

А.Н. Шадрин, Г.И. Ильин

УВЕЛИЧЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ РАБОТЫ РАСТРОВОГО АНАЛИЗАТОРА

Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, г. Казань

Поступила в редакцию 15.06.98 г.

Принята к печати 5.02.99 г.

Предлагается оригинальный растровый анализатор экранирующего типа с широтно-импульсной модуляцией, позволяющий определять координаты объекта за один импульс. Приведены пример расчета его геометрической формы от требуемой временной характеристики и вариант растра при условии высоких требований к точности измерения.

Широкий класс современных лидарных систем содержит растровые анализаторы определения координат объектов. При этом актуальной является задача повышения быстродействия работы угломерного канала этих систем.

Среди растровых анализаторов (растров) наиболее распространены растры с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Их достоинства заключаются в простоте алгоритма обработки электрического сигнала, снимаемого с фотоприемника. В настоящее время для ШИМ применяются концентрические однокоординатные и двухкоординатные растры [1]. Первые наиболее просты, но требуют применения второго канала – для получения информации о второй координате цели. Двухкоординатные растры влекут за собой применение разделительных устройств, синхронно вращающихся с основным растром. Кроме того, всем концентрическим растровым анализаторам присуща зона нечувствительности в центре и сложность их юстировки в оптической системе.

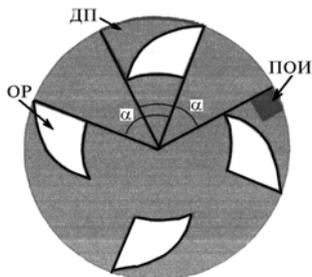


Рис. 1. Двухкоординатный экранирующий растр: ДП – диаграмма приемника; ОР – отверстие растра; ПОИ – приемник опорных импульсов

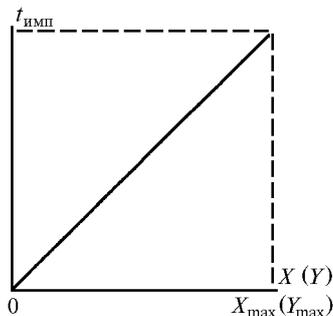


Рис. 2

Для устранения вышеперечисленных недостатков авторами предлагается двухкоординатный эксцентрический экранирующий растр (его центр разнесен с оптической осью системы, рис. 1). Новизна его состоит в применении принципа кодирования информации концентрических растров в эксцентрические и в совмещении этого принципа с кодировкой по опорным импульсам.

Данный анализатор имеет неограниченную *зону линейности*, т.е. параметры модуляции (длительности импульсов) связаны *определенной* зависимостью с координатами визирования во всем поле растра (рис. 2).

Интервал времени между опорным импульсом и передним фронтом импульса от изображения цели пропорционален координате X цели, а длительность импульса τ является мерой отклонения изображений цели по координате Y (рис. 3).

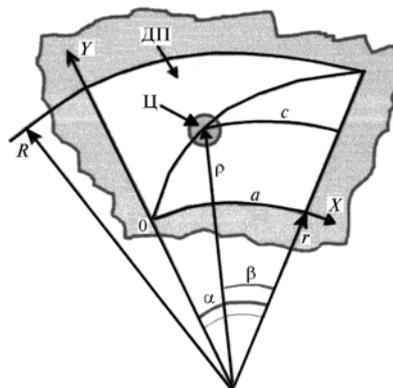


Рис. 3. Схема работы анализатора: ДП – диафрагма приемника; Ц – изображение цели; R – внешний радиус растра; r – внутренний радиус растра; c – длина дуги, которую прочерчивает растр по изображению цели, находящейся на произвольном расстоянии ρ от центра растра

Профиль фигурного выреза растра может обеспечить различную зависимость длительности импульса от величины угла отклонения β радиуса-вектора ρ от переднего выреза растра (см. рис. 3).

Для обеспечения линейной зависимости τ от координаты Y необходимо условие

$$\tau = \text{const } \rho. \tag{1}$$

При смещении цели к внешнему краю растра (увеличиваются Y и ρ) длительность импульса τ уменьшается за счет уменьшения длины дуги c в прозрачной части растра (см. рис. 3):

$$\tau = c/V = c/(2\pi r f), \quad (2)$$

где V – скорость движения произвольной точки растра на расстоянии ρ от центра; f – частота вращения растра.

Длина дуги

$$c = \rho\beta, \quad (3)$$

где β – угол сектора, рад. Подставляя (3) в (2), получим

$$\tau = \beta/(2\pi f). \quad (4)$$

Отсюда следует, что для выполнения условия линейности (1) требуется сделать фигурный вырез так, чтобы угол поворота растра β линейно зависел от радиуса-вектора ρ (см. рис. 3):

$$\beta = \text{const } \rho. \quad (5)$$

Эта зависимость есть прямая линия. Определим ее с помощью рис. 4.

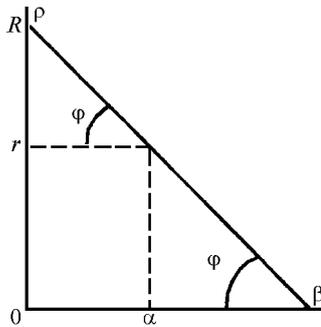


Рис. 4

С увеличением β линейно уменьшается ρ . У прямой есть две характерные точки $(0; R)$ и $(\alpha; r)$, которые позволяют представить ее в виде

$$\rho = R - \beta \text{tg}(\varphi) = R - \beta (R - r)/\alpha. \quad (6)$$

По выражению (6) вычерчивается фигурный профиль растра. Выразим из (6) β :

$$\beta = \alpha (R - \rho)/(R - r). \quad (7)$$

Перейдем к системе координат XOY : $\rho = r + Y$, следовательно

$$\beta = \alpha (R - r - Y)/(R - r). \quad (8)$$

Подставим (8) во временную характеристику растра (4):

$$\tau = \alpha (R - r - Y)/[2\pi f (R - r)]. \quad (9)$$

График временной характеристики растра линеен (рис. 5).

Приведенные характеристики получены для системы координат XOY , отличающейся от прямоугольной. Это отличие уменьшается при увеличении диаметра диска рас-

тра и уменьшении размера поля зрения. При жестких требованиях к точности избежать этого можно двумя путями:

1) вводить коррекцию в цифровом виде в конечный результат вычислений координат,

2) применять анализатор со скрещивающимися осями; в этом случае несколько усложнится изготовление растра (рис. 6).

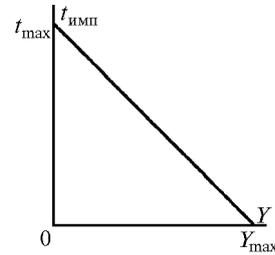


Рис. 5

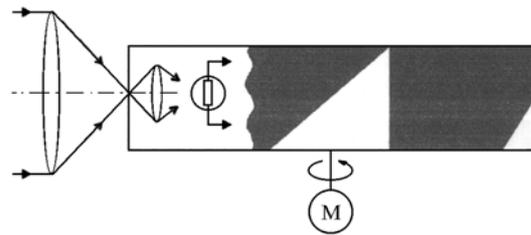


Рис. 6

Данный растровый анализатор позволяет получать информацию о цели по первому измерительному импульсу, так как информация о цели (координаты X и Y) заключена в каждом импульсе. Это в ряде случаев позволяет увеличить быстродействие системы по сравнению с аналогичными системами, где определение координат происходит в установившемся процессе при модуляции растра. После количественной оценки увеличения быстродействия предложенного растра было установлено, что минимальное время присутствия импульса для устойчивой работы растра составляет 20 мкс, что в 8–10 раз (число вырезов в растре) меньше, чем в системе, определяющей координаты в установившемся режиме. Данный результат получен экспериментально на действующей установке по определению координат. Были использованы полупроводниковый лазер и полупроводниковый фоторезистор марки ЦЛ70339И.

Погрешность измерения с помощью предложенного растрового анализатора составляет менее 0,5 углового размера цели и определяется структурой и схемным решением электронной части анализатора углового положения цели. В работе [2] приведены оценки временного положения импульса в зависимости от способа реализации электрической части системы. С помощью оптимальных решений, предложенных в данной статье, погрешность измерения угловых координат можно свести до 0,05 углового размера цели.

1. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. Л.: Машиностроение, 1983. 696 с.
2. Митяшев Б.Н. Определение временного положения импульсов при наличии помех. М.: Советское радио, 1962. 296 с.

A.N. Shadrin, G.I. Il'in. Increase of Operation Speed of Raster Analyzer.

An original raster analyzer of screening type with pulse-width modulation allowing a finding of an object coordinates for one pulses is offered. An example of calculation of its geometrical form depending on the required time characteristics and a variant of the raster, fitting high requirements to the measurement accuracy, are presented.