

М. А. МАРТИРОСЯН, А. Я. БЕЙЛИН, Л. М. КАРАМЯН, В. П. ЛУКЬЯНОВ,
Н. К. ДАЛИНЕНКО

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФОТОМЕТРИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИССЕКТОРА

Как известно, электрофотометрический метод наблюдения небесных светил является наиболее точным. Обычно в качестве светоприемника используются фотоумножители (ФЭУ).

Широкому использованию ФЭУ в астрономической практике способствовала простота и доступность ФЭУ для широкого круга исследований, кроме того они обладают сравнительно высокой пороговой чувствительностью и высоким коэффициентом усиления фототока.

Однако ФЭУ обладают и рядом недостатков: диаметр фотокатода ФЭУ по конструктивным соображениям не может быть сделан меньше 3–5 мм, что приводит, как правило, к значительной доле термоэмиссии с фотокатода в темновом токе прибора; это же обстоятельство делает ФЭУ чувствительным к фоновым засветкам. Если последний недостаток может быть исправлен с помощью специальных диафрагм, то первый недостаток неустраним.

В последнее время за рубежом ФЭУ в астрономических измерениях вытесняются электронно-лучевыми трубками мгновенного действия (диссекторами) [1, 2].

Для астрономических целей могут быть использованы диссекторы с вырезающим отверстием 0.3–1.0 мм. Использование таких маленьких вырезающих отверстий значительно уменьшает долю термоэмиссии в темновом токе и значительно уменьшает влияние фоновых засветок на параметры прибора. Благодаря конструктивным особенностям в диссекторах практически отсутствуют оптические и ионные обратные связи, что делает ненужным специальный отбор приборов для применения в астрономии, как это имеет место в случае использования ФЭУ.

Для доказательства приведенных преимуществ диссекторов обратимся к формуле для расчета пороговой чувствительности ФЭУ и диссекторов, выведенную авторами по аналогии с [3] для режима счета отдельных фотоэлектронов, для случая отсутствия фона неба:

$$F_n = \frac{e}{S_{phk} \cdot Q} \cdot \frac{1 + \sqrt{1 + 8N_{тем} \cdot t}}{2 \cdot t}$$

где F_n — пороговая чувствительность (лм), S_{phk} — интегральная чувствительность фотокатода (А/лм), Q — эффективность счета отдельных фотоэлектронов (%), e — заряд электрона (кул.), t — время регистрации (сек).

Сравним пороговую чувствительность ФЭУ и диссекторов для следующих условий:

тип фотокатода — многощелочной, $S_{phk} = 160$ мкА/лм;

плотность термоэмиссии фотокаатода $j=10^3$ электронов/см² сек;
 $Q=0.7$; $t=1$ сек, $S=10^{-5} \div 10$ см²,

где S —площадь фотокаатода ФЭУ или эффективная площадь фотокаатода диссектора (см²).

Результаты расчета приведены на рис. 1.

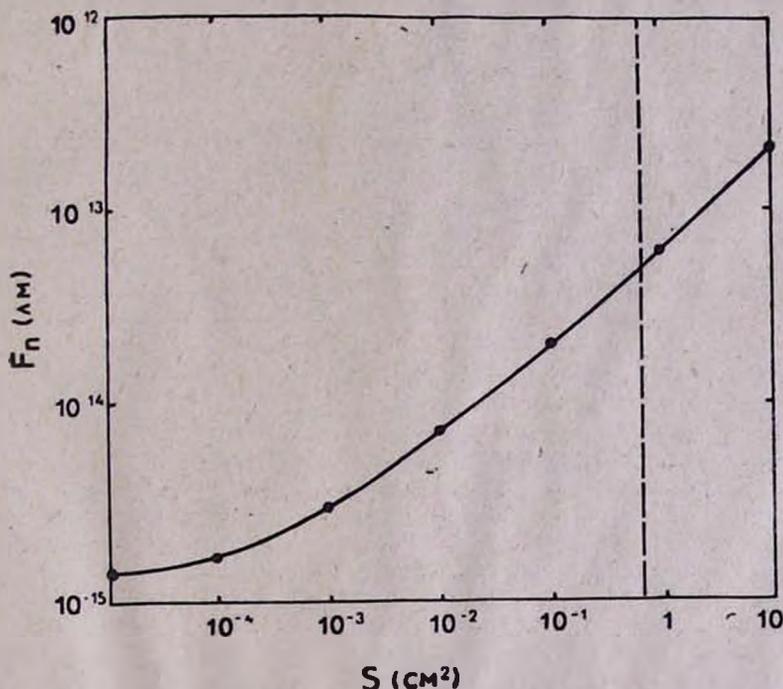


Рис. 1. Зависимость пороговой чувствительности от эффективной площади фотокаатода: слева от пунктира—для диссекторов, справа—для ФЭУ.

Площадь фотокаатода существующих ФЭУ превышает $7 \cdot 10^{-2}$ см², т. е. для ФЭУ характерна кривая справа от пунктирной линии, для диссекторов—слева. Таким образом, пороговая чувствительность ФЭУ ограничена величиной $5 \cdot 10^{-14}$ лм, в то время как для диссекторов достижима величина $1.5 \cdot 10^{-15}$ лм.

Помимо перечисленных выше достоинств диссекторов перед ФЭУ, следует отметить, что наличие у диссекторов отклоняющей системы позволяет производить сканирование звездного неба электрическим путем, без изменения положения телескопа.

С целью определения возможности использования диссектора типа ЛИ 610 для электрофотометрии звезд в режиме счета фотонов была создана система, представленная на рис. 2. Оптическая головка 2 одноканального электрофотометра со сменными стандартными фильтрами цветовой системы «UBV» крепилась к телескопу АЗТ-14 с диаметром зеркала 500 мм и светосилой 1/16. С помощью специальных приспособлений диссектор ЛИ 610 вместе с фокусирующей и отклоняющими катушками устанавливался на торце оптической головки.

Сигнал с выхода диссектора проходил через измерительный блок, состоящий из усилителя БУИ2-2еМ, дискриминатора БСА2-2еМ, блоков питания и регистрировался частотомером ЧЗ-36. Блок 4 служил

для фокусировки диссектора и возможности сканирования звездного неба электрическим путем.

Испытания проводились по следующей методике:

1. Наблюдались стандартные звезды 7—12-звездной величины из скоплений NGC—6882/5.
2. Использовался стандартный фильтр (УФС-6+СЗС-21), вырезающий из спектра звезды полосу шириной ~ 100 нм.

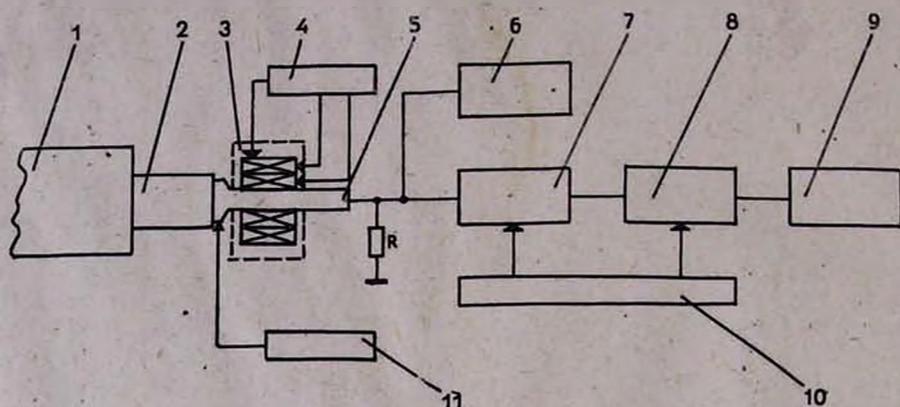


Рис. 2. Схематичное изображение системы для счета фотонов на базе диссектора. 1—телескоп АЗТ-14, 2—оптическая головка одноканального электрофотометра, 3—фокусирующая и отклоняющие катушки диссектора, 4—блок управления токов отклоняющей и фокусирующей систем, 5—диссектор ЛИ-610, 6—осциллограф С1-18, 7—усилитель БУИ2-2еМ, 8—дискриминатор БСА2-2еМ, 9—частотомер ЧЗ-36, 10, 11—блоки питания установки.

3. Настройка диссектора проводилась по яркой звезде (1^m — 2^m). При этом форма импульса регистрировалась осциллографом С1-18 при синусоидальной развертке (см. рис. 2). Путем регулировки фокуса телескопа добивались наименьших фронтов импульсов.

Следует отметить, что установка изображения звезды в вырезающее отверстие звезды производилась как электрическим способом, так и механическим перемещением блока или телескопа в целом. При электрическом способе на строчные и кадровые катушки отклоняющей системы через соответствующие потенциометры подавалось постоянное напряжение, с тем, чтобы получить максимум показаний частотомера путем вращения потенциометров. Применение строчной и кадровой развертки позволяло измерять фон неба без перемещения телескопа.

Наблюдения проводились в Бюраканской астрофизической обсерватории АН Арм. ССР 24—28 октября 1977 г. в 21—24 часа по местному времени.

Применяя ту же измерительную аппаратуру, были проведены аналогичные измерения с помощью ФЭУ типа ЕМ1 9502А. Соответствующие объекты и данные измерений приведены в табл. 1 и 2.

Для подтверждения полученных измерений в режиме счета фотонов с помощью диссектора ЛИ 610 и ФЭУ ЕМ1 были проведены аналогичные измерения в аналоговом режиме с помощью электрометрического усилителя VI-7 и самопишущего прибора КСП-4.

На основании проведенных испытаний можно констатировать:

1. Измерительный канал с диссектором не уступает по чувстви-

Таблица 1

Данные измерений с ФЭУ ЕМІ

Звездная величина	$N_c + N_{\phi} + N_T$	$N_{\phi} + N_T$	N_T	σ_{NT}
7 ^m	11500	200	40	0.35
9 ^m 5	1450	200	40	0.31
10 ^m 6	670	210	35	0.40
12 ^m	350	220	30	0.38

Таблица 2

Данные измерений с диссектором ЛИ 610

Звездная величина	$N_c + N_{\phi} + N_T$	$N_{\phi} + N_T$	N_T	σ_{NT}
7 ^m	11200	200	15	0.58
9 ^m 5	1400	240	15	0.50
10 ^m 6	660	240	7	0.55
12 ^m	360	225	10	0.59

Обозначения: N_c —скорость счета сигнальных импульсов (имп/сек), N_{ϕ} —скорость счета импульсов от фона неба (имп/сек), N_T —скорость счета темновых импульсов (имп/сек), σ_{NT} —среднеквадратичное отклонение скорости счета темновых импульсов.

тельности (в данных условиях измерения) электрофотометру с отобраным ФЭУ фирмы ЕМІ.

2. Пороговая звездная величина не была достигнута обоими методами из-за плохих условий наблюдения (полнолуние). Однако, как видно из табл. 1 и 2, на данном телескопе можно будет наблюдать с помощью указанной аппаратуры звезды до 15-звездной величины.

3. Из-за малых размеров вырезающего отверстия диссектора (0.4×0.4 мм) трудно удерживать звезду длительное время. Для использования диссектора в телескопах типа АЗТ-14 необходимо, по-видимому, увеличить размер вырезающего отверстия до 0,5÷0,6 мм.

Результаты полученных экспериментальных исследований фотометра на базе диссектора в режиме счета фотонов показали перспективность использования диссектора не только в звездной электрофотометрии, но и в ряде астрофизических задач.

Авторы выражают благодарность Г. В. Абрамяну за помощь при проведении эксперимента.

5 сентября 1978 г.

Մ. Ա. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Ա. Յ. ԲԵՅԼԻՆ, Լ. Մ. ՔԱՐԱՄՅԱՆ, Վ. Պ. ԼՈՒԿՏԱՆՈՎ,
Ն. Կ. ԴԱԼԻՆԵԿԻՆ

ԷԼԵԿՏՐԱԿՈՆՍՏՐԱԿՏԱՆԻ ԴԻՍԵԿՏՈՐՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅԱՄԲ

Ա մ փ ո փ ո մ

Դիտարկվում է ֆոտոնների համրման ռեժիմով աստղերի էլեկտրալուսաշափուկյան սիստեմ ЛИ 610 տիպի դիսեկտորի կիրառմամբ: Նկարագրվում

են սխտեմի կառուցվածքը, նրա աշխատանքի սկզբունքը փորձարկումների մեթոդը և դիտումներից ստացված արդյունքները: Ցույց են տրված դիսեկտորների առավելությունները. որպես լուսաընդունիչների՝ լուսաբազմապատկիչների նկատմամբ:

M. A. MARTIROSIAN, A. F. BEILIN, L. M. KARAMIAN, V. P. LUKIANOV,
N. K. DALINENKO

PHOTOELECTRIC PHOTOMETRY USING THE IMAGE DISSECTOR

Summary.

Star electrophotometer in photo count mode with the use of ЛИ610 type image dissector is considered. The block diagram, principle of operation, test method and the results of observations are given. An advantage of an image dissector as a light sensor over photomultiplier is also discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. E. H. Eberhardt, The image dissector as an optical tracker. „Opt. track. syst. pros. SPIE Semin., El Paso, Texas 1971“, 1971, pp. 145—151.
2. M. R. Zatzick, Applying digital techniques to photon counting. „Research/Development“, 1970, v. 21, N 11, pp. 16, 20, 22.
3. Н. А. Соболева, А. Е. Меламид, Фотозлектронные приборы. М., «Высшая школа», 1974, стр. 232—234.