

Наблюдения 21 Com будут продолжены в Абастуманской обсерватории помощью нового автоматического фотометра, обеспечивающего более высокую точность в измерениях световых потоков.

Октябрь, 1974.

გამზომიანი ავტომატი უკუსვლავის ბუნებრივი  
მუდგის 21-ის უკუსვლავის მუდგის

ი. ალანია და ი. აბულადე  
(რეზიუმე)

1972-1974 წლებში აბასტუმანის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის სარკიან რეფლექტორზე AZT-14-ზე ( $d = 48$  სმ) UVV სისტემაში ჩატარებულ იქნა 21 Com-ის უკუსვლავის მუდგის რეგულარული დაკვირვებები. გამოიკვლია მარტივად უკუსვლავი 22 Com-ის მიმართ. სხვაობები უკუსვლავით სიძველეში  $\Delta m = 21 \text{ Com} - 22 \text{ Com}$  მოცემულია ცხრ. 1-ში. ცხრ. 2-ში მარტივად მოცემულია  $\Delta m$ -ების საშუალო მნიშვნელობები სხვადასხვა პერიოდისათვის. აღნიშნულია, რომ მიღებული დაკვირვებები მარტივად გონება მხოლოდ პერიოდის მნიშვნელობის 1.10. ნახ. 2-ზე მოცემულია სიკაშკაშის მრუდები B და V სხივებში და ფერის მაჩვენებლის  $\Delta(B-V)$  მრუდი. გამოიკვლია მუდგის მნიშვნელობა სიკაშკაშის სწრაფი ცვლილებები მნიშვნელოვანი ამპლიტუდით (ნახ. 4 და 5).

ELECTROPHOTOMETRY OF A MAGNETIC VARIABLE

21 COM

I. PH. ALANIA AND O. P. ABULADZE

(Summary)

The electrophotometric observations of a variable star 21 Com in UVV system were performed with the Abastumani Astrophysical Observatory reflector AZT-14 ( $d=48\text{cm}$ ) in 1972-1974. The measurements were fulfilled relative to 22 Com. Table 1 gives the differences in magnitudes:  $\Delta m = 21 \text{ Com} - 22 \text{ Com}$ . The average values of  $m$  for each night are listed in Table 2. The observations obtained turned out to be presented only by the period value of 1.10. The light curves in B and V colors and that of color index  $\Delta(B-V)$  are given in Fig. 2. Rapid light variations with a considerable amplitude (Figs. 4 and 5) have been observed during some nights.

Ц и т и р о в а н н а я л и т е р а т у რ ა

1. Blanco C. and Catalano F.A. A.J. 1972, 77, 666.
2. Bahner K. und Mawridis L. Z.Astrophys. 1957, 41, 254.
3. Percy J.R. Astron. and Astroph. 1973, 22, 381.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД РЕДУКЦИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
(К СОЗДАНИЮ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ В ПЛОЩАДКАХ КАПТЕЙНА)

О. П. АБУЛАДЗЕ

В настоящей статье рассматривается метод редукции непосредственно наблюдаемых разностей блеска и цветов звезд, получаемых в некоторой инструментальной фотометрической системе, к соответствующим разностям в близкой стандартной. Соответствующие формулы также представляют большой интерес для наблюдателей переменных звезд, поскольку они облегчают переход от наблюдаемых разностей блеска и цветов переменной и ее звезды сравнения к соответствующим разностям в стандартной фотометрической системе.

1. Уравнения для определения разностей звездных величин и показателей цвета в стандартной фотометрической системе. Небольшие вариации спектральной чувствительности фотокатода, спектральной прозрачности употребляемых фильтров и отражательной способности зеркал могут привести к тому, что инструментальная фотометрическая система, полученная наблюдателем, не будет совпадать со стандартной системой.

В фотоэлектрической фотометрии точный учет атмосферной экстинкции, надежная привязка инструментальной системы к стандартной и контроль за ее постоянством являются основой для получения результатов высокой точности.

Рассмотрим предварительно некоторые формулы, которые будут необходимы для дальнейшего изложения.

Известно, что внеатмосферные цвета и звездные величины в близких фотометрических системах связаны между собой линейными соотношениями. Например, для цвета:

$$(B - V) = \gamma + \beta (b - v)_0 \quad (1)$$

и для звездных величин:

$$V = v_0 + A + B (b - v)_0 \quad (2)$$

где  $(B - V)$  и  $V$  цвет и блеск звезды в стандартной системе, а  $(b - v)_0$  и  $v_0$  - соответствующие внеатмосферные значения в инструментальной системе.

Как известно [1], внеатмосферные значения  $(b - v)_0$  и  $v_0$  связаны с их наблюдаемыми значениями  $(b - v)$  и  $v$  уравнениями:

$$(b - v)_0 = (b - v) - K_b X - K'_b (b - v) X \quad (3)$$

и

$$v_0 = v - K_v X - K'_v (b - v) X \quad (4)$$





где  $K_c$  и  $K_v$  — коэффициенты экстинкции для звезды с показателем цвета  $(b-v)=0$ ;  $K'_c$  и  $K'_v$  — цветовые члены коэффициента экстинкции.

Подставляя (3) в (1), имеем.

$$(b-v) = \gamma + \beta[(b-v) - K_c X - K'_c(b-v)X]$$

или

$$(b-v) = \gamma + \beta(b-v) - \mathcal{K}_c X - \mathcal{K}'_c(b-v)X, \quad (5)$$

где коэффициенты  $K_c$  и  $K'_c$  связаны с параметрами  $\mathcal{K}_c$  и  $\mathcal{K}'_c$  соотношениями:

$$K_c = \frac{1}{\beta} \mathcal{K}_c \quad \text{и} \quad K'_c = \frac{1}{\beta} \mathcal{K}'_c.$$

Совершенно аналогично, подставляя (4) в (2), находим

$$V = v + A + B(b-v) - CX - D(b-v)X \quad (6)$$

где

$$C = K_v + BK_c$$

$$D = K'_v + BK'_c$$

$v$  и  $(b-v)$  как сказано, непосредственно наблюдаемые звездная величина и цвет звезды в инструментальной (натуральной) системе, не исправленные за экстинкцию,

$A$  — нуль-пункт,

$B$  — коэффициент, характеризующий разность спектральных чувствительностей двух систем (зависящий от фильтров, аппаратуры и др.),

$C$  — коэффициент экстинкции для значения цвета  $(b-v)$  равного 0,

$D$  — цветовой член коэффициента экстинкции, определяющий зависимость экстинкции от цвета,

$X$  — воздушная масса.

На основании формулы (5) просто находим соотношения между разностями цветов некоторой звезды в стандартной системе  $(b-v)$  с соответствующей, непосредственно наблюдаемой разностью цветов в инструментальной системе. Дифференциальная редуционная формула

$$\Delta(b-v) = \beta \Delta(b-v) - \mathcal{K}_c \Delta X - \mathcal{K}'_c [(b-v)' X' - (b-v)X] \quad (7)$$

позволяет найти  $\Delta(b-v)$  если наблюдаены  $(b-v)$  и  $(b-v)'$  и известны коэффициенты  $\beta$ ,  $\mathcal{K}_c$  и  $\mathcal{K}'_c$ .

Для звездных величин совершенно аналогично находим следующую дифференциальную редуционную формулу:

\* ) Аналогичную формулу получим и для  $(u-v)$  но, естественно, с другими коэффициентами.

$$\Delta V = \Delta v + B \Delta(b-v) - C \Delta X - D [(b-v)' X' - (b-v)X] \quad (8)$$

и здесь задача будет решена если будут наблюдаены  $\Delta v$ ,  $(b-v)'$  и  $(b-v)$ , а также найдены коэффициенты  $B$ ,  $C$  и  $D$ .

Рассмотрению вопроса об определении перечисленных выше коэффициентов посвящен следующий параграф.

2. Методика определения коэффициентов дифференциальных редукионных формул. Для перехода от разностей наблюдаемых цветов и звездных величин звезд в инструментальной системе к соответствующим им значениям разностей в стандартной системе, необходимо определить все постоянные коэффициенты формул (7) и (8), а также коэффициенты экстинкции.

Определение коэффициентов начнем с уравнения (7). Рассмотрим его для двух стандартных звезд с известными значениями  $(b-v)$  наблюдавшихся в различные ночи. Из наблюдений получаем  $(b-v)$  для известного значения  $X$  массы воздуха (цвет  $(b-v)$  заранее известен). В формуле (7) не известны коэффициент  $\beta$  и переменные параметры  $\mathcal{K}_c$  и  $\mathcal{K}'_c$ .

Обратимся к рассмотрению методики определения величин  $\beta$ ,  $\mathcal{K}_c$  и  $\mathcal{K}'_c$ . В принципе можно было бы использовать наблюдения ряда пар стандартных звезд и вести решение системы уравнений (7) по методу наименьших квадратов для определения неизвестного параметра  $\beta$  и некоторых средних значений для  $\mathcal{K}_c$  и  $\mathcal{K}'_c$ . Однако такое определение сразу всех параметров приводит к некоторой неопределенности получаемого решения вследствие возможных значительных изменений параметров  $\mathcal{K}_c$  и  $\mathcal{K}'_c$ . Поэтому лучше определять искомые параметры по-возможности независимо друг от друга. Такой метод имеет то преимущество, что подбором соответствующей методики наблюдений можно вести определение искомых параметров в наиболее благоприятных условиях.

Для определения параметров  $\beta$  и  $\mathcal{K}'_c$  в первом приближении будем наблюдать пары стандартных звезд, расположенные близко друг к другу, но значительно различные по цвету (например, звезды спектральных классов  $A$  и  $K$ ). В этом случае для третьего члена уравнения (7) можно получить с достаточной степенью приближения:

$$X \approx X' \approx \frac{X + X'}{2} \approx \bar{X}, \quad \text{тогда как } (b-v) \neq (b-v)'$$

Тогда формула (7) примет вид:

$$\Delta(b-v) = \beta \Delta(b-v) - \mathcal{K}_c \Delta X - \mathcal{K}'_c \bar{X} \Delta(b-v) \quad *)$$

\* ) Предположение о равенстве воздушных масс вносит при самых неблагоприятных условиях (в нашем случае для ночи 6-7.II.70 г.) ошибку не превышающую  $\pm 0.002$ .



или

$$\frac{\Delta(b-v)}{\Delta(b-v)} + \frac{\Delta X}{\Delta(b-v)} = \beta - \kappa'_c \bar{X}. \quad (9)$$

Допуская, также (ввиду малости  $\Delta X$ ):

$$\kappa_c \frac{\Delta X}{\Delta(b-v)} \approx 0,$$

получаем:

$$\frac{\Delta(b-v)}{\Delta(b-v)} = \beta - \kappa'_c \bar{X}.$$

Имея наблюдения пар стандартных звезд при разных массах воздуха, можем построить график  $\frac{\Delta(b-v)}{\Delta(b-v)}$  в функции  $\bar{X}$ , который даст прямую, наклон которой является  $\kappa'_c$ ; расстояние же от начала координат до точки пересечения данной прямой с осью ординат будет  $\beta$ .

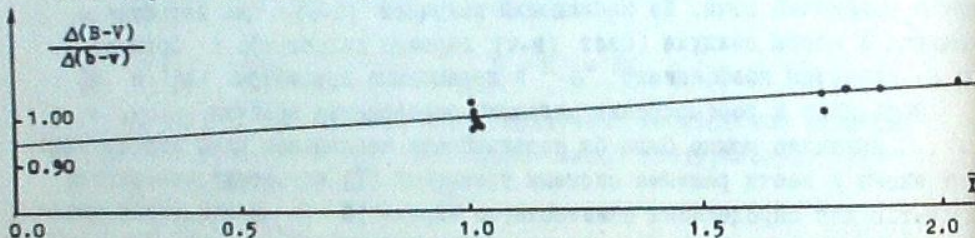


Рис. 1

Это — значения коэффициента  $\beta$  и параметра  $\kappa'_c$  в первом приближении.

Определение уточненного значения  $\beta$  и средних значений  $\kappa_c$  и  $\kappa'_c$  осуществится следующим образом. Допустим, что теперь мы одновременно наблюдаем пару стандартных звезд, внеатмосферные цвета которых близки, но которые расположены на весьма различных массах. Тогда, при  $X \neq X'$  и принимая приближенно  $(b-v) \approx (b-v) \approx \frac{(b-v) + (b-v)'}{2} \approx (b-v)$ , формула (7) примет вид:

$$\Delta(b-v) = \beta \Delta(b-v) - \kappa_c \Delta X - \kappa'_c (b-v) \Delta X^* )$$

или

$$\frac{\Delta(b-v)}{\Delta X} - \beta \frac{\Delta(b-v)}{\Delta X} = \kappa_c - \kappa'_c (b-v). \quad (10)$$

\*) Сделанные предположения вносят при самых неблагоприятных условиях (для ночи 7-8.IX.1969 г.) ошибки, не превышающие  $\pm 0,012$ .

Здесь неизвестны  $\kappa_c$  и  $\kappa'_c$ , (в первом приближении  $\beta$  уже найдено).

Поэтому график  $\frac{\Delta(b-v)}{\Delta X} - \beta \frac{\Delta(b-v)}{\Delta X}$  в функции  $(b-v)$  дает прямую, наклон которой  $\kappa'_c$ , а  $\kappa_c$  — расстояние от начала координат до точки пересечения данной прямой с осью ординат.

Напомним, что коэффициент экстинкции  $\kappa'_c = \frac{1}{\beta} \kappa_c$ , а цветовой член экстинкции  $\kappa_c = \frac{1}{\beta} \kappa'_c$ .

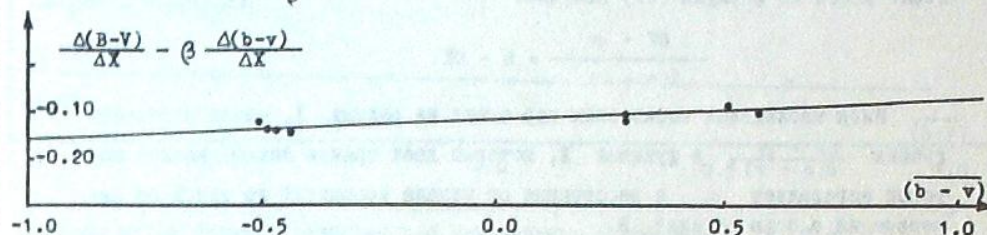


Рис. 2

Подставив теперь полученный параметр  $\kappa_c$  в формулу (9), вычисляем более точные значения коэффициента  $\beta$  и параметра  $\kappa'_c$ .

Таким путем будут определены все неизвестные величины  $\beta$ ,  $\kappa_c$  и  $\kappa'_c$  для системы  $(b-v)$ . Точно таким же путем могут быть вычислены все аналогичные коэффициенты и для системы  $(u-v)$ . Но следует иметь в виду, что в этом случае дифференциальная редукционная формула будет менее точной, т.к. зависимость экстинкции от цвета для систем  $u-v$  непосредственна и она различна для звезд различных цветов.

Рассмотрим методику вычисления коэффициентов дифференциальной редукционной формулы (8), а именно — коэффициента  $B$  и параметра  $D$ . Для этого, как и в уже рассмотренном случае редукции цветов, наблюдаем пару стандартных звезд, которые близки друг к другу, но сильно различаются по цвету. В этом случае

$$X \approx X' \approx \frac{X + X'}{2} \approx \bar{X} \quad \text{и} \quad (b-v) \neq (b-v)'$$

Тогда формула (8) принимает вид:

$$\Delta V = \Delta v + B \Delta(b-v) - C \Delta X - D \bar{X} \Delta(b-v)^* )$$

\*) Сделанные предположения вносят при самых неблагоприятных условиях (для ночи 6-7.II.70 г.) ошибки, не превышающие  $\pm 0,001$ .



или, после простейшего преобразования:

$$\frac{\Delta V - \Delta v}{\Delta(b-v)} + C \frac{\Delta X}{\Delta(b-v)} = B - D\bar{X}. \quad (11)$$

Ввиду малости  $\Delta X$  можем в первом приближении допустить, что

$$C \frac{\Delta X}{\Delta(b-v)} \approx 0$$

После этого из формулы (II) получим:

$$\frac{\Delta V - \Delta v}{\Delta(b-v)} = B - D\bar{X}.$$

Имея наблюдения нескольких пар звезд на разных  $X$ , можем построить график  $\frac{\Delta V - \Delta v}{\Delta(b-v)}$  в функции  $X$ , который дает прямую линию, наклон которой определяет  $D$ , а расстояние от начала координат до точки ее пересечения с осью ординат  $B$ .

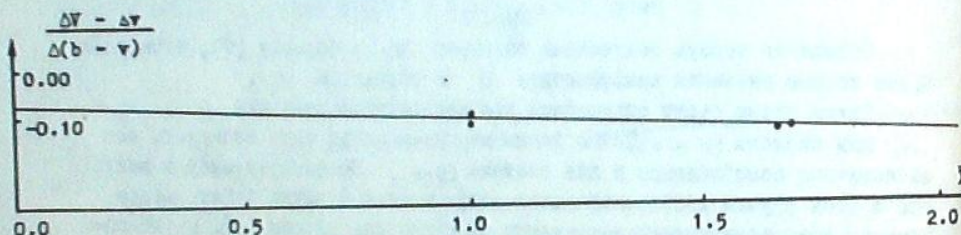


Рис. 3

Для уточнения коэффициента  $B$  и параметра  $D$  а также для определения среднего значения  $C$ , наблюдаем пару стандартных звезд, которые близки друг к другу по цвету, но расположены в широком диапазоне воздушных масс.

$$X \neq X' \quad \text{и} \quad (b-v) \approx (b-v)' \approx \frac{(b-v) + (b-v)'}{2} \approx \overline{(b-v)}$$

Формула (8) примет вид:

$$\Delta V - \Delta v = B \Delta(b-v) - C \Delta X - D \overline{(b-v)} \Delta X. *$$

Эту формулу преобразуем так:

$$\frac{\Delta V - \Delta v}{\Delta X} = B \frac{\Delta(b-v)}{\Delta X} - C - D \overline{(b-v)}. \quad (12)$$

\*) Сделанное предположение вносит при самых неблагоприятных условиях (для ночи 7-8.IX.1969 г.) ошибку, не превышающую  $\pm 0.007$ .

В ней неизвестными будут только коэффициенты  $C$  и  $D$ .

Поэтому график  $\frac{\Delta V - \Delta v}{\Delta X} - B \frac{\Delta(b-v)}{\Delta X}$  в функции  $\overline{(b-v)}$  даст прямую, с наклоном  $D$ ; а расстояние от начала координат до точки пересечения с осью ординат будет  $C$ .

Подставив полученное значение коэффициента экстинкции в формулу (II), вычисляем более точные значения коэффициентов  $B$  и  $D$ .

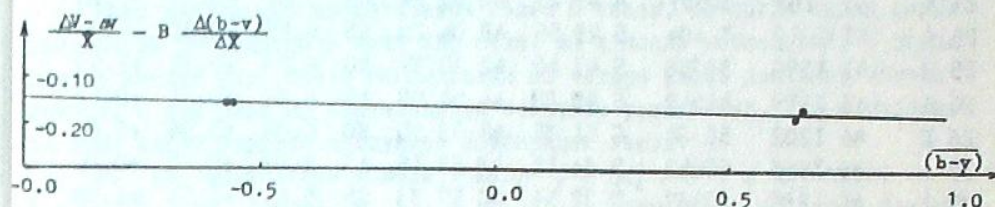


Рис. 4

Таким путем будут определены все неизвестные коэффициенты  $B$ ,  $C$  и  $D$  для величин  $v$ . Напомним, что коэффициент экстинкции  $K_v = C - BK_c$ , а цветовой член экстинкции  $K'_v = D - BK'_c$ .

3. Методика наблюдений для вычисления всех коэффициентов по стандартным звездам. Для вычисления коэффициентов в формулах преобразования мы использовали стандартные звезды 6-ой зв. величины и спектральных классов  $A$  и  $K$  в Площадках Каптейна (пары звезд), наблюдаемые в Крымской астрофизической обсерватории в 1959 - 1964 гг. Из этого каталога были выбраны звезды, проходящие в Абастумани недалеко от зенита (в зоне  $\delta \approx 45^\circ$ ). Список стандартных звезд приведен в таблице I [2,3].

Таблица I

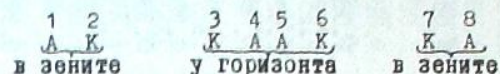
| Номер звезды | BD                  | HD    | $\alpha_{1950}$ | $\delta_{1950}$       | SP | V    | B-V   | U-V   |
|--------------|---------------------|-------|-----------------|-----------------------|----|------|-------|-------|
| 20 A         | 44 <sup>0</sup> I60 | 4335  | 0 43 24         | 44 <sup>0</sup> 35 19 | B8 | 6.05 | -0.06 | -0.28 |
| 20 K         | 45 237              | 5526  | 0 54 49         | 45 34 11              | K0 | 6.13 | +1.02 | +0.89 |
| 22 A         | 46 692              | 19279 | 3 04 21         | 47 07 01              | A0 | 6.41 | +0.12 | +0.11 |
| 22 K         | 46 648              | 17656 | 2 48 20         | 46 38 14              | 5  | 5.88 | +0.89 | +0.58 |
| 23 A         | 45 804              | 23139 | 3 41 10         | 45 56 36              | A5 | 6.16 | +0.27 | +0.19 |
| 23 K         | 48 1015             | 24240 | 3 50 01         | 48 30 12              | K0 | 5.76 | +1.05 | +0.95 |



Таблица I (продолжение)

| Номер звезды | BD       | HD      | $\alpha_{1950}$                                | $\delta_{1950}$ | SP | V    | B-V   | U-V   |
|--------------|----------|---------|--|-----------------|----|------|-------|-------|
| 24 A         | 43°116   | 31069   | 4 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> | 43° 58' 53"     | B9 | 6.10 | -0.02 | -0.06 |
| 24 K         | 48 II62  | 30557   | 4 47 23  | 48 39 24        | G5 | 5.66 | +0.99 | +0.80 |
| 25 A         | 41 I2I8  | 36404   | 5 29 55  | 42 04 29        | B8 | 6.55 | -0.01 | -0.28 |
| 25 K         | 42 I396  | 38358   | 5 43 40  | 42 30 37        | K0 | 6.29 | +1.35 | +1.59 |
| 26 A         | 45 I359  | 49949   | 6 49 29  | 44 54 08        | A5 | 6.26 | +0.21 | +0.12 |
| 26 K         | 46 I202  | 50384   | 6 51 35  | 45 53 30        | K0 | 6.34 | +0.94 | +0.65 |
| 27 A         | 49 I653  | 60652   | 7 34 11  | 48 53 15        | A3 | 5.92 | +0.22 | +0.16 |
| 27 K         | 46 I286  | 60437   | 7 32 54  | 46 17 33        | K5 | 5.65 | +1.54 | +1.90 |
| 28 A         | 47 I592  | 72392   | 8 30 59  | 47 18 42        | A0 | 6.70 | +0.01 | +0.03 |
| 28 K         | 45 I649  | 75523   | 8 48 48  | 45 30 06        | K0 | 5.99 | +1.26 | +1.33 |
| 29 A         | 47 I683  | 82582   | 9 31 03  | 47 07 31        | A5 | 6.52 | +0.22 | +0.09 |
| 29 K         | 46 I566  | 86166   | 9 54 48  | 45 39 13        | K0 | 6.30 | +1.11 | +0.95 |
| 30 A         | 42 I2123 | 90047   | 10 24 31                                       | 41 51 26        | A2 | 6.02 | +0.17 | +0.08 |
| 30 K         | 45 I832  | 90602   | 10 25 36                                       | 45 28 05        | K0 | 6.35 | +1.32 | +1.40 |
| 31 A         | 45 I943  | 100972  | 11 34 56                                       | 44 59 36        | B9 | 6.85 | +0.04 | +0.07 |
| 31 K         | 47 I880  | 99967   | 11 27 42                                       | 46 55 53        | K0 | 6.37 | +1.26 | +1.18 |
| 32 A         | 49 I2163 | III421  | 12 46 24                                       | 48 44 20        | A3 | 6.27 | +0.19 | +0.17 |
| 32 K         | 49 I2165 | III572  | 12 47 20                                       | 49 00 44        | K0 | 6.46 | +1.13 | +1.14 |
| 33 A         | 41 I2424 | I20047  | 13 44 06                                       | 41 20 20        | A3 | 5.87 | +0.21 | +0.06 |
| 33 K         | 46 I922  | I22675  | 14 00 13                                       | 45 59 42        | K5 | 6.23 | +1.36 | +1.45 |
| 34 A         | 43 I2475 | I35517  | 15 12 12                                       | 43 13 58        | A5 | 6.46 | +0.18 | +0.13 |
| 34 K         | 44 I2376 | I28902  | 14 36 13                                       | 43 51 25        | K0 | 5.72 | +1.48 | +1.61 |
| 35 A         | 47 I2300 | I45082  | 16 05 30                                       | 47 38 14        | A0 | 6.61 | -0.01 | -0.05 |
| 35 K         | 45 I2284 | I37390  | 15 22 24                                       | 45 26 48        | K2 | 6.01 | +1.20 | +1.23 |
| 36 A         | 44 I2652 | I54713  | 17 03 33                                       | 43 52 45        | A5 | 6.43 | +0.09 | +0.16 |
| 36 K         | 43 I2654 | I52153  | 16 48 07                                       | 43 30 56        | K0 | 6.13 | +1.26 | +1.31 |
| 37 A         | 45 I2635 | I64429  | 17 57 26                                       | 45 28 41        | B9 | 6.48 | -0.08 | -0.20 |
| 37 K         | 45 I2638 | I64646  | 17 58 30                                       | 45 30 10        | K2 | 5.59 | +1.56 | +1.84 |
| 38 A         | 46 I2551 | I74177  | 18 45 34                                       | 46 15 34        | A0 | 6.52 | +0.07 | +0.17 |
| 38 K         | 41 I3182 | I75884  | 18 54 00                                       | 41 59 36        | K0 | 6.50 | +1.31 | +1.37 |
| 39 A         | 45 I3025 | I89684  | 19 57 46                                       | 45 38 06        | A2 | 5.92 | +0.16 | +0.15 |
| 39 K         | 45 I2940 | I85955  | 19 38 03                                       | 45 50 27        | 5  | 6.20 | +0.90 | +0.55 |
| 41 A         | 44 I4044 | I209993 | 22 04 11                                       | 45 00 16        | A2 | 6.19 | +0.09 | +0.14 |
| 41 K         | 48 I3480 | I206731 | 21 40 42                                       | 49 22 16        | K0 | 6.08 | +0.99 | +0.70 |
| 42 A         | 43 I4399 | I218525 | 23 05 54                                       | 44 17 27        | A0 | 6.56 | +0.17 | +0.20 |
| 42 K         | 44 I4368 | I219668 | 23 14 55                                       | 44 53 30        | K2 | 6.43 | +1.09 | +0.97 |
| 43 A         | 45 I4381 | I224559 | 23 56 13                                       | 46 08 05        | B5 | 6.55 | -0.07 | -0.65 |
| 43 K         | 46 I4214 | I224165 | 23 53 02                                       | 47 04 39        | K0 | 6.00 | +1.16 | +0.94 |

Для вычисления всех коэффициентов, учета атмосферной экстинкции и приведения инструментальной системы к стандартной, в каждую наблюдательную ночь, перед наблюдением программных звезд, наблюдается специальная серия стандартных звезд по следующей схеме:



Если наблюдения продолжаются более 6 часов, то тогда такая серия наблюдений проводится в ночь два раза, до и после наблюдений. В таком случае каждая пара звезд наблюдается по четыре раза: два раза вблизи зенита, а два раза на значительном зенитном расстоянии. Для обработки из этой серии берутся следующие комбинации звезд:

1. Для вычисления коэффициентов  $\beta$ ,  $\mathcal{E}'_c$ , B и D пары: I - 2; 7 - 8; 3 - 4; и 5 - 6, т.к. эти пары звезд на небе близки друг к другу, но различны по цвету. После этого из формулы (9) вычисляем  $\beta$  и  $\mathcal{E}'_c$ , а из формулы (II) - коэффициенты B и D.

2. Для вычисления коэффициентов  $\mathcal{E}_c$  (а также  $\mathcal{E}'_c$ ) и C (а также D) берутся следующие комбинации: I - 4; 2 - 3; 5 - 8 и 6 - 7 т.к. эти пары звезд близки друг к другу по цвету, но относятся к значительно разным воздушным массам. Здесь из формулы (10) вычисляем  $\mathcal{E}_c$  и  $\mathcal{E}'_c$ , а из формулы (12) C и D.

При помощи таких серий наблюдений вычисляются все параметры  $\beta$ ,  $\mathcal{E}_c$ ,  $\mathcal{E}'_c$ , B, C и D для V, (B-V) и (U-V).

4. Практические вычисления коэффициентов и т.д., чтобы осуществить переход от инструментальной системы к стандартной при помощи простых преобразований уравнений типа (9), (10), (11) и (12), с минимальной потерей точности, весьма желательно обеспечить возможную близость кривых реакции этих систем. Для этого необходим весьма тщательный подбор фильтров.

Мы проводили фотоэлектрические наблюдения на 48-см рефлекторе (АЗТ-14А) Абастуманской астрофизической обсерватории со следующими фильтрами: ультрафиолетовый - UG2 (2 мм), синий - BG12(1мм)+GG13(2 мм) и желтый - GG11(2 мм), которые облегчили получение инструментальной системы, достаточно близкой к системе UB<sub>V</sub>, что позволило использовать стандартную систему UB<sub>V</sub> для быстрого и довольно точного определения параметров редукционных формул описанным выше методом. Применялся звездный электрофотометр АФМ-6. В качестве приемника света служил опытный экземпляр ФЭУ типа А-1 с сурьяно-цезиевым фотокатодом, разработанным Н.С.Хлебниковым. Фототок поступает в электронный потенциометр ЭППВ-60 МЗ и регистрируется на диаграммной ленте.

Любая инструментальная система с течением времени постепенно меняется (селективное изменение отражательной способности алюминиевых покрытий зеркал, миграция цезия внутри фотоумножителя, температурная зависимость спектральной чувствительности ФЭУ, прозрачность фильтров), и поэтому необходимо периодически заново определять коэффициенты формул преобразования.



Таблица 2

| Месяц<br>и год | $K_V$ | $K'_V$ | $n$ | $K_{bV}$ | $K'_{bV}$ | $n$ | $K_{cb}$ | $K'_{cb}$ | $n$ | $B_V$      | $\delta$ | $n$ | $\beta_{bV}$ | $\delta$ | $n$ | $\beta_{cb}$ | $\delta$ | $n$ |
|----------------|-------|--------|-----|----------|-----------|-----|----------|-----------|-----|------------|----------|-----|--------------|----------|-----|--------------|----------|-----|
| XI . 68 г.     | 0.260 | +0.030 | 1   | 0.125    | -0.020    | 1   | 0.400    | -0.020    | 1   | -0.065     |          | 1   | 0.970        |          | 1   | 1.000        |          | 1   |
| XII.           | .225  | -0.030 | 2   | .115     | -0.015    | 2   | .360     | -0.005    | 2   | .120±0.030 |          | 2   | 0.992        |          | 1   | 0.980        |          | 1   |
| I . 69         | .270  | +0.040 | 1   | .150     | +0.020    | 2   | .350     | -0.020    | 1   | .065       | .035     | 2   | 1.022±0.008  |          | 2   | 1.030        |          | 1   |
| II .           | .195  | -0.022 | 2   | .120     | +0.015    | 2   | .375     | -0.020    | 2   | .105       | .015     | 2   | 0.992        | .008     | 2   | 1.002±0.012  |          | 2   |
| IV .           | .225  | -0.022 | 2   | .135     | -0.020    | 2   | .370     | -0.015    | 2   | .112       | .022     | 2   | 0.972        | .013     | 2   | 1.018        | .022     | 2   |
| VI .           | .235  | -0.015 | 2   | .115     | -0.040    | 1   | .340     | -0.010    | 2   | .085       | .003     | 2   | 0.975        | .005     | 2   | 1.085        | .015     | 2   |
| VII.           | .235  | +0.020 | 2   | .138     | -0.015    | 2   | .345     | +0.015    | 2   | .108       | .017     | 2   | 0.970        | .008     | 2   | 1.135        | .020     | 2   |
| IX .           | .232  | -0.022 | 8   | .123     | -0.036    | 8   | .374     | -0.018    | 4   | .112       | .047     | 8   | 0.976        | .029     | 8   | 1.024        | .055     | 5   |
| X .            | .282  | -0.040 | 5   | .140     | +0.010    | 5   | .393     | -0.010    | 4   | .090       | .046     | 4   | 0.997        | .015     | 3   | 1.023        | .042     | 4   |
| XI .           | .200  | -0.020 | 2   | .095     | -0.035    | 2   | .290     | -0.020    | 1   | .140       | .030     | 2   | 0.975        | .015     | 2   | 1.090        |          | 1   |
| XII.           | .230  | -0.008 | 4   | .110     | -0.008    | 4   | .357     | -0.020    | 1   | .080       | .025     | 4   | 0.970        | .023     | 4   | 0.980        | .027     | 3   |
| I . 70         | .218  | -0.012 | 4   | .102     | -0.005    | 4   | .316     | 0.000     | 5   | .090       | .026     | 4   | 0.991        | .017     | 4   | 0.996        | .026     | 4   |
| II .           | .170  | -0.010 | 1   | .090     | -0.060    | 1   | .260     | +0.010    | 1   | .050       |          | 1   | 0.971        |          | 1   | 1.030        |          | 1   |
| IV .           | .217  | +0.010 | 3   | .126     | -0.023    | 6   | .390     | -0.028    | 5   | .080       | .030     | 5   | 0.961        | .017     | 5   | 1.055        | .055     | 4   |
| VI .           | .215  | -0.010 | 2   | .120     | 0.000     | 1   | .360     | -0.030    | 1   | .110       | .035     | 2   | 1.015        | .005     | 2   | 0.995        |          | 1   |
| VII.           | .275  | -0.080 | 2   | .125     | -0.025    | 2   | .340     | +0.020    | 1   | .175       | .015     | 2   | 1.005        | .020     | 2   | 0.985        |          | 1   |
| VIII.          | .295  | -0.060 | 2   | .144     | -0.060    | 2   | .412     | +0.050    | 1   | .170       |          | 1   | 0.980        | .007     | 2   | 1.025        |          | 1   |
| IX .           | .277  | -0.030 | 3   | .142     | -0.060    | 2   | .373     | 0.000     | 3   | .120       | .026     | 4   | 0.962        | .024     | 4   | 1.075        | .025     | 2   |
| X .            | .275  | -0.005 | 4   | .139     | +0.008    | 5   | .315     | 0.000     | 3   | .120       |          | 1   | 0.995        | .035     | 5   | 1.038        | .040     | 3   |

Таблица 2 (продолжение)

| Месяц<br>и год | $K_V$ | $K'_V$ | $n$ | $K_{bV}$ | $K'_{bV}$ | $n$ | $K_{cb}$ | $K'_{cb}$ | $n$ | $B_V$        | $\delta$ | $n$ | $\beta_{bV}$ | $\delta$ | $n$ | $\beta_{cb}$ | $\delta$ | $n$ |
|----------------|-------|--------|-----|----------|-----------|-----|----------|-----------|-----|--------------|----------|-----|--------------|----------|-----|--------------|----------|-----|
| I . 71 г.      | 0.150 | 0.000  | 7   | 0.133    | -0.031    | 7   | 0.367    | -0.033    | 7   | -0.060±0.022 |          | 6   | 0.988±0.026  |          | 7   | 1.006±0.026  |          | 6   |
| III .          | .150  | +0.020 | 1   | .126     | -0.030    | 1   | .360     | -0.014    | 1   | .060         |          | 1   | 0.965        |          | 1   | 1.065        |          | 1   |
| III .          | .140  | -0.040 | 2   | .097     | +0.010    | 2   | .270     | -0.040    | 1   | .160         | .030     | 2   | 0.998        | .035     | 2   | 0.965        |          | 1   |
| IV .           | .225  | +0.025 | 4   | .130     | -0.038    | 4   | .317     | +0.012    | 4   | .090         |          | 1   | 0.973        | .032     | 5   | 1.022        | .045     | 4   |
| VIII.          | .200  | 0.000  | 1   | .126     | -0.020    | 2   | .340     | -0.040    | 1   | .130         | .030     | 2   | 0.965        | .000     | 2   | 1.165        |          | 1   |
| IX .           | .240  | +0.025 | 2   | .109     | -0.053    | 3   | .336     | -0.020    | 3   | .073         | .025     | 3   | 0.963        | .033     | 4   | 0.992        | .035     | 3   |
| X .            | .190  | -0.012 | 4   | .118     | -0.022    | 4   | .418     | -0.032    | 4   | .102         | .035     | 4   | 0.985        | .025     | 4   | 1.058        | .033     | 3   |
| XI .           | .150  | -0.040 | 1   | .092     | -0.040    | 1   | .468     | -0.040    | 1   | .135         |          | 1   | 0.975        |          | 1   | 0.970        |          | 1   |
| XII.           | -     | -      | -   | -        | -         | -   | -        | -         | -   | .145         |          | 1   | 1.030        |          | 1   | 0.970        |          | 1   |
| I . 72         | .185  | -0.030 | 2   | .118     | -0.035    | 2   | .316     | +0.010    | 2   | .135         |          | 1   | 0.955        | .017     | 2   | 1.038        | .042     | 2   |
| II .           | .177  | -0.017 | 3   | .121     | -0.037    | 3   | .352     | +0.003    | 3   | .118         | .028     | 3   | 0.968        | .006     | 3   | 1.007        | .065     | 3   |
| III.           | .232  | +0.007 | 4   | .115     | -0.033    | 4   | .420     | -0.023    | 4   | .088         | .022     | 3   | 0.962        | .022     | 3   | 0.955        | .018     | 2   |
| IV .           | .182  | -0.042 | 4   | .122     | -0.028    | 4   | .310     | -0.030    | 1   | .173         | .012     | 3   | 0.965        | .025     | 4   | 1.090        | .010     | 2   |
| XI .           | .180  | +0.020 | 1   | .112     | -0.030    | 1   | .410     | -0.040    | 1   | .110         |          | 1   | 1.000        |          | 1   | 1.040        |          | 1   |
| IV . 73        | .160  | -0.030 | 1   | .119     | -0.060    | 1   | .396     | -0.040    | 1   | .125         | .015     | 2   | 0.982        | .030     | 2   | 1.025        | .035     | 2   |



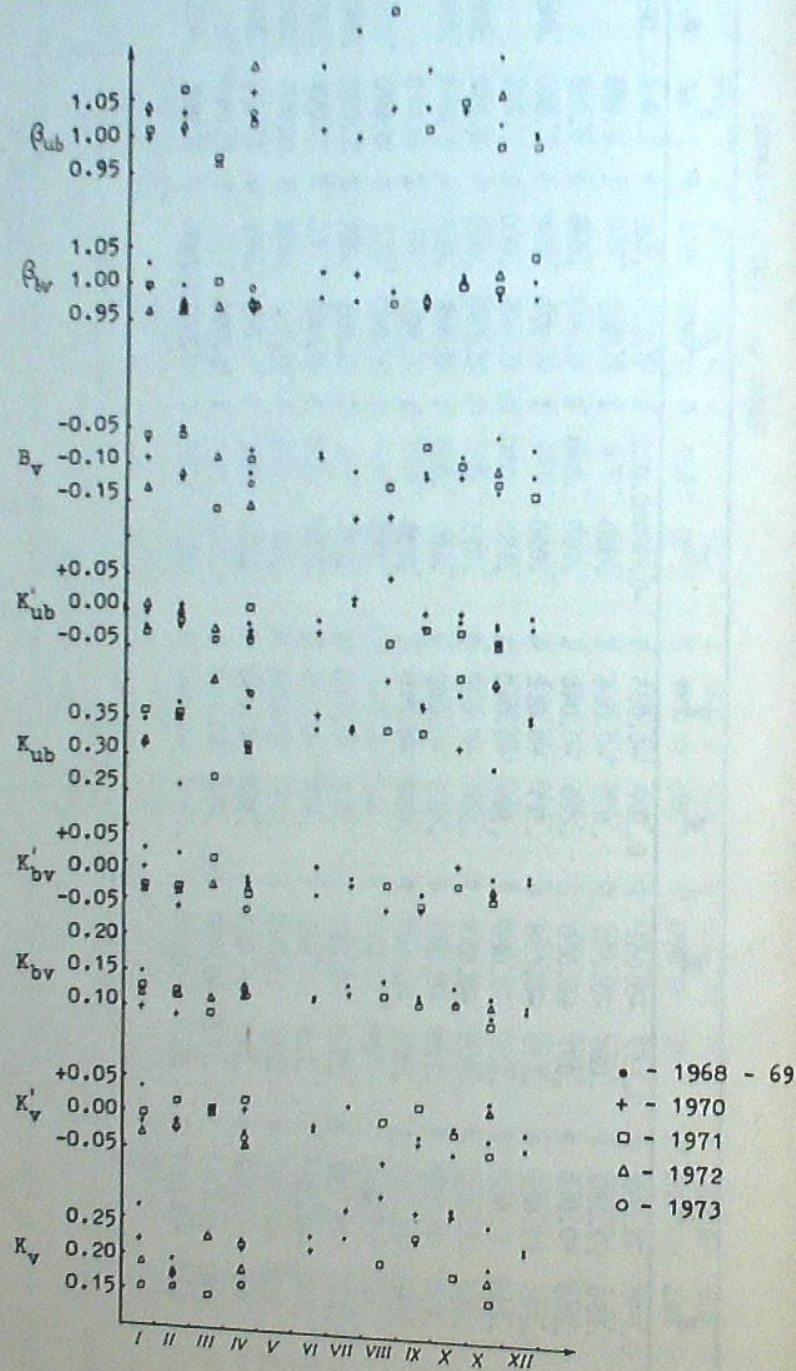


Рис. 5

Для проверки вышеизложенного дифференциального метода, были определены значения всех коэффициентов.

В связи с этим для каждой ночи с помощью графиков определялись средние коэффициенты экстинкции и переходные коэффициенты для привязки фотометрических параметров к стандартной системе (см. рис. 1, 2, 3 и 4).

На основе наблюдений, выполненных в Абастуманской астрофизической обсерватории в течение 90 ночей, были определены все коэффициенты для определения цветов (В - V) и (U - V) и величин  $v$ . Используя эти данные и вычислив среднемесячные коэффициенты по годам, мы получили результаты, представленные в таблице 2 и на рис. 5, где  $n$  - количество наблюдательных ночей и  $\sigma$  - дисперсия. Более подробный анализ для всех коэффициентов будет дан в последующей статье.

При тщательной подгонке кривых реакции можно уменьшить до минимума коэффициент В в преобразовании (II), так что он будет близок к нулю, а масштабный множитель  $\beta$  в уравнении (9) приблизится к единице; постепенные изменения коэффициентов В,  $\beta$  в пределах нескольких процентов можно обнаружить при больших продолжительностях наблюдений. Значения этих коэффициентов показали, что Абастуманская фотометрическая система является устойчивой и близкой к стандартной системе U, B, V. Результаты в целом убеждают нас в том, что вышеописанный дифференциальный метод вполне пригоден для наших целей.

В заключение автор выражает благодарность проф. В. Б. Никонову за ценные критические замечания при обсуждении данной работы, проф. Е. В. Рыбе (Краков) за консультации по вопросам, касающимся создания фотометрических стандартов; доктору М. Винярскому (Краков) за интерес к настоящей работе и дискуссии.

Апрель, 1975.

ფოტომეტრიკის სისტემების რედუქციის დიფერენციალური მეთოდი (კავშირების არაბეჭდი ფოტომეტრიკის სტანდარტების შედგენისათვის)

მ. აბულაძე  
(რეზიუმე)

აღნიშნულ სტატიაში მოცემულია აბასტუმანის ინსტრუმენტული სისტემის სტანდარტული UVV სისტემაზე ბინსვანის დიფერენციალური მეთოდი. საკმაოდ დახვეწილი არის განხილული ატმოსფერული ექსტინქციისა და ინსტრუმენტული სისტემის სტანდარტული UVV სისტემაზე ბინსვანის კორექციების დაკვირვებისა და განსაზღვრის მეთოდები (იხ. ცხრ. 1 და ნახ-ები: 1, 2, 3 და 4). არატექსტუალურ გამოყვანილ მეთოდს აღნიშნული კორექციების ბინსვან-რეზიუმე.

1968-73 წწ. აბასტუმანის მზისფარის 48-სი რეგულატორზე (AST-I4A) 90 ღამის განმავლობაში განხორციელებულ სპეციალურ დაკვირვებებში ატმოსფერული ექსტინქციისა და სისტემის ბინსვანის კორექციების განსაზღვრისათვის. გა-



ბიკალირი იქნა ფუნქციონირება  $v$ ,  $v - v$  და  $u - v$  სიხშირეების განსაზღვრა სადონის (ცხრილი 2, ნახ. 5).

ბიკალირი ანალიზატორებიდან ჩანს, რომ აბსტუმანის ფოტოელექტრიკი სისტემა არის სტაბილური და აბსტუმანის სტანდარტული UVB სისტემასთან; ატმოსფეროს გამჭვირვალობა აბსტუმანში საკმაოდ მაღალია. ბიკალირი მუდმივად უზრუნველყოფს, რომ ბიკალირი ანალიზირებული მუდმივი სავსებით გამოყვება ჩვენი ბიკალირი სისტემის, ე.ი. ფოტოელექტრიკი სტანდარტების შესაქმნელად გამოყენების მუდმივი სავსებით, რაც ჩვენს სამუშაოს დასრულებას.

DIFFERENTIAL METHOD OF REDUCTION OF PHOTOELECTRIC SYSTEM  
(ON COMPILATION OF A CATALOGUE OF PHOTOMETRIC STANDARDS IN KSA)

O.P. ABULADZE  
(Summary)

There is being described differential method of reduction of Abastumani Observatory's instrumental system to the standard UVB system. A detailed discussion is being given to the technique used for observation and estimation of both the atmospheric extinction and the reduction coefficients needed for the said reduction (Table 1, Fig. 1, 2, 3, 4). The above coefficients have been derived experimentally.

Special observations on purpose to estimate coefficients of atmospheric extinction and that of the reduction system have been carried out in Abastumani Observatory in 1968-73 in the run of 90 nights by the 48-reflector (AZT-14A). There have been estimated all the coefficients in order to obtain the U, B-V, U-B values (Table 2, Fig. 5).

The coefficients obtained reveal that Abastumani photoelectric system proves stable enough and no sharply different to the standard UVB system; air transparency is as good as high. The method entirely serves our purpose; that is to catalogue photoelectric standards in the KSA which is actually our task.

Цитированная литература

1. Харди Х. Редукция фотоэлектрических наблюдений. Методы Астрономии. М. 1967, 165.
2. Некрасова С.В., Никонов В.Б. и Рыбка Е.В. Фотоэлектрические величины и цвета опорных фотометрических звезд в площадках Каптейна. Изв. Крым. астрофиз. обс. 1965, XXXIV, 69.
3. Rybka E.W. The corrected magnitudes and colours of 278 stars near S.A. 1-139 in the UVB system. Acta astronomica. 1969. Vol.19, N 3, 230.

ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ

ТИПА W UMa

В.А. ОЩЕПКОВ

В настоящей работе мы приводим наблюдательный материал для 4 систем типа W UMa: 1 Boo, VW Cep, U Peg, W UMa. Методика наблюдений и обработки описана нами в [1]. Отметим лишь следующее. В конце 1971 г. был заменен прежний анализатор (призма Глана). В качестве нового анализатора используется поляроидная пленка Загорского завода, вклеенная между стеклами. На рис. 1 показаны кривые главных пропусканий  $k_1$  и  $k_2$  [2] и поляризующая способность поляроида - P. У поляроида довольно

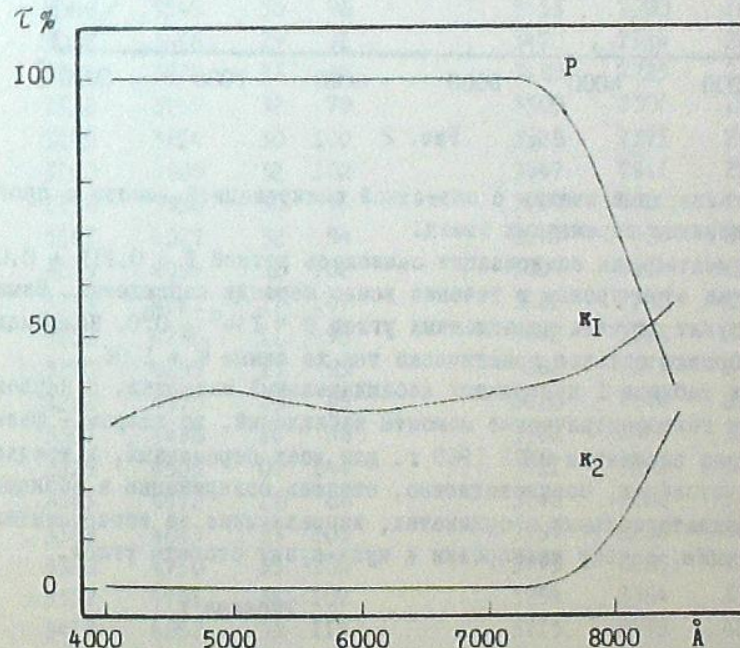


Рис. 1

хорошее пропускание ~37% в области 4000 - 7500 ангстрем и хорошая поляризующая способность. На рис. 2 показана кривая реакции нашей аппаратуры (оптика телескопа, поляриод и спектральная чувствительность ФЭУ - 79); пунктирная линия на рисунке - кривая реакции аппаратуры с призмой Глана. Новый анализатор практически не изменил кривую реакции.

В связи с установкой нового анализатора нужно было выявить систематические ошибки. Мы не стали проводить отдельного исследования, а