^2).
Переход к площади C	HOLD cm^2 22.3	Состояние фиксации сохраняется.
<HOLD>	cm^2 223.	Состояние фиксации отменено. На дисплее площадь заменяется на отображение счетчика импульсов.
	cm^2 427.	Счетчик импульсов отображает (145+78+204)
<AVER> или **<MEMO>**	MEMO cm^2 42.7	Отображается общая площадь участков A+B+C. Дисплей зафиксирован.Появился символ MEMO.

9. Измерения среднего значения.

Измеряя планиметром площадь, рекомендуется производить эти измерения многократно и вычислять среднее значение для того, чтобы получить большую точность.

Прибор может легко посчитать среднее значение, используя клавиши **<MEMO> и <AVER>.** Когда измеряют одну и туже площадь несколько раз (до 10 раз) в конце каждого измерения нажимают клавишу **<MEMO>** и измеренная величина сохраняется в памяти. После последнего измерения, которое завершается нажатием клавиши **<MEMO>,** нажмите клавишу <AVER> и на экране появляется среднее значение одиночных измерений. Если при проведении N-го измерения (до 10) возникла ошибка, снова поставьте следящую линзу в начальную точку площади и один раз нажмите **<C/AC>.** На дисплее отобразится «0». В этом случае все измеренные ранее

величины с 1 по N-1 сохранятся в памяти и потребуется перемерить снова только N-ю площадь.

Пример измерения:
Измеряем одну площадь 3 раза.

Операции	**Экран**	**Примечание**
<START>	0.	Слышен звуковой сигнал
Первое измерение	541.	Отображается счетчик импульсов
<MEMO>	MEMO 541.	Отсчет на дисплее зафиксирован
<START>	MEMO 0.	Начало второго измерения. Отображенная величина изменилась на «0». Слышен звуковой сигнал
Второе измерение	MEMO 539.	Отображается счетчик импульсов
<MEMO>	MEMO 539.	Счетчик на дисплее зафиксирован
<START>	MEMO 0.	Начало третьего измерения. Отображенная величина изменилась на «0». Слышен звуковой сигнал
Третье измерение	MEMO 540.	Отображается счетчик импульсов
<MEMO>	MEMO 540.	Отсчет на дисплее зафиксирован
<AVER>	MEMO 540.	Среднее значение из трех измерений

Примечание) * 1 Когда клавиша **<MEMO>** нажата, счетчик импульсов (или измеренная площадь, если на экране отображается см^2 или дюйм^2) зафиксированы.

* 2 Клавиша **<START>** работает как клавиша повторного старта только после того как нажата клавиша **<MEMO>.** Если клавиша **<START>** нажата во время нормальных измерений, то будут очищены все памяти, которые были заполнены во время измерений.

10.Среднее накопительных измерений.

Инструмент может посчитать среднее значение накопительных измерений используя метод накопительных измерений и измерений среднего значения. Когда измеряют большую площадь полезно получить более точные

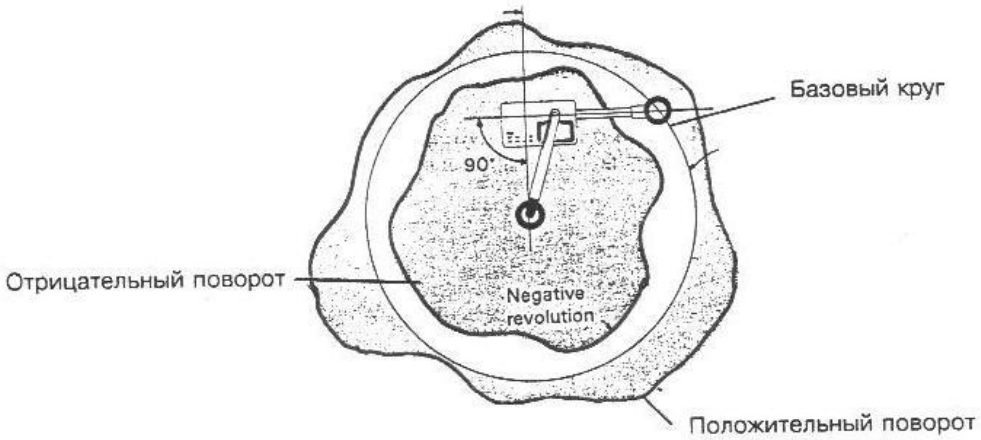
измерения площади, разделив ее на несколько более маленьких и измеряя их путем накопления с расчетом средней величины накопительных измерений суммы площадей.

Пример измерений:
Среднее значение накопительных измерений двух площадей.

Операции	**Экран**	**Примечание**
<START>	0.	Слышен звуковой сигнал
Первое измерение первой площади	1243.	Отображается счетчик импульсов
<HOLD>	HOLD 1243.	Отсчет на дисплее зафиксирован
Переход ко второй площади	HOLD 1243.	Состояние фиксации сохраняется
<HOLD>	1243.	Фиксация отменена
Первое измерение второй площади	3428.	Отображается счетчик импульсов (1243+2185)
<MEMO>	MEMO 3428.	Отсчет на дисплее зафиксирован.Появляется символ MEMO
Переход к первой площади снова	MEMO 3428.	Состояние фиксации охраняется
<START>	MEMO 0.	Дисплей отображает «0». Слышен звуковой сигнал
Второе измерение первой площади	MEMO 1242.	Отображается счетчик импульсов
<HOLD>	MEMO HOLD 1242.	Значение на дисплее зафиксировано
Переход ко второй площади снова	MEMO HOLD 1242.	Состояние фиксации сохраняется
<HOLD>	MEMO 1242.	Фиксация отменена
Второе измерение второй площади	MEMO 3429.	Отображается счетчик импульсов (1242+2187)
<MEMO>	MEMO 3429.	Значение на дисплее зафиксировано
<AVER>	MEMO 3428.5	Конец измерений. Отображение среднего значения.

11. Измерение большой площади с грузом, находящимся внутри измеряемой площади.

Этот метод используется при измерении больших площадей. Однако это не самый лучший метод измерений. Поэтому рекомендуется разбивать большие площади на части и использовать метод «Среднего значения накопительных измерений» (см.раздел 9) для получения общей площади.



В этом методе измерений важно понять концепцию постоянства базового круга.
Базовый круг возникает, когда трассирующая точка описывает окружность вокруг груза, когда плоскость измерительного колеса проходит через центр опорного груза. В этом случае измерительное колесо не должно вращаться. Величина базового круга, выраженная в количестве импульсов, определяется на заводе и показывается в качестве константы в настроечной таблице каждого инструмента.

При таких измерениях площадь вычисляется следующим образом:

а) Если площадь больше чем базовый круг

В этом случае значение счетчика импульсов изменяется в положительную сторону.

1) Если используется счетчик импульсов.

Площадь = (значение счетчика импульсов + константа)×константа единицы площади
Константа единицы площади рассмотрена в разделе «Как измерять площадь»

2) Если используется режим см^2 или дюйм^2

Площадь = Измеренная площадь + константа × константа единицы площади

В этом случае константа единицы площади =0.1см^2 или 0.0155 дюйм^2

в) Если площадь меньше чем базовый круг

В этом случае значение счетчика импульсов изменяется в отрицательную сторону, т.е от «0» до 956732 и далее на уменьшение. Поэтому рекомендуется установить меньше ли измеряемая площадь чем базовый круг или нет, грубо обойдя площадь и наблюдая изменение счетчика импульсов перед началом измерений.

1) Если используется счетчик импульсов.

Площадь = константа × константа единицы площади – (1000000- количество импульсов) × константа единицы площади

2) Если используется режим см^2 или дюйм^2

Площадь = константа × 0.1см^2 (или 0.0155 дюйм^2) – (1000000 × 0.1см^2(или 0.0155 дюйм^2) – измеренная площадь)

Список литературы.

1. Данже Рене. Съёмка городов и посёлков., М., Государственное техническое издательство, 1928 г.
2. Курс инженерной геодезии, под ред. В.Е. Новака. М., Недра, 1989 г
3. Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е., Рязанцев Г.Е. Инженерная геодезия., М., Картгеоценр-Геодезиздат, 1996 г.
4. «Цифровой планиметр PLACOM KP-82N, руководство пользователя.