

# МЕТОДИ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ПЛОЩИ НА ПЛОСКИ ОБЕКТИ

Аврамов П., Цанов М., Манолов Е., Копаранов Ф.

## Abstract

**Methods for measuring of flat object areas.** Various methods for measuring of flat objects areas are discussed. The methods are compared and evaluated. Mathematical formulas for area computing are given.

### 1. Увод

Задачата за измерване на площта на плоски обекти изглежда на пръв поглед проста. Решаването и обаче се усложнява поради многообразието на произхода на измерваните обекти, които притежават различни физични параметри - геометрични размери, маса, оптична плътност, диелектрична проникваемост и др. Най-често обектите имат неправилна геометрична форма, което допълнително усложнява измерването на тяхната площ. В настоящия доклад са направени анализ и класификация на основните методи за измерване на площи на плоски обекти, с цел определяне на най-общи принципи за избор на метод при проектиране на нови измервателни устройства.

2. Класификация на основните методи за измерване на площи на плоски обекти.

#### 2.1 Директни (преки) методи.

От математическа гледна точка измерването на площта -  $S$  на дадена фигура, се свежда до интеграл от функцията  $F(x)$ , описваща контура на фигурата в даден интервал  $(a,b)$  - фиг. 1. Самата функция  $F(x)$  в общия случай може да бъде алгебрична сума на краен брой функции. В дискретния случай, метода на цифровото интегриране се свежда до определянето на интегрална сума от площите на  $N$  на брой елементарни клетки с площ  $\Delta S$ , на които можем да разделим фигурата. Определянето на площта  $S$  на фигурата, може да бъде извършено и чрез сканиране на нейния контур, т.е. чрез определяне на координатите  $(X_i, Y_i)$  на всяка точка от контура и последващо изчисляване на интегралната сума чрез определяне броя на елементарните клетки -  $N$ , обхванати от контура. Резултата от измерването се формира в изчислително устройство директно в единици за площ.

Тези методи на измерване могат да бъдат наречени директни или преки. При избора на стъпките на дискретизация по координатните

оси X и Y, съответно  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ , определяща е точността на измерване. Най-простият, но най-трудоемък пряк метод за измерване на площи на малки обекти се състои в проектиране на контура на обекта върху милиметрова хартия и сумиране на елементарните единици площ, обхванати от него.

Определянето на контура на измерваните обекти е много по-лесно при обекти с висока оптична плътност. Ето защо при голяма част от измервателните устройства базирани на директните методи определянето на контура на обекта се извършва по оптичен път (Л1,Л3,Л4), при които обектът се поставя между светлинен източник и фоточувствителни елементи.

На фиг.2 е показана блокова схема на измервателно устройство за директно измерване на площта на плоски относително непрозрачни обекти с неправилна геометрична форма. Измерваните обекти се поставят върху прозрачна подвижна рамка. Координатния фотодатчик КФД-Х изработва управляващи сигнали при движението на рамката по направлението на оста X. При всеки сигнал от КФД-Х, координатния фотодатчик КФД-У може да отчита или координатите на точките от контура на обекта или загъмнените от него краен брой елементарни клетки площ. След сканиране на целия обект, в изчислителния блок се формира резултата от измерването. Като правило директните методи са по-бързи и ефективни. Основен критерий за техния избор е зададената точност на измерване, определяща стъпката на дискретизация по координатните оси.

## 2.2 Косвени (индиректни) методи.

Косвени методи могат да бъдат наречени методите, при които се извършват измервания на величини Y, по чиито стойности косвено се съди за площта на измервания обект - S.

$S = p \cdot Y$ , където:

$p = S_0 / Y_0$ ,

$Y_0$  - стойност на Y при обект с известна площ  $S_0$ .

Търсената площ може да бъде определена ръчно от таблици и графики или след изчисления по избран алгоритъм от изчислително устройство (Л.2,Л.5).

На фиг.3 е показан принципа на действие на устройство за измерване на площи на плоски обекти с различна диелектрична проницаемост. Измервания обект се поставя между плочите на кондензатор в качеството на диелектрик на кондензатора, като се правят две измервания при затворен и отворен ключ К. След измерване на съответните капацитети, площта на измервания обект се определя по посочената формула където:

- C1 - капацитет на кондензатора 1-2 с площ S1 с измервания обект
- C10 - капацитет на кондензатора 1-2 без измервания обект
- C2 - капацитет на кондензатора 1-3 с площ S2 с измервания обект.

Косвено измерване на площта на плоски, относително непрозрачни обекти чрез измерване на светлинен поток е показано на фиг 4. При този метод се извършват отново две последователни измервания, като обекта се проектира директно или през оптична система върху фоточувствителен елемент, който изработва сигнал пропорционален на съответния светлинен поток:

Ф1 - светлинен поток без измервания обект

Ф2 - светлинен поток с измервания обект

S1 - известна площ съответстваща на светлинния поток Ф1.

Ако в блоковата схема бъде добавена оптична система, формулата се коригира с коефициента на пропорционалност на оптичната система.

Измерването на площта по косвен път може да бъде много точно, но е свързано с предварителна настройка и еталониране на измервателните устройства при измерване площта на всеки нов обект. Това затруднява и значително забавя измерванията.

### 3. Принцип за стационарност.

Една от най-важните и обобщени характеристики на обектите е мобилност им относно мястото на измерване т.е. дали могат да бъдат пренесени до измервателното устройство или измерването трябва да се извърши в естествената среда на обекта. От тази гледна точка както измерваните обекти, така и измервателните устройства могат да бъдат класифицирани като стационарни и нестационарни.

Например измерването на площта на листа от растение на самото стъбло се извършва с подвижни измервателни устройства, които имат обикновено ограничени възможности на сканиращата система, фиксирано захранване, увеличено време за измерване и др. При възможност листата да бъдат откъснати, те биха могли да бъдат изследвани лабораторно в измервателни устройства с по-добри технически параметри, които се базират на съвсем друг метод на измерване. Следователно именно мобилността на обекта е определяща при избора на метод на измерване.

Понякога обектите могат да бъдат разделяни на части, при измерване на тяхната площ. Това се налага при извършване на по-точни измервания,

при обекти с големи геометрични размери или при ограничени габаритни възможности на измервателното устройство.

Методите на измерване на площи на плоски обекти също най-общо могат да бъдат класифицирани като стационарни и нестационарни. При стационарните, измервания обект е в покой спрямо всички части на измервателното устройство. Когато обекта е в относително движение спрямо някоя част на измервателното устройство или обратно, измерването е нестационарно. Като правило директните методи в по-голямата си част са нестационарни, поради необходимостта от движение при сканиране контура на измервания обект.

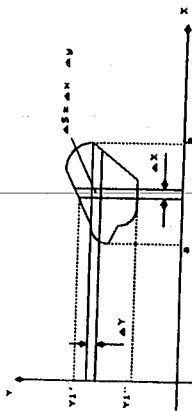
#### 4. Заключение

Анализът на методите за измерване на площи на плоски обекти показва, че при избора на метод на измерване, всеки конструктор на нова апаратура задължително трябва да разполага освен с точен модел или описание на измервания обект, така и с пълен набор от технически и икономически изисквания към проектираното устройство. При това, често се налага да се даде приоритет на някой или да пренебрегнат други параметри или изисквания, с цел определяне на най-важните, характеристично определящи обектите и измервателните устройства. Могат да бъдат направени и следните принципни изводи при избора на метод за измерване на площи на плоски обекти:

- създаването на универсални измервателни устройства на базата на универсален измервателен метод е нецелесъобразно
- при избора на метод на измерване определящ е принципа за стационарност
- при достатъчна оптична плътност на измерваните обекти е препоръчително приложението на директни нестационарни оптични методи.

#### 5. Литература

1. Вълков Ст., Аврамов П., Манолов Е., Цанов М. - Уред за измерване на площта на плоски предмети. Сборник научни доклади и съобщения - САИТНИ'90, Албена, 1990, стр.119-123.
2. Бобев К. - Оптичен уред за измерване площта на лист от растение. Авт.свид., България, No 21779
3. Methods and apparatus for measuring area. US Patent No 3,782,833.
4. Area measuring apparatus. UK Patent application GB No 2 123-143A.
5. Способ измерения площади деталей произвольной формы. Авт. свид. Россия, УДК 531.717.

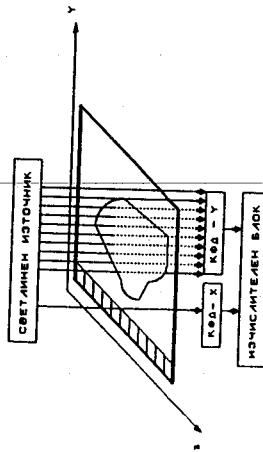


$$S = \int_a^b F(x) dx$$

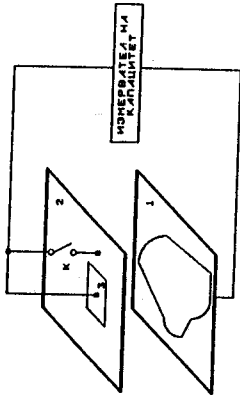
$$S = \Delta S \cdot N = \Delta x \cdot \Delta y \cdot \sum_{i=1}^m m_i$$

$$n = \text{Int} \left( \frac{b-a}{\Delta x} \right) \quad m_i = \text{Int} (y_i - y_{i-1})$$

ФИГ. 1

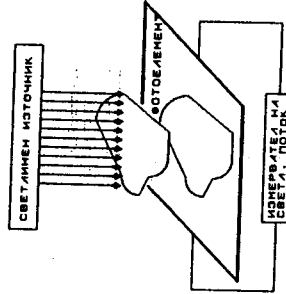


ФИГ. 2



$$S = \frac{C_1 - C_1 0}{C_2 - C_1 0} \frac{S_1}{S_2} \frac{S_1}{S_2}$$

ФИГ. 3



$$S = \left( 1 - \frac{\Phi_1}{\Phi_2} \right) S_1$$

ФИГ. 4