

СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА

инж. Л. КСАНФОМАЛИТИ

Электронным поляриметрам, применяемым в Пулковской и Абастуманской обсерваториях [1], присущи серьезные погрешности, определяемые некоторыми особенностями их электрической схемы. Входным устройством этих приборов являются вращающийся поляроид и фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), нагрузка которого состоит из ряда переключаемых реостатно-емкостных элементов RC . Стремление снизить частые хаотические колебания тока фотоэлектронного умножителя заставляет выбирать достаточно большие постоянные времени, определяемые произведением RC .

Регистрирующий прибор (осциллограф, с экрана которого снимается фотограмма) связан с нагрузкой ФЭУ усилителем постоянного тока. Отношение переменной составляющей к постоянной на фотограмме рассматривается как степень поляризации исследуемого света. Приводимый ниже простой анализ доказывает неточность этого метода.

Для удобства рассмотрения предполагается, что фотоумножитель, усилитель постоянного тока и осциллограф работают в линейном режиме. Тогда поляризованный F_p и неполяризованный F части светового потока вызовут пропорциональные им переменную I_{\sim} и постоянную I части тока ФЭУ:

$$\frac{F_p}{F} = \frac{I_{\sim}}{I} \quad (1)$$

Для перехода к усилителю постоянного тока (являющемуся в данном случае усилителем постоянного напряжения) используется цепь нагрузки RC , на которой выделяются переменная U_{\sim} и постоянная U составляющие выходного напряжения ФЭУ. Совершенно очевидно, что соотношение

$$\frac{F_p}{F} = \frac{U_{\sim}}{U} \quad (2)$$

может быть справедливо лишь в том случае, если нагрузки по переменному и постоянному токам равны, иными словами, если

$$\frac{Z_{\sim}}{Z} = \frac{Z_{\sim}}{R} = 1. \quad (3)$$

Если это равенство не соблюдается, то при достаточно большом внутреннем сопротивлении ФЭУ, что почти всегда имеет место, вместо соотношения (2) справедливым будет соотношение (4):

$$\frac{F_p}{F} = \frac{U_{\sim}}{U} K, \quad (4)$$

где

$$K = \frac{Z}{Z_{\sim}} = \frac{R}{Z_{\sim}} \quad (5)$$

Известно, что полная проводимость сложной цепи, состоящей из активной (R) и реактивной емкостной (C) ветвей равна их геометрической сумме:

$$Y = \sqrt{Y_1^2 + Y_2^2} \quad (6)$$

В рассматриваемом случае

$$Y_1 = \frac{1}{R}, \quad \text{а} \quad Y_2 = \omega C,$$

где

ω — угловая частота. Из (5) коэффициент K :

$$K = \frac{R}{Z_{\sim}} = RY_{\sim} = R \sqrt{\frac{1}{R^2} + \omega^2 C^2} \quad (7)$$

Окончательно коэффициент K получается путем замены угловой частоты на частоту тока

$$\omega = 2\pi f \quad (8)$$

$$K = \sqrt{1 + (\omega RC)^2} = \sqrt{1 + 4\pi^2 f^2 (RC)^2} = \sqrt{1 + 39,5 f^2 (RC)^2} \quad (9)$$

Здесь R выражено в мегомах, C в микрофарадах, f в герцах.

Из выражения (9) следует, что:

1. Показания прибора принципиально могут быть только заниженными (или верными при $C=0$).

2. Погрешность быстро растет с повышением частоты и постоянной времени RC .

Ниже оцениваются постоянные погрешности для пулковского и абаствуманского поляриметров.

Пулковский прибор. $R=47$ мом, $C=500$ пф. Поляроид вращается со скоростью 60 об/мин. Следовательно электрическая частота

$$f = \frac{2n}{60} = 2 \text{ Гц}$$

и постоянная времени

$$RC = 47 \cdot 500 \cdot 10^{-6} = 23,5 \cdot 10^{-3} \text{ сек}$$

Из уравнения (9) найден коэффициент K :

$$K = \sqrt{1 + 39,5 \cdot 2^2 \cdot (23,5 \cdot 10^{-3})^2} = 1,043$$

(поправка около 4%).

Абастуманский прибор. Имеется ряд положений переключателя усиления:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|------|------|-------------------|---------------------|---------------------|
| R , мом | 100 | 2 | 10 | 50 | 100 |
| C , мф | 0,01 | 0,01 | $5 \cdot 10^{-3}$ | $2,4 \cdot 10^{-3}$ | $1,2 \cdot 10^{-3}$ |
| RC , сек | 1,0 | 0,02 | 0,05 | 0,12 | 0,12 |

Фиксированные скорости вращения поляроида и соответствующие электрические частоты:

| | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| n , об/мин | 44,5 | 29 | 8,96 | 5,82 |
| f , Гц | 1,483 | 0,966 | 0,299 | 0,194 |

Вычисленные для разных f и RC коэффициенты K приведены ниже в таблице

| RC , сек | f , Гц | 0,1 | 0,02 | 0,05 | 0,12 |
|------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1,483 | 0,966 | 0,299 | 0,194 |
| | | 9,38 | 6,15 | 2,13 | 1,58 |
| | | 1,015 | 1,01 | 1,00 | 1,00 |
| | | 1,10 | 1,045 | 1,00 | 1,01 |
| | | 1,24 | 1,025 | | |

Таким образом, погрешность в важнейших случаях недопустимо велика. Для получения результатов, согласующихся с опубликованными данными, поправку следует вводить при каждом измерении.

Приведенный анализ показывает, что реактивностью цепей в подобных устройствах, вопреки распространенному мнению, нельзя пренебречь даже при весьма низких частотах.

Июль, 1959

SYSTEMATIC ERRORS OF ELECTRIC INSTRUMENT FOR MEASURE OF LIGHT POLARIZATION

by L. XANFOMALITY, ENGINEER

Usually polarization is measured as ratio of the a. c. voltage to the d. c. voltage at plate load of the photomultiplier. To prevent the appearance of the plate current rapid fluctuations many authors recommend to connect the condenser across the plate load resistance. When frequency of modulation of the light beam is made low enough and RC is also low errors of the ratio of the a. c. voltage to the d. c. voltage are often neglected.

Nevertheless these errors may become of importance even at very low RC and frequency.

For example use $f=0,966$ cps and $RC=0,12$ sec (100,0 m Ω and 1200 pF) distorts the ratio at 1,24 times. The measured value of ratio may be corrected according to the following equation:

$$F_p = F_{\text{meas}} \sqrt{1 + 39,5 f^2 (RC)^2}.$$

July, 1959

ЛИТЕРАТУРА

1. Мюхкюя В. И. Дифференциальный самопишущий электрофотометр для измерения яркости, цвета и поляризации небесных объектов (автореферат кандидатской диссертации), Л., 1954.
2. Чечик Н. О., Файнштейн С. М., Лифшиц С. М. Электронные умножители, изд. второе, М., 1957.
3. Шаронов В. В. Природа планет, М., 1958.

80655660—СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| 1. Эмиссионные звезды в участке μ Цефея. М. В. Долидзе, В. В. Вязовов | 3 |
| The stars with H_{α} -emission in the region around μ Cephei. M. V. Dolidze, V. V. Viazovov (Summary) | 5 |
| 2. Звезды с яркой линией H_{α} около скопления NGC 7380. М. В. Долидзе The stars with H_{α} -emission around the cluster NGC 7380. M. V. Dolidze (Summary) | 7 |
| 3. Электрофотометрия затменных переменных звезд RR Рыси и У Лебедя. Н. Л. Магалашвили, Я. И. Кумшишвили | 11 |
| Photoelectric observations of the eclipsing variable stars RR Lyn and U Cyg. N. L. Magalashvili, J. I. Kumishvili (Summary) | 13 |
| 4. Некоторые результаты фотометрии кометарной туманности NGC 2261. Н. А. Размадзе | 24 |
| Some results of the photometry of the cometary nebula NGC 2261. N. A. Razmadze (Summary) | 25 |
| 5. Изофоты планетарной туманности NGC 6853 в излучении $\lambda 3727$ [ОП]. Н. А. Размадзе, Р. С. Ирошников, Э. В. Коток | 31 |
| Isophotes of the planetary nebula NGC 6853 in the light $\lambda 3727$ [OP]. N. A. Razmadze, R. S. Iroshnikov, E. W. Kotok (Summary) | 33 |
| 6. Опыт определения лучевых скоростей звезд с помощью объективной призмы, установленной перед 70-см менисковым телескопом. Р. И. Киладзе | 35 |
| On the experimental determinations of stellar radial velocities by means of the objective prism attached to the 70-cm meniscus type telescope. R. I. Kiladze (Summary) | 83 |
| 7. Замечания к исследованию поглощения света в направлении на галактический центр. Т. А. Коцлашвили | 85 |
| On the absorption of light in the direction to the centre of the Galaxy T. A. Kotchlashevili (Summary) | 90 |
| 8. О зависимости между двумя фотометрическими системами звездных величин М. А. Коцлашвили | 91 |
| On the dependence between two photometric systems of star magnitudes T. A. Kotchlashevili (Summary) | 96 |
| 9. Исследование межзвездного поглощения на основе данных о цветовых избытках долгопериодических цефен. А. Ф. Торонджадзе, А. Ш. Хатисов | 97 |
| An investigation of the interstellar absorption on the base of the color-excess data for the longperiod Cepheids. A. Ph. Torgonjadze, A. Sh. Khatisov (Summary) | 108 |
| 10. Номограммы и счетная линейка для определения величины космического поглощения. А. Ф. Торонджадзе | 109 |
| The nomogram and the sliding-rule for the cosmic absorption determination. A. Ph. Torgonjadze (Summary) | 116 |
| 11. Об использовании эмпирического закона распределения плотностей поглощающего вещества перпендикулярно галактической плоскости для учета поглощения. А. Ф. Торонджадзе | 117 |
| On the application to the absorption calculation of the empirical Law of the absorbing medium density distribution normally to the galactic plane. A. Ph. Torgonjadze (Summary) | 122 |