

# ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОТЯЖКИ ПЛЕНКИ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН

И. Н. Набоков, А. М. Стафеев

(Одесская астрономическая обсерватория, г. Одесса)

В результате наблюдений склонений звезд на меридианных или вертикальных кругах с фотографической регистрацией отсчетов круга получается большое количество пленок. Трудоемкость их измерения и вызвала задержку перехода от визуального метода отсчетов круга к фотографическому.

Чтобы облегчить труд наблюдателя, увеличить производительность измерений пленок, в настоящее время созданы специальные полуавто-

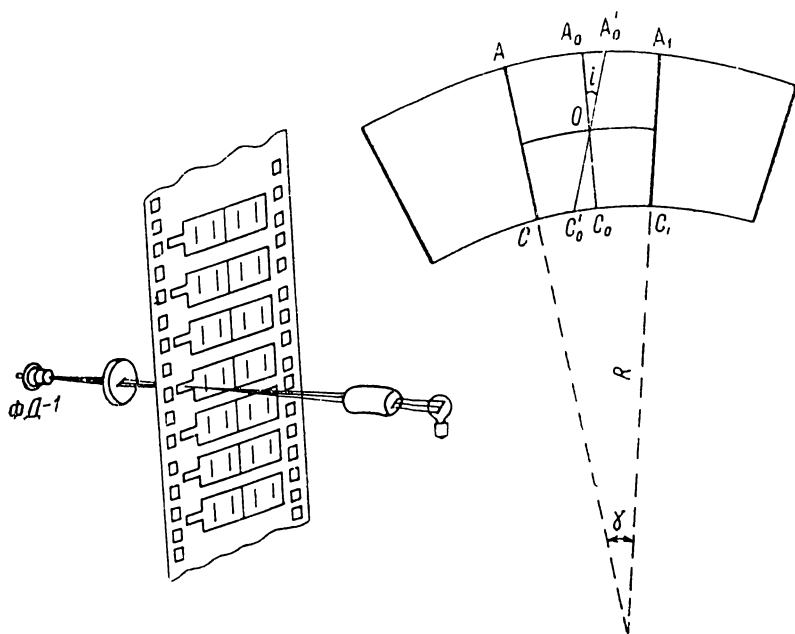


Рис. 1.

матические измерительные машины. Большим недостатком существующих измерительных машин следует считать то, что они требуют специальных пленок, на которых кадр от кадра должен располагаться строго на определенном расстоянии.

Требование к точной протяжке пленки как в фотокамерах, так и в измерительной машине вызвано тем, что штрихи на пленках не параллельны друг другу и линейное измерение расстояний между штрихами и индексом необходимо производить для всех кадров на определенном расстоянии по высоте штриха.

Так как штрихи нанесены на лимбах по радиусу круга (рис. 1), то линейные расстояния  $AA_1 = a$  и  $CC_1 = c$  между концами двух штрихов не равны и зависят от длины штриха  $AC = l$ , радиуса лимба  $R$  и цены делений  $\gamma$ . Например, для Одесского меридианного круга  $l = 1.8$  мм,  $R = 494,5$  мм,  $\gamma = 10'$ .

$$d = a - c = l \sin \gamma \approx 1.8 \text{ мм} \times \frac{10'}{3437.7} \approx 0,005 \text{ мм}. \quad (1)$$

Так как у наших фотомикроскопов 2.5-кратное увеличение  $v$ , то на пленках эта разность

$$d_1 = d \cdot v = 0.005 \text{ мм} \times 2.5 = 0.0125 \text{ мм.} \quad (2)$$

Выразим  $d_1$  в секундах дуги. Для этого определим масштаб изображения штрихов лимба на пленке. Расстояние между двумя  $10'$ -ми штрихами на лимбе в центральной части  $b = 1.44 \text{ мм}$ , а на пленке  $b_1 = 3.6 \text{ мм}$ .

Тогда

$$\mu = \frac{b_1}{b} = \frac{3.6 \text{ мм}}{1.44 \text{ мм}} = 2.5 \quad (3)$$

где  $\mu$  — масштаб дуги на пленке,

$$d_1 = \frac{0.0125}{2.5} \approx 0.005 \text{ сек.} \quad (4)$$

Таким образом, при неточной протяжке пленки (например, на  $\pm 0.2 \text{ мм}$ ) наклон штрихов приведет к ошибке в отсчетах круга, равной  $\pm 0''.10$ .

Вследствие наклона индекса фотомикроскопа  $A'_0C'_0$  к штрихам лимба на угол  $C'_0OC_0 = i$  погрешность в отсчете служит функцией этого угла и положения по высоте измерения относительно штрихов лимба  $AC$  и  $A_1C_1$ . При неточной протяжке пленки (например, на  $x = 0.2 \text{ мм}$  при  $i = 10'$ ) наклон индекса приведет к ошибке в отсчетах круга, равной

$$\Delta M'' = \frac{x \operatorname{tg} (\gamma + i)}{\mu} \approx 0''.2$$

Добиться точной механической протяжки как в фотокамерах, так и в измерительной машине очень трудно (постепенно накапливается ошибка протяжки от кадра к кадру). По этой причине существующие измерительные машины работают не в автоматическом режиме, а в полуавтоматическом, где оператор должен каждый раз устанавливать вручную следующий кадр. При быстрой работе точность протяжки — порядка  $\pm 0.2 \div \pm 0.3 \text{ мм}$ .

Для измерительной машины Одесской астрономической обсерватории найдено решение точной фиксированной автоматической протяжки пленки при любом расстоянии между кадрами. Нами была сделана специальная фотоэлектрическая система, которая состоит из фотооптического датчика, усилителя и механизма протяжки пленки.

Для работы фотоэлектрической системы необходимо, чтобы кадр на пленке имел свой темный усик. Темный усик можно получить в любой фотокамере, но для этого в кадровом окне необходимо сделать специальную прорезь в виде щели. В результате экспонирования на пленке получается изображение темного, контрастного кадра с усиком у перфорации (рис. 1).

## Описание и принцип работы фотоэлектрической системы

Фотооптический датчик устроен следующим образом (рис. 2). Световой штрих создается путем изображения светящейся нити накала лампы с помощью трех цилиндрических линз, помещенных в тубус. Эти линзы дают узкий световой штрих. После просвечивания пленки для лучшего использования светового потока установлена собирающая линза. Световой поток направляется в полупроводниковый фотодиод ФД-1. Фотодиод выполняет роль датчика сигнала при прохождении темного усика

кадра через световой штрих. Этот сигнал от ФД-1 поступает в усилитель, который собран на трех полупроводниковых триодах. В цепь последнего триода типа ПЧБ включено исполнительное реле типа РКМ, которое включает или выключает цепь питания электродвигателя протяжки пленки и электромагнит с фрикционной муфтой.

Принцип работы фотоэлектрической системы следующий. Фотодиод не засвечен (световой штрих находится на темном усике). В данном случае на базе первого триода есть отрицательное смещение, определяемое делителем  $R_1, R_2$  фотодиода (незасвеченного) и  $R_2$ . Триод

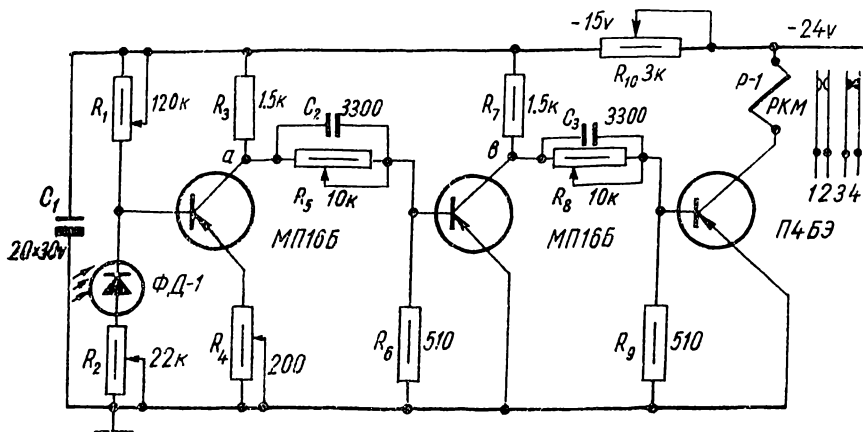


Рис. 2.

открыт, и в точке  $a$  напряжение близко к нулю. Второй триод в этом случае закрыт, а в точке  $b$  — отрицательное напряжение, которое через делитель  $R_8, R_9$  поступает на базу триода ПЧБЭ, являющегося окончательным каскадом. Этот триод открыт, и через обмотку реле  $P-1$  течет ток. Реле срабатывает, и контакты 3, 4 замыкаются, а контакты 1, 2 разомкнуты.

Контакты 1, 2 замыкают цепь питания электродвигателя протяжки пленки, а 3, 4 — цепь системы измерения кадра.

Итак, когда на фотодиод ФД-1 не падает свет, якорь реле притянут, контакты 1, 2 разомкнуты, а 3, 4 замкнуты.

После окончания цикла измерения кадра включается другое реле, которое замыкает цепь питания электродвигателя протяжки пленки и электромагнита. Время этого замыкания подобрано таким образом, чтобы сдвинуть темный усик со светового штриха. После того как темный усик сдвинут, на ФД-1 поступает свет и фотодиод засвечен. Сопротивление его изменяется, и смещение на базе первого триода уменьшается. В точке  $a$  появляется отрицательное напряжение, которое открывает второй триод. Оконечный каскад (триод ПЧБЭ) запирается, и реле замыкает контакты 1, 2 и размыкает 3, 4.

Контакты 1, 2 включают цепь питания электродвигателя до тех пор, пока световой штрих не окажется на темном усике. Так осуществляется автоматическая протяжка пленки.

Так как электродвигатель протяжки пленки обладает некоторой инерцией и остановить его мгновенно невозможно, то мы применили в системе редуктора двигателя электромагнит с фрикционной муфтой. При размыкании контактов 1, 2 этот электромагнит мгновенно отключает фрикционной муфтой редуктор от двигателя.

Качественная настройка системы протяжки пленки для измерительной машины Одесской астрономической обсерватории позволяет осуществить автоматическую протяжку пленки с точностью  $\pm 0.05$  мм.

Описанная фотоэлектрическая система автоматической протяжки пленки может быть применена для любых измерительных машин.

# PHOTOELECTRIC SYSTEM OF THE AUTOMATIC PULLING OF THE FILM FOR MEASURING MACHINE

I. N. NABOKOV, A. M. STAFEYEV

## Summary

The description is presented of a photoelectric device for pulling the film used at the Odessa Astronomical Observatory. The device enables the film to be pulled automatically with the accuracy  $\pm 0.05$  mm.