

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

К. А. ГУЛГАЗАРЯН

ОПТИЧЕСКИЙ КООРДИНАТОР ЦЕЛИ

Оптической линзовой системой приходящее от цели излучение делится на четыре части, каждая из которых фокусируется на различные области фотокатода ФЭУ-86 так, чтобы в нормальном положении половина каждого из световых потоков падала на увеличивающийся экран. Формирование сигнала рассогласования осуществляется модуляцией токов ФЭУ внешними боковыми электродами. Экспериментально доказано, что данное устройство не уступает известному квадрантному ФЭУ.

Оптические координаторы цели предназначены для определения направления на цель. Обычно они строятся на базе промышленных ФЭУ с использованием вращающихся дисков [1] или на базе специальных координатно-чувствительных приемников излучения, например, ФЭУ [2, 3]. Несмотря на известные преимущества второго метода, он почти не нашел практического применения из-за отсутствия таких фотоумножителей. В статье рассматривается координатор цели, созданный на базе промышленного фотоумножителя типа ФЭУ-86 без использования вращающихся элементов и сложных светоделительных устройств.

На рис. 1 представлена схема оптической части устройства. Приходящее от цели излучение линзами 1 и 2 превращается в параллельный

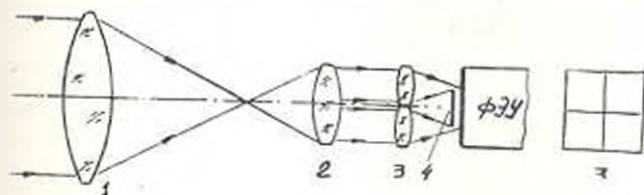


Рис. 1 Схема оптической части координатора цели:  
 1; 2—линзы; 3—оптический растр; 4—экран

пучок. Далее, оптическим растром 3, состоящим из четырех линзовых ячеек квадратной формы, поток делится на четыре части, каждая из которых фокусируется на различные области фотокатода ФЭУ.

В фокальной плоскости установлен экран 4 таким образом, что в нормальном положении, когда ось системы направлена на цель, половина каждого из световых потоков (световых пятен)  $F_1, F_2, F_3, F_4$  падает на экран. При равномерной зонной характеристике ФЭУ анодные токи  $I_{a1}, I_{a2}, I_{a3}, I_{a4}$ , обусловленные этими потоками, равны между собой. Очевидно, что при смещении цели от нормального положения соотношение между выходными токами изменяется.

Сравнение выходных токов осуществляется путем управления током ФЭУ внешними боковыми электродами [4]. Для малогабаритного ФЭУ-86 это возможно, т. к. его полупрозрачная манжета имеет большое сопротивление. Отметим, что подача высокочастотного напряжения на внешние боковые электроды приводит к периодической расфокусировке фотоэлектронного пучка и, тем самым, к значительному уменьшению анодного тока ФЭУ.

На рис. 2 представлена схема приемной части устройства. К торцевой поверхности ФЭУ прикладывается внешний электрод 1, который

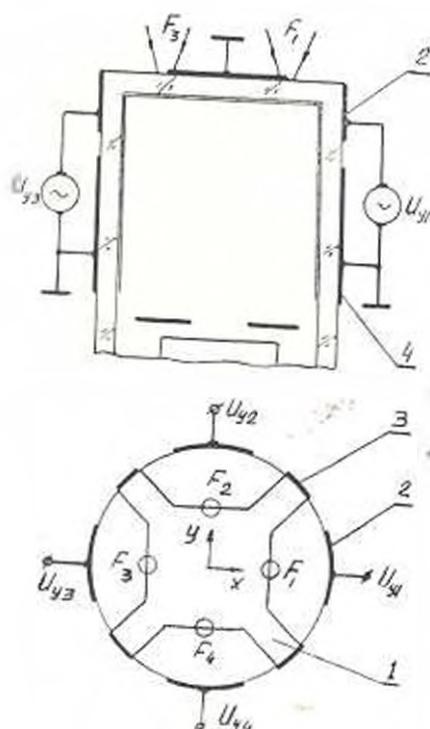


Рис. 2. Схема приемной части координатора пчм  
1—внешний торцевой электрод, экран; 2; 3—внешние боковые электроды; 4—цилиндр

может выполнять также функцию ограничивающего световые потоки экрана. Модулирующие электроды 2 приложены к колбе ФЭУ с боковых сторон. Между ними установлены другие боковые электроды 3, которые соединены с внешним электродом 1 и цилиндром 4. Такая конструкция должна обеспечить глубокую модуляцию токов и развязку модулирующих полей, т. е. чтобы каждый из анодных токов  $I_{a1}, I_{a2}, I_{a3}, I_{a4}$  модулировался только тем сигналом, который подается на соответствующий внешний боковой электрод. Выбор формы и размеров электродов осуществляется экспериментально. При этом следует учесть, что чем дальше друг от друга находятся световые пятна, тем большие глубины модуляции токов и меньше взаимное влияние модулирующих полей на

соседние фотоэлектронные потоки. Однако в периферийных областях фотокатода чувствительность меньше.

Формирование сигнала рассогласования для  $X$  координаты осуществляется световыми пятнами  $F_1, F_3$  и модулирующими напряжениями  $U_{y1}, U_{y2}$ , а для  $Y$  координаты — пятнами  $F_2, F_4$  и напряжениями  $U_{y2}, U_{y1}$ . Формирование сигнала рассогласования может быть осуществлено различными схемотехническими способами, например, путем питания внешних боковых электродов высокочастотными импульсами, промодулированными низкочастотными импульсами. Эти напряжения периодически уменьшают средние значения анодных токов и поэтому они оказываются модулированными низкочастотными импульсами. Если высокочастотные напряжения  $U_{y1}$  и  $U_{y2}$  модулированы противофазно одной и той же частотой, то выходной сигнал для  $X$  координаты имеет нулевую фазу при  $I_{a1} > I_{a2}$  и меняется на  $180^\circ$  при обратном соотношении.

Если необходимо получить плавную зависимость между фазой выходного сигнала и координатой светового пятна, то разность фаз  $U_{y1}$  и  $U_{y2}$  по модулирующим сигналам должна быть  $90^\circ$ . Напряжения  $U_{y2}$  и  $U_{y1}$  модулированы другой частотой, что позволяет на выходе ФЭУ выделить сигналы рассогласования для двух координат.

Характеристики приемника излучения, схема которого представлена на рис. 2, когда сторона внешнего торцевого электрода равна 9 мм, а частота модуляции 1–10 МГц, представлены на рис. 3.

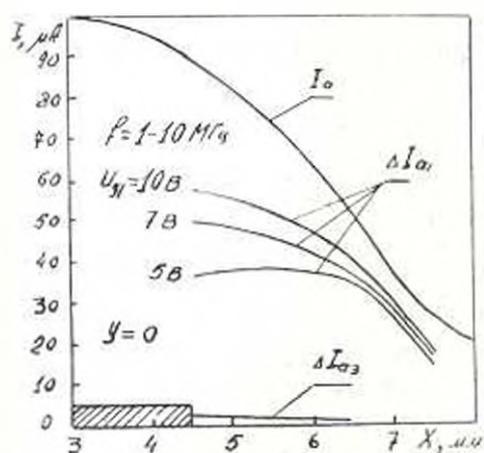


Рис. 3. Характеристики приемника излучения

Максимальная величина уменьшения анодного тока  $\Delta I_{a1}$  при  $U_{y1} = 10B$ ,  $U_{y2} = U_{y3} = U_{y4} = 0$  составляет 58% от максимального значения анодного тока  $I_a$ , что соответствует расположению светового пятна в центральной области фотокатода. При этом анодный ток  $I_{a1}$  уменьшается на  $\sim 1\%$ , а токи  $I_{a2}$  и  $I_{a4}$  на 2–3%. При одновре-

менном воздействии напряжений  $U_{y1}$ ,  $U_{y2}$ ,  $U_{y3}$  ток  $I_{a2}$  уменьшается на 2—4%. Такая глубина модуляции тока и слабое влияние модулирующих полей на соседние токи можно считать удовлетворительной.

В первом приближении можно считать, что в данном устройстве используется только четвертая часть светового потока, причем его половина теряется при ограничении потоков, а четверть — при модуляции.

В известном квадрантном ФЭУ также используется 25% потока, т. е. в каждый момент времени в умножительную систему поступает ток только от одного квадранта. В квадрантном ФЭУ величина мертвой зоны составляет 50—75 мкм и обусловлена расстоянием между квадрантами. Величина мертвой зоны предлагаемого устройства может быть значительно меньше 50—75 мкм, его основным преимуществом является то, что оно построено на ФЭУ, выпускаемом промышленностью.

Сложность экспериментального выбора формы и размеров внешних электродов, некоторые затруднения юстировки оптической системы, неоднородность влияния модулирующих сигналов на выходные токи и зависимость этого влияния от величин питающих и модулирующих напряжений снижают эффективность устройства. Однако при малых диаметрах световых пятен и стабилизированных напряжениях влияние этих факторов может быть значительно ослаблено.

ЕрИИ им. К. Маркса

Получено 19.VI 1973.

Գ. Ա. ԳՈՒԼԳԱԶԱՐՅԱՆ

### ՆՇԱՆԱԿՆԵՏԻ ՓՊՏԻԿԱԿԱՆ ԿՈՈՐԴԻՆԱՏՈՐ

Ա մ փ ո փ ո ս մ

Այս սարքի նպատակն է սրուել որևէ լույս արձակող նշանակեալի ուղղութիւնը: Ուղեւայակալին սխտեմով նշանակեալից եկող լույսը համարվում է բաժանվում է չորս մասի, որոնցից ամեն մեկը ուղարկվում է ֆոտոազմապատկիչի ֆոտոկատոդի տարրեր մասերի վրա: Ֆոկուսային հարթութեան մեջ տեղադրված է անթափանց էկրան, այնպես՝ որ նշանակեալի նորմալ դիրքում լուսային հոսքերից յուրաքանչյուրի կեսը ընկնում է էկրանի վրա: Ֆոտոկատոդից առաջացած հոսանքները մոդուլացվում են արտաքին էլեկտրոդներով, որի հետևանքով ֆոտոազմապատկիչի ելքում առաջ է գալիս մի ազդանշան, որում կա ինֆորմացիա նշանակեալի դիրքի մասին:

### ЛИТЕРАТУРА

1. Криксунов Л. З., Усольцев И. Ф. Инфракрасные системы. М., «Сов. радио», 1968.
2. Электроника. Экспресс-информация, 1961, № 36.
3. Гулгазарян К. А. Координатно-чувствительные ФЭУ, ИТЭ, 1973, № 3.
4. Гулгазарян К. А. Модуляция тока ФЭУ внешними полями электродами. ОМН, 1974, № 4.