

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мейкляр П. В., Шварц В. М., Харитонов В. В., Борн А. В., Рыскова С. И. и Силецкая Н. В. Оптика и спектроскопия, 1962, т. 13, вып. 4.
2. Стандарт на метод спектросенситометрического испытания ГОСТ 2818.45.
3. Брейдо И. И. и Маркелова А. А. Изв. ГАО. 1961, № 169.
4. Sanduleak N. Hypersensitisation gains in the near infrared. *Aj*, 1961, 66, № 9, 526.
5. Шеберстов В. И., Шашлов Б. А. Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии, т. 3, вып. 1, 1958.

ФОТОМЕТР НА ОСНОВЕ ПЕРЕСЧЕТНОЙ УСТАНОВКИ
 „ВОЛНА“ ПС — 5М

Л. В. КСАНФОМАЛИТИ

Фотоэлектрические приборы, применяемые в астрофизике, различаются методом регистрации анодного тока ФЭУ. Таковы фотометры с усилением постоянного тока, более совершенные конструкции с модуляцией светового потока и тем или иным типом узкополосных фильтров и, наконец, приборы с применением счета фотоэлектронов. Наряду с принципиальными преимуществами последнего типа фотометра, он оказывается удобен еще и тем, что отечественная промышленность выпускает установки радиометрического назначения, пригодные практически без переделок к использованию в качестве счетчика фотоэлектронов. Ниже описывается подобное устройство, предназначенное для регистрации весьма слабых световых потоков.

1. Преимущества метода счета. Фотометры на основе счета фотоэлектронов обладают преимуществами как перед методом усиления постоянного тока, так и перед узкополосным усилением с модуляцией света. В первом случае имеются дрейфы усилителя, во втором — теряется половина светового потока. Есть, кроме того, у метода счета и одно принципиальное преимущество. Если усиление M в фотоумножителе достаточно велико [1], то тепловыми шумами нагрузочного сопротивления можно пренебречь. Тогда средний квадрат напряжения шумов от дробового эффекта в ФЭУ в первом и втором случаях будет равен

$$\bar{u}_{\text{фл}}^2 = 2eiM^2 \frac{H-1}{\delta-1} Z^2(f) \Delta f, \quad (1)$$

где i — фототок, δ — коэффициент вторичной эмиссии, H — параметр вторичной эмиссии, определяемый разбросом коэффициента δ , $Z(f)$ — среднее сопротивление нагрузки в узкой полосе частот Δf . Метод счета при прочих равных условиях дает:

$$\bar{u}_{\text{фл}}^2 = 2eiM^2 Z^2(f) \Delta f, \quad (2)$$

т. е. выигрышем является улучшение отношения сигнал-шум на величину шумов вторичной эмиссии [2], что для очень хороших ФЭУ составляет 30—60%, а в неблагоприятном случае может составлять даже многие сотни процентов [3]. Этот коэффициент зависит также от напряже-

ния делителя ФЭУ; таким образом, применение метода счета позволяет получить все достоинства фотоэлементной схемы без ее недостатков. Поэтому в схемах счета можно применять ФЭУ даже с Sb—Cs динодной системой, отличающейся невысокой стабильностью коэффициента вторичной эмиссии δ .

2. ФЭУ, пригодные для использования в устройствах и счета фотоэлектронов. Общие требования к фотоумножителям для работы в устройствах счета сводятся к следующему.

1). Чувствительность фотокатода должна быть достаточно высокой, на уровне ординаты 0.5 не менее 0.06 электрон/квант.

2). Спектральная полоса, охватываемая фотокатодом, должна быть по возможности широкой, т. к. общая фотоэмиссия определяется площадью, ограниченной кривой диаграммы чувствительность—длина волны, т. е. интегралом от квантового выхода по охватываемой полосе [4].

3). Малый и стабильный темновой ток, в шумах которого не должен теряться полезный сигнал. По-видимому, предельная величина темнового тока не должна превышать 10^3 электрон/сек. Следствием этого требования является малая рабочая поверхность фотокатода, ограниченная диаметром не более 15 мм.

4). Достаточно большое усиление с тем, чтобы можно было получить хорошее отношение сигнал-шум на входе импульсного усилителя. Усиление должно достигать 10^6 , т. е. малогабаритные ФЭУ с уменьшенным числом динодов для этого не годятся.

Таким образом, все требования, кроме последнего, сходны с предъявляемыми к ФЭУ фотометрического назначения.

Практически, экземпляры с темновым током 10^3 электрон/сек можно подобрать даже среди типов со сравнительно большими фотокатодами до 35 мм, например ФЭУ-19 м. Однако, наилучшие результаты удается получить с отечественными ФЭУ типов A_1 , A_2 . С успехом были применены также ФЭУ-15 и ФЭУ-16. По-видимому, могут быть использованы ФЭУ-38, ФЭУ-51 и недавно разработанный ФЭУ-64, но эти варианты автором не испытывались. Из зарубежных ФЭУ хорошие результаты могут быть получены с умножителями *EMI* и некоторыми другими.

Два дополнительных требования, которые не всегда удается выполнить: емкость коллектор—остальные электроды должна быть минимальной, счетная характеристика должна иметь плато [5].

Для описываемой установки подходят лишь ФЭУ с торцевым фотокатодом.

3. Описание установки. В фотометре используются следующие блоки от радиометра пульт пересчетной установки ПСТ-100, высоковольтный выпрямитель и блок фотоумножителя УСС-1.

Переделкам подвергается только блок УСС-1, где при необходимости производится перепайка делителя (сопротивления 2, 4, 6, $8 \div 18$, номера даются в соответствии с заводским техническим описанием). Такая перепайка необходима при использовании ФЭУ A_1 — A_2 . Умножите-

ли ФЭУ-15, ФЭУ-16 и *EMI* требуют замены панельки. Во всех случаях выводы с колпачками к катоду и коллектору удаляются.

Вывод коллектора ФЭУ отключается от сопротивления 2 и соединяется с сеткой лампы 6 Ж I B (22), причем сопротивление 20, в цепи сетки уменьшается до 68—75 ком, а конденсатор 19 удаляется. Необходимо принять меры к уменьшению емкости сеточной цепи, относительно земли, для чего в перегородке, разделяющей отсеки ФЭУ и усилителя, сверлят отверстие $\varnothing 5$ мм, туда плотно продевается толстый изоляционный чулок темной окраски, сквозь который проходит тонкий (0.1—0.12 мм) провод, соединяющий сеточный вывод лампы с коллектором ФЭУ. При этом должна быть обеспечена светонепроницаемость описанной муфты. Монтажная емкость такого соединения не превышает 5 мф.

В более сложном варианте вводится катодный повторитель, к катоду которого присоединяется вывод охранного кольца, если таковое имеется.

При использовании ФЭУ-64 переделки оказываются гораздо меньше; при желании их можно свести к переключению вывода анода и катода на поколь.

Иногда длина кабеля, соединяющего блоки УСС-1 и ПСТ-100 может оказаться недостаточной; в этом случае его можно удлинить до 10 м.

Полезно ввести также контрольный источник света, который удобно поместить в одной из придаваемых к прибору резьбовых крышек. Если к нему не предъявляется особых требований, источник может быть построен на основе светосостава постоянного действия.

Из других замечаний можно отметить необходимость улучшить светонепроницаемость поколя ФЭУ, что достигается прокладкой кольца из пористой резины по периферии поколя, перепайки в усилителе на максимальное усиление (согласно инструкции) и введение системы вентиляционных отверстий в крышке усилителя УСС-1. Последняя мера препятствует нагреванию ФЭУ и возрастанию в связи с этим темнового тока.

Переделанная установка применяется в качестве фотометра астрономического назначения; головка с фотоумножителем (УСС-1) укрепляется в кассатреновском фокусе 70-см менискового телескопа Абастуманской обсерватории.

4. Предельные световые потоки, регистрируемые фотометром. Чувствительность фотометра ограничена с обеих сторон; со стороны минимальных световых потоков—флуктуациями темнового тока и фотонным шумом, со стороны наибольших потоков—максимальной скоростью счета, составляющей для установки „Волна“ 10^5 единиц в секунду. Для среднего Sb-Cs катода это составит около $1.5 \cdot 10^6$ квант/сек, что эквивалентно потоку около $4 \cdot 10^{-10}$ лм. В работе [4] разобран вопрос о величине порогового потока и показана его зависимость от темнового тока. По-видимому, при экспозиции 10 сек регистрация фототока, составляющего 200 электрон/сек на фоне такого же темнового тока возможна даже при невысокой стабильности последнего. Такой фототок

может быть вызван (с применением указанного телескопа) излучением от звезды класса G 14 зв. величины даже при недостаточно хороших атмосферных условиях, что соответствует потоку $\sim 2 \cdot 10^{-12}$ лм. Реально с ФЭУ A_1 удалось зарегистрировать звезду 12.6 зв. величины со среднеквадратичной ошибкой менее 1%, причем этим возможности прибора не исчерпываются.

В заключение приношу благодарность за предоставленные экземпляры ФЭУ A_1 , A_2 А. Е. Меламиду, Т. А. Ковалевой, а за ФЭУ-15, 16 и другие типы умножителей—Г. С. Вильдгрубе.

Август, 1963.

THE PHOTOMETER BASED ON AN INDUSTRIAL COUNTER DEVICE

L. V. XANFOMALITY

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ксанфомалити Л. В. Приборы и техника эксперимента, 1962, 2, 121.
2. Ван-дер-Зил А. Фауктуации в радиотехнике и физике, 1958, ГЭИ.
3. Чечик Н. О., Файнштейн С. М., Лифшиц Т. М. Электронные умножители, 1957, ГИФМЛ.
4. Ксанфомалити Л. В. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., 1962, 28, 215.
5. Хлебников Н. С., Меламид А. Е., Ковалева Т. А. Радиотехника и электроника, 1962, 7, 3, 518.

ОБ ОДНОЙ УСТАНОВКЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО ПАТРУЛЯ ЯСНОСТИ НЕБА ДЛЯ ОБЛАСТИ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА

Н. З. ФИЛИППОВ

Известно, какой важной характеристикой «астрономического климата» является ясность неба в течение ночи. Не только в связи с поисками мест, наиболее пригодных для установки новых телескопов, но и для сравнительной характеристики и более полного изучения атмосферного режима в местах, где расположены действующие обсерватории, важно знать как ведет себя облачность в течение всей ночи. Между тем наблюдения в отдельные сроки, скажем, в сроки, принятые в сети метеорологических станций, дают далеко не полное представление о непрерывном изменении облачности.

Некоторым решением задачи может быть фотографический патруль ограниченной области неба, с центром в Северном полюсе, но ведущийся зато непрерывно от вечерних до утренних сумерек.

Ниже описывается изготовленная в Обсерватории по нашей конструкции относительно простая, доступная установка, служащая указанной цели.

Установка представляет собой автоматически действующую фотографическую камеру, которая управляется по заранее составленной программе часовым механизмом, посредством электрического затвора.

Программа (время срабатывания затвора камеры) составлена с учетом времени восхода и захода Луны, времени конца вечерних сумерек и начала утренних.

Наблюдатель, вечером, в удобное для него время, заряжает аппарат, открывает кассету, устанавливает время срабатывания затвора, открывает защитную дверку. Аппарат в заданное время срабатывает. Утром нужно только вынуть экспонированную фотопластинку.

Для того, чтобы иметь контроль за работой всего устройства, впереди аппарата, на мачте, в специальном кожухе, расположены две последовательно включенные 3,5-вольтовые лампочки. Расположены они таким образом, что их изображение попадает на угол пластинки. Питаются они от сети наружного освещения. Интенсивность свечения подобрана таким образом, чтобы при длительной экспозиции не засвечивалась пластинка, а оставляла бы только след в виде двух точек. При нормальной работе установки, в ясную погоду, кроме следов звезд видны две точки в углу пластинки. В пасмурную погоду на пластинке могут быть видны только две точки.