

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

К. А. ГУЛГАЗАРЯН

ЖАЛЮЗИЙНЫЙ ФОТОУМНОЖИТЕЛЬ С УПРАВЛЯЮЩЕЙ СЕТКОЙ

Среди фотоумножителей (ф. э. у.), выпускаемых промышленностью, специальный электрод для управления фототоком имеют только фотоумножители с жалюзиными динодами. Этот электрод—модулятор—обычно имеет форму, близкую к цилиндрической, и находится между фотокатодом и умножительной системой. Управляющее напряжение подается на электроды модулятор—фотокатод. Для полного управления фототоком необходимы большие напряжения (десятки вольт), что является недостатком этих устройств.

В [1] описываются фотоумножители, где фототок можно управлять малыми напряжениями ( $\sim 1\theta$ ). От обычных фотоумножителей они отличаются тем, что и катодной камере имеются два дополнительных электрода—ускоряющий и отсекающий. Присутствие этих электродов несколько затрудняет изготовление прибора.

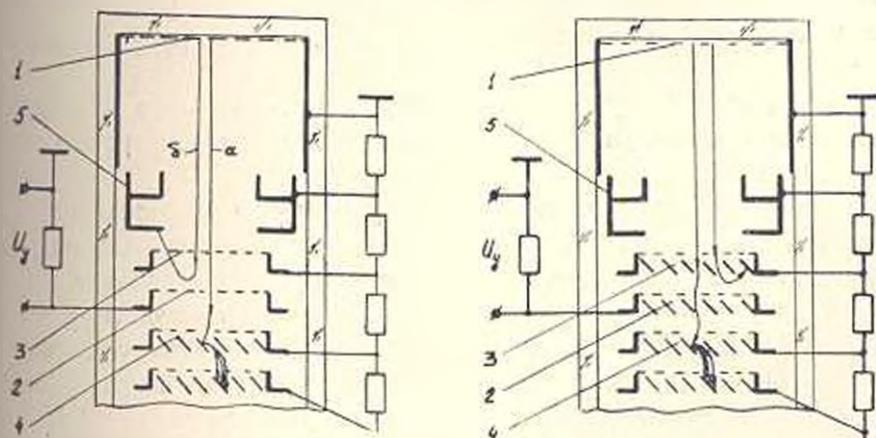


Рис. 1. Схема устройства жалюзийного ф. э. у. с управляющей сеткой.

- 1 — полупрозрачный фотокатод;
- 2 — управляющая сетка; 3 — ускоряющая сетка;
- 4 — первый динод; 5 — модулятор.

Рис. 2. Схема обычного жалюзийного ф. э. у.

- 1 — полупрозрачный фотокатод;
- 2 — второй динод; 3 — первый динод;
- 4 — третий динод; 5 — модулятор.

В данной заметке рассматривается фотоумножитель с управляющей сеткой, изготовление которого предельно упрощается. Оно сводится к тому, что при монтаже динодов на первые два «динода» жалюзы не крепятся, после чего они приобретают вид сеток, как это показано на рис. 1.

Принцип действия фотоумножителя, схема которого представлена на рис. 1, не отличается от принципа действия прибора, описанного в [1]. Процесс управления фототоком качественно объясняется следующим образом. Пусть электроны из полупрозрачного фотокатода 1 (рис. 1) вылетают с нулевой начальной скоростью, а управляющая сетка 2 электрически не прозрачна. В области между электродами фотокатод-ускоряющая сетка 3 электроны ускоряются, приобретая энергию  $eU_0$ , где  $U_0$  — разность потенциалов между электродами 1 и 3. С такой энергией они входят в область между сетками 3 и 2, где поле тормозящее. Электроны могут преодолеть это тормозящее поле и пройти через управляющую сетку 2, если ее потенциал будет чуть выше потенциала фотокатода. Действительно, при этом разность потенциалов между сетками 2 и 3 равна  $U_0 - U_2$ . Поэтому при торможении в этой области электроны теряют меньшую энергию  $e(U_0 - U_2)$ , чем приобрели при ускорении и, следовательно, энергия на поверхности управляющей сетки будет  $eU_0 - e(U_0 - U_2) = eU_2$ . Под действием этой небольшой энергии (небольшой скорости электронов) электроны пролетают через сетку 2, попадают под действие ускоряющего поля первого динода 4 и, соударяясь с ним, вызывают вторичную эмиссию. Далее вторичные электроны умножаются умножительной системой. Траектория движения такого электрона на рис. 1 показана кривой *a*.

При подаче на управляющий электрод отрицательного потенциала относительно фотокатода, электроны, не долетая до управляющего электрода, возвращаются обратно (кривая *b*).

В реальных условиях для полного управления фототоком необходимо некоторое небольшое напряжение из-за наличия начальных скоростей электронов и полей, проникающих через управляющую сетку. Для уменьшения последнего можно, например, управляющую сетку 2 выполнить в виде двух соединенных между собой сеток, установленных параллельно на некотором расстоянии друг от друга. Тогда величину управляющего напряжения можно уменьшить до  $\sim 1$  в.

Другим преимуществом прибора является широкий диапазон модулирующих частот. Верхняя частота этого диапазона обусловлена паразитными индуктивностями выводов сеток 2 и 3, паразитными емкостями этих электродов, а также временем пролета  $t$  между сетками 2 и 3 [1]. Если это расстояние равно 3 мм, что имеет место во многих типах жалюзийных ф. э. у., а напряжение между сетками 2 и 3 равно 100 в, то в соответствии с [1] верхняя граничная частота  $f_{0,1} = 0,56/t$  будет 560 МГц.

Весьма важным обстоятельством является то, что для фокусировки и ускорения фотоэлектронного пучка не следует конструировать новую систему для каждого конкретного типа жалюзийного ф. э. у., обычно отличающегося формой модуляторов. Они осуществляются теми же электродами (3 и 5), что и в случае до изменения конструкции.

Основные положения этой заметки были проверены на стандартном жалюзийном ф. э. у. (рис. 2). Роль ускоряющей сетки выполнял первый диод 3, а управляющей сетки—второй диод 2. Дело в том, что  $\sim 10\%$  электронов фотокатода пролетают мимо жалюз первого диода. Именно эти электроны управляются вторым диодом, на который подается управляющий потенциал. Если, например, его потенциал будет чуть выше потенциала фотокатода 1, то, аналогично вышесказанному, фотоэлектроны пролетают через сетку второго диода и попадают под действие ускоряющего поля третьего диода 4. Вследствие этого электроны, минуя жалюзы второго диода, движутся к третьему и, соударяясь с ним, вызывают вторичную эмиссию.

Эксперименты на ФЭУ-84 показали, что верхняя граничная частота управления фототоком обусловлена паразитными резонансными свойствами выводов ф. э. у. и составляет  $\sim 200$  Мгц. Напряжения отпирания и запираания ф. э. у. составляют 2—3 в.

ЕрШ им. К. Маркса

Получено 8 II 1974

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гузалиян К. А. Сверхвысокочастотные фотоумножители со скоростной модуляцией электронного потока. «Изв. АН АрмССР (серия Т. II)», № 3, 1973.