

АТМОСФЕРНАЯ ЭКСТИНКЦИЯ В САО АН СССР (1976—1980)

С. И. Неизвестный

На основании специально поставленных наблюдений сделан выбор методики определения коэффициентов атмосферной экстинкции для САО АН СССР. Приводятся данные по экстинкции в *UBVR* системе в период с сентября 1976 по октябрь 1980 г., анализ этих данных и сопоставление их с полученными на других обсерваториях. Средние коэффициенты экстинкции равны: $K_U=0^m615$, $K_B=0^m319$, $K_V=0^m184$, $K_R=0^m114$.

The method of determination of atmospheric extinction coefficients for SAO AS USSR has been selected on the basis of the special observations. Extinction data in *UBVR* system since September 1976 till October 1980, as well as analysis of these data and comparison with those obtained in other observatories are given. The mean extinction coefficients are: $K_U=0^m615$, $K_B=0^m319$, $K_V=0^m184$, $K_R=0^m114$.

Учет атмосферной экстинкции является важным этапом при проведении фотоэлектрических наблюдений. От точности ее определения зависит точность выполнения фотометрических работ. Характер поведения атмосферного поглощения в данном астрономическом пункте во многом определяет выбор оптимальной методики наблюдений, методики учета экстинкции, обеспечивающих необходимую точность измерений при минимальных затратах наблюдательного времени.

Известно, что атмосферная экстинкция для большинства обсерваторий имеет ярко выраженные сезонные изменения в течение года [1—6] и изменения от года к году [7—9]. В местах с хорошим астроклиматом экстинкция может иметь небольшие изменения от ночи к ночи и практически постоянна в течение ночи. Обсерваториям со средними характеристиками астроклимата присущи изменения прозрачности атмосферы на протяжении ночи [10—11], а для некоторых отмечено изменение прозрачности за один час [12] даже в ночи хорошего фотометрического качества. Кроме того, существуют изменения прозрачности с азимутом наблюдений [13], а также возможны локальные изменения в разных участках неба [14—15].

Определение и изучение такого рода изменений прозрачности и выбор на основании этого метода измерения коэффициентов экстинкции в САО АН СССР является целью данной работы.

Наблюдения. Наблюдения проводились на телескопе Цейс-600 САО АН СССР (за исключением нескольких ночей, когда была возможность измерения экстинкции на БТА) на электрофотометре, описанном в работе [16], в *UBVR* системе с сентября 1976 по октябрь 1980 г. В период со 2 сентября по 23 декабря 1976 г. наблюдения проводились по специальной программе с целью детального изучения атмосферной прозрачности. В дальнейшем определение прозрачности ограничивалось минимально необходимыми измерениями в течение ночи и являлось частью программных фотоэлектрических наблюдений.

Наблюдения по специальной программе составлялись таким образом, чтобы было возможно проводить их обработку разными методами, в частности: Бугера, $\Delta\Delta$ Стока, Никонова, Харди—Ежикевича. Непосредственно наблюдения состояли из измерений пар экстинкционных звезд (красной G9—K5 и синей B8—A2), расположенных по прямому восхождению через 3—5 ч и имеющих склонение около 45° (т. е. близкое к широте места). Кроме того, проводились наблюдения пар, находящихся на юге вблизи меридиана приблизительно на

ТАБЛИЦА 1

Дата	Метод	K_U	K_B	K_V	K_R
29.09.76	1	^m 0.60	^m 0.31	^m 0.17	^m 0.12
	2	0.57	0.30	0.17	0.10
	3	0.54	0.30	0.16	0.10
	4	0.55	0.28	0.15	0.10
18.10.76	1	0.54	0.26	0.14	0.09
	2	0.54	0.26	0.13	0.09
	3	0.52	0.26	0.14	0.08
	4	0.52	0.26	0.13	0.08
26.10.76	1	0.63	0.32	0.19	0.12
	2	0.60	0.31	0.17	0.10
	3	0.53	0.30	0.17	0.11
	4	0.56	0.28	0.15	0.09
27.10.76	1	0.69	0.34	0.20	0.13
	2	0.63	0.32	0.18	0.11
	3	0.64	0.30	0.21	0.10
	4	0.59	0.29	0.16	0.11

Примечание. 1 — метод Бугера, 2 — $\Delta\Delta$ Стока, 3 — Никонова, 4 — Харди—Ежикевича.

воздушной массе 2. В ночи хорошего фотометрического качества* к указанным наблюдениям добавлялись наблюдения пар, расположенных на различных азимутах (приблизительно через $30-45^\circ$) вблизи воздушной массы 2, а наблюдения зенитной пары проводились через $15-20$ мин. Это делалось с целью выявления азимутального эффекта.

Сравнение методов определения экстинкции. Обработка наблюдений различными методами производилась для четырех ночей. Некоторые результаты этой обработки приведены в табл. 1. Данные таблицы относятся к местной полночи, азимут определения коэффициентов экстинкции в методах Никонова и Харди—Ежикевича равен 0° (юг).

Метод Бугера. Точное определение экстинкции методом Бугера требует постоянства прозрачности атмосферы в течение ночи, отсутствия азимутального эффекта, точного учета изменения чувствительности аппаратуры. А определение цветových коэффициентов требует одновременных наблюдений двух звезд разных цветов. Поэтому коэффициенты экстинкции, определенные данным методом, могут быть отягощены значительными ошибками.

Методом Бугера экстинкция определялась по наблюдениям звезд как до меридиана, так и после. Приведенные в табл. 1 данные вычислялись как среднее по двум прямым Бугера (до и после меридиана), полученным по наблюдениям голубой звезды, проходящей зенит примерно в местную полночь. На рис. 1 представлены прямые Бугера для иллюстрации определения экстинкции этим методом. Все прямые относятся к ночи с 29 на 30 сентября 1976 г. с хорошим фотометрическим качеством для САО. Построены они по наблюдениям в фильтре B голубых звезд, для которых показатель цвета ($B-V$) близок к нулю. На рис. 1, a и b изображены прямые Бугера, полученные в первую и во вторую половины ночи соответственно. Прямые, полученные по восходящим и заходящим звездам, совмещены по Δm в точке $M(Z)=1$. Эти графики характеризуют экстинкцию, относящуюся примерно к 2.5 ч до и после местной полночи. Графики на рис. 1, c построены по наблюдениям одной и той же звезды, проходящей район зенита около местной полночи. Коэффициенты экстинкции, определенные как среднее по двум прямым Бугера, соответствуют на рис. 1, a — 0^m30 (на одну воздушную массу), на рис. 1, b — 0^m285 , на рис. 1, c — 0^m31 . Согласие между ними хорошее, среднее по ним равно $0^m298 \pm 0^m007$. И тем не менее так же, как

* Под фотометрической ночью подразумевается такая ночь, когда: 1) небо безоблачное в течение 5 ч или более; 2) скорость ветра не превышает 10 м/с; 3) поток от стандартных звезд вблизи зенита имеет разброс не более статистического на временах десятки секунд—минуты, поглощение в течение ночи изменяется плавно.

это среднее существенно отличается от значения, полученного более точным методом Харди—Ежикевича (табл. 1), так и каждое из трех значений отличается от соответствующих значений коэффициентов, полученных методом Харди—Ежикевича приблизительно на те же моменты. Это хорошо видно из ри-

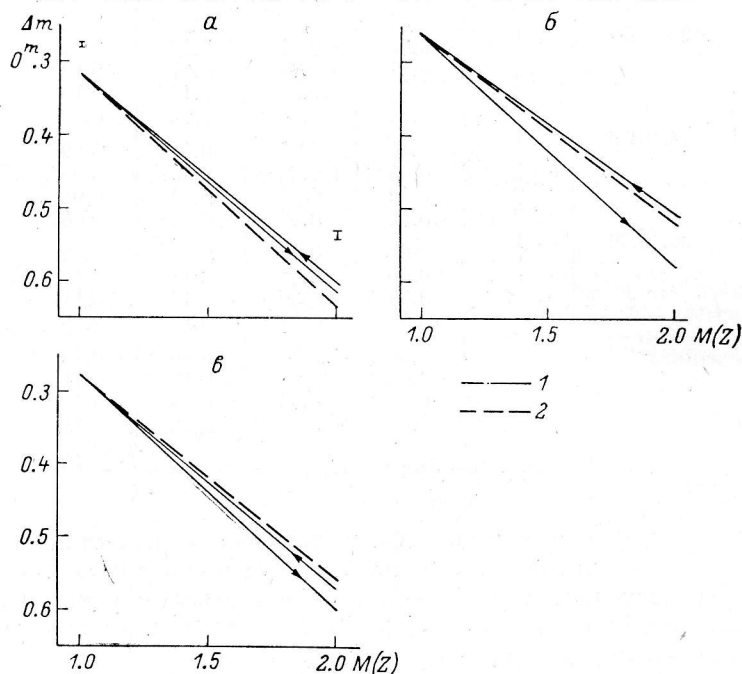


Рис. 1. Определение экстинкции методом Бугера.

1 — прямые Бугера; 2 — прямые, соответствующие экстинкции, определенной методом Харди—Ежикевича. Стрелками отмечено направление движения звезд по воздушной массе. Величина вертикальных отрезков соответствует удвоенной среднеквадратичной ошибке отдельного измерения на $M(Z)=1$ и 2.

сунка. В фильтре U отличие достигает 0^m05 для данной ночи. Для ночей с удовлетворительным фотометрическим качеством (например, ночи 26/27 и 27/28 октября 1976 г.) ошибки метода Бугера могут достигать значений в фильтре U — 0^m10 , в B — 0^m05 , в V и R — 0^m02 — 0^m04 .

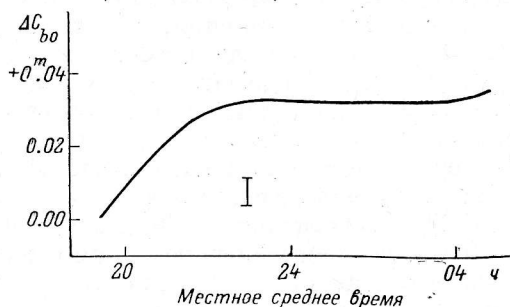


Рис. 2. Изменение чувствительности аппаратуры 29/30 октября 1976 г.

Вертикальная линейка — удвоенная среднеквадратичная ошибка одного измерения.

Как будет показано ниже, для САО имеет место зависимость экстинкции от азимута наблюдений. Этим эффектом в совокупности с эффектом дрейфа чувствительности аппаратуры (рис. 2) можно частично объяснить поведение прямых Бугера на рис. 1 (изменение экстинкции для данной ночи мало в сравнении с указанными эффектами). При измерении экстинкции до полуночи изменение чувствительности аппаратуры уменьшает наклон обеих прямых, но это уменьшение частично компенсируется азимутальным эффектом. Поэтому экстинкция, определенная здесь методом Бугера, в фильтре B примерно на 0^m02 меньше, чем экстинкция, определенная методом Харди—Ежикевича. Во второй половине ночи (рис. 1, б) азимутальный эффект сильно увеличивает наклон нижней прямой при приблизительно постоянной чувствительности аппаратуры после полуночи. При небольшой зависимости экстинкции от азимута в восточной полусфере

эффект изменения чувствительности аппаратуры увеличивает наклон верхней прямой на рис. 1, *в* и тем самым приближает ее к нижней.

Из сказанного видно, что применение метода Бугера в условиях САО даже в ночи хорошего фотометрического качества приводит к систематическим ошибкам в определении коэффициентов экстинкции.

Метод $\Delta\Delta$ Стока. В настоящей работе метод $\Delta\Delta$ Стока использовался согласно описанию в [17]. Этот метод позволяет избавиться от изменений чувствительности аппаратуры, не требуя наблюдений РЛИ (радиолюминесцентного источника), но предполагает постоянство прозрачности атмосферы в течение ночи и отсутствие азимутального эффекта. Значения коэффициентов экстинкции, полученные этим методом, близки к значениям, полученным методом Бугера. Ошибки метода Стока, хотя и несколько меньше, но того же порядка, что и метода Бугера.

Метод Никонова. Для определения коэффициентов экстинкции использовался наиболее разработанный вариант метода Никонова — метод контрольных звезд, описанный в работе [18]. Этот метод был разработан в связи с созданием фундаментального фотоэлектрического каталога и нашел большое применение в фотометрических работах, поэтому остановимся на нем несколько подробнее.

В основу метода заложено определение предварительных значений коэффициентов экстинкции по наблюдениям экстинкционной звезды (с применением метода Бугера) и последующее уточнение их по нескольким наблюдениям контрольных звезд, проводимым в большом диапазоне воздушных масс. Одним из положений метода Никонова является то, что в его основные уравнения — уравнения (13) и (15) в работе [18] — экстинкция не входит, а поэтому для уточнения значений коэффициентов экстинкции можно использовать наблюдения, выполненные в разные ночи. Однако это справедливо, если возможна интерполяция предварительных коэффициентов, найденных по наблюдениям экстинкционной звезды, на момент времени и азимут наблюдений контрольных звезд. При этом необходим надежный учет изменения чувствительности аппаратуры и уверенность в постоянстве внеатмосферных характеристик контрольных звезд.

На некоторые проблемы при использовании первого варианта метода Никонова («метод уточнения внеатмосферных цветовых характеристик стандартной звезды» [19]), но присущие и методу контрольных звезд, указывал в своей работе Сток [17]. На практике применение метода в условиях САО вызвало определенные трудности. В частности, используя «контрольные графики» (зависимость $m_{ок}(\lambda)$ от η в работе [18]), нельзя было однозначно разделить два эффекта: во-первых, изменение чувствительности аппаратуры, т. е. нуль-пунктов системы; во-вторых, плавные, регулярные изменения прозрачности в течение ночи. Эти эффекты в наших условиях наблюдений вызывают совершенно однообразные отклонения на «контрольных графиках» и даже качественно неразделимы по ним. Такие трудности усиливаются во время наблюдений в ночи посредственного фотометрического качества. При этом использование метода контрольных звезд ведет к увеличению времени определения экстинкции, а необходимость измерения цветовых коэффициентов (в работе [18] они именуется цветовыми факторами цветовой экстинкции) влечет за собой увеличение этого времени еще примерно в 1.5 раза, что даже превышает время, необходимое при применении метода Харди—Ежикевича, дающего более однозначное определение коэффициентов экстинкции.

Все три рассмотренных метода дают достаточно близкие оценки коэффициентов экстинкции в ночи хорошего качества (данные табл. 1 для ночи 18/19 октября 1976 г.) и значительно различающиеся для характерных ночей в САО (например, для ночей 26/27 и 27/28 октября 1976 г.) по условиям наблюдений.

Метод Харди—Ежикевича. Метод Харди—Ежикевича использовался согласно работам [20, 21]. Метод позволяет обнаружить зависимость экстинкции от азимута и времени. Он также позволяет освободиться от изменений чувствительности аппаратуры, так как одно измерение коэффициентов экстинкции (в четырех цветах) занимает около 10 мин (за это время чувствительность практически не изменится). Однако этим методом достигается хорошая точность определения экстинкции, если используются стандартные экстинкци-

онные звезды с заранее надежно определенными внеатмосферными фотометрическими характеристиками. Мы старались подбирать экстинкционные звезды, измерявшиеся несколькими авторами [22—26].

Харди для повышения точности предлагает наблюдать по три звезды разного цвета вблизи зенита и на воздушной массе 2.0—2.5. Используя точные внеатмосферные характеристики звезд, мы ограничились наблюдениями двух звезд (красной и синей). Это, с одной стороны, позволяет повысить точность определения главных коэффициентов экстинкции по сравнению с наблюдениями по одной звезде (вверху и внизу соответственно) и, с другой — определить цветовые коэффициенты. Как будет показано ниже (рис. 3), экстинкция на САО (особенно в начале ночи) может изменяться на 2—3% за 10—15 мин. Поэтому возможны изменения экстинкции за время наблюдений верхней и нижней пары в четырех цветах. Чтобы учесть сказанное, мы дополнили эти наблюдения повторным измерением верхней пары (сразу же после измерения нижней). Результаты измерений верхней пары интерполировались на момент измерений нижней, а азимут наблюдений считался равным азимуту нижней пары. Практически из наблюдений следует, что максимальные различия между двумя измерениями верхней пары составляют 0^m04 — 0^m06 , а в ночи хорошего качества они, как правило, не превышают 0^m01 , и интерполяция выполняется с достаточной точностью.

Ошибки измерения экстинкции таким методом в основном обусловлены каталожными ошибками внеатмосферных фотометрических характеристик экстинкционных звезд. Внутренние среднеквадратичные ошибки отдельных измерений потоков от звезд обычно меньше 0^m003 — 0^m006 (на воздушных массах до 2.5), так как все эти звезды яркие — ярче 9^m . Влиянием их на точность определения коэффициентов экстинкции можно зачастую пренебречь. Ошибки интерполяции измерений верхней пары на момент наблюдений нижней, обусловленные изменением чувствительности аппаратуры и прозрачности атмосферы, не превышают 0^m01 . Влияние каталожных ошибок уменьшается при уточнении внеатмосферных характеристик экстинкционных звезд усреднением по большой серии наблюдений, имеющихся для них, а также использованием большого числа этих звезд.

Итак, из вышесказанного следует, что наиболее приемлемым методом учета экстинкции в условиях наблюдений САО является рассмотренный вариант метода Харди—Ежикевича, который позволяет обеспечить наилучшую точность при небольших затратах времени. Именно на этом варианте метода мы и остановились в дальнейших своих наблюдениях.

Обработка наблюдений. Редукция измерений инструментальных характеристик (u, b, v, r) в стандартные (U, B, V, R) [27, 28] осуществлялась по формулам:

$$\begin{aligned} V &= C_v v - C_{1v} (b - v) - C_v [k_v + k'_v (b - v) + k''_v] M(Z) + C_{0v}; \\ (B - V) &= C_{bv} (b - v) - C_{bv} [k_{bv} + k'_{bv} (b - v) + k''_{bv}] M(Z) + C_{0bv}; \\ (V - R) &= C_{vr} (v - r) - C_{vr} [k_{vr} + k'_{vr} (v - r) + k''_{vr}] M(Z) + C_{0vr}; \\ (U - B) &= C_{ub} (u - b) - C_{ub} [k_{ub} + k'_{ub} (u - b) + k''_{ub}] M(Z) + C_{0ub}. \end{aligned}$$

Здесь $C_v, C_{bv}, C_{vr}, C_{ub}$ — масштабные коэффициенты редукции; $C_{0v}, C_{0bv}, C_{0vr}, C_{0ub}$ — нуль-пункты систем, характеризующие чувствительность аппаратуры; $M(Z)$ — воздушная масса; k — главные коэффициенты экстинкции; k' — цветовые; k'' — коэффициенты экстинкции второго порядка.

Одна из задач данной работы — определение главных коэффициентов экстинкции. Рассмотрим, как влияют при обработке на определение этих коэффициентов другие параметры в приведенных формулах.

Масштабные коэффициенты вычислялись методом Харди [20] по наблюдениям стандартных звезд в рассеянных скоплениях, имеющих надежные фотоэлектрические измерения. По результатам наблюдений за весь описываемый период была определена зависимость этих коэффициентов от времени. Подробно здесь на этом останавливаться нет необходимости (это выходит за рамки темы статьи) и стоит лишь отметить следующее. Максимальное изменение масштабных коэффициентов составляет 6% для C_{ub} и C_{bv} , 3% для C_v и C_{vr} , причем в зимний период наблюдений они наиболее близки к единице. Изменения эти ощутимы

лишь при переходе от сезона к сезону. В течение же сета наблюдений (одной недели) коэффициенты постоянны. Поэтому мы принимаем их как константы в течение ночи, не влияющие на определение главных членов экстинкции.

Нуль-пункты систем изменяются не только от сезона к сезону, но и в течение ночи. Изменения эти достигают 3—5%. В качестве примера на рис. 2 изображено изменение коэффициента $C_{ob} = C_{ov} + C_{obv}$ в ночь 29/30 сентября 1976 г. В данном электрофотометре используется РЛИ желто-зеленого свечения, обеспечивающий грубый контроль чувствительности аппаратуры в фильтрах b , v , g с точностью 1—4% [16]. Поэтому нуль-пункты систем приходится более точно контролировать по наблюдениям экстинкционных звезд с показателями цвета, близкими к нулю.

Цветовые коэффициенты аналогично масштабным множителям изменяются только от сета к сету и в течение ночи постоянны. Диапазон изменений их таков:

ТАБЛИЦА 2

Дата	K_U	K_B	K_V	K_R	Дата	K_U	K_B	K_V	K_R
02.09.76	0.582	0.303	0.180	0.104	22.01.79	0.509	0.254	0.130	0.072
16.09.76	0.595	0.312	0.183	0.121	23.01.79	0.657	0.349	0.213	0.121
25.09.76	0.528	0.282	0.169	0.099	24.01.79	0.579	0.362	0.200	0.131
27.09.76	0.797	0.409	0.263	0.178	25.01.79	0.622	0.366	0.218	0.125
28.09.76	0.601	0.337	0.205	—	28.01.79	0.576	0.329	0.180	0.096
29.09.76	0.551	0.278	0.153	0.100	27.02.79	0.559	0.304	0.175	0.093
18.10.76	0.517	0.260	0.132	0.083	28.02.79	0.614	0.368	0.181	0.103
26.10.76	0.564	0.282	0.154	0.092	01.03.79	0.595	0.308	0.169	0.099
27.10.76	0.588	0.290	0.163	0.111	28.03.79	0.670	0.372	0.264	0.136
29.10.76	0.492	0.267	0.124	0.068	30.03.79	0.553	0.267	0.147	0.080
30.10.76	0.511	0.272	0.135	0.073	30.04.79	0.581	0.299	0.152	0.084
22.12.76	0.485	0.244	0.126	0.065	01.05.79	0.753	0.368	0.253	0.135
23.12.76	0.539	0.274	0.149	0.085	02.05.79	0.830	0.396	0.262	0.151
12.01.77	0.549	0.278	0.153	0.095	14.05.79	0.692	0.335	0.229	0.120
14.01.77	0.480	0.233	0.102	0.058	15.05.79	0.914	0.481	0.301	0.185
15.01.77	0.514	0.250	0.111	0.064	17.05.79	0.795	0.377	0.246	0.164
29.01.77	0.457	0.226	0.107	0.060	18.05.79	0.823	0.419	0.271	0.167
29.03.77	0.499	0.261	0.125	0.076	24.05.79	0.606	0.325	0.204	0.129
11.04.77	0.542	0.301	0.146	0.092	25.05.79	0.722	0.383	0.240	0.172
16.05.77	0.527	0.279	0.141	0.094	26.05.79	0.662	0.338	0.231	0.165
21.05.77	0.520	0.284	0.165	0.109	27.05.79	0.748	0.395	0.263	0.180
23.05.77	0.718	0.377	0.232	0.145	30.05.79	0.584	0.310	0.203	0.128
24.05.77	0.650	0.347	0.215	0.131	01.06.79	0.709	0.367	0.235	0.141
12.06.77	0.690	0.352	0.222	0.143	03.06.79	0.564	0.322	0.188	0.117
13.06.77	0.784	0.401	0.248	0.164	16.06.79	0.698	0.360	0.237	0.142
12.10.77	0.527	0.276	0.140	0.097	17.06.79	0.739	0.383	0.244	0.160
25.10.77	0.484	0.255	0.134	0.070	20.06.79	0.802	0.411	0.217	0.124
26.10.77	0.540	0.273	0.138	0.072	21.06.79	0.597	0.328	0.193	0.121
03.11.77	0.637	0.364	0.212	0.155	25.06.79	0.880	0.485	0.314	0.219
12.11.77	0.504	0.249	0.135	0.079	26.06.79	0.832	0.446	0.268	0.190
13.11.77	0.488	0.255	0.140	—	29.06.79	0.714	0.391	0.248	0.175
30.11.77	0.513	0.267	0.142	0.071	17.07.79	0.660	0.358	0.244	0.146
12.12.77	0.475	0.250	0.114	0.058	20.07.79	0.715	0.320	0.173	0.098
17.12.77	0.511	0.262	0.147	0.074	26.07.79	0.724	0.377	0.238	0.150
18.12.77	0.500	0.257	0.125	0.065	21.08.79	—	0.306	0.185	0.107
20.12.77	0.486	0.251	0.129	0.069	14.09.79	0.547	0.275	0.160	0.099
23.02.78	0.466	0.224	0.120	0.062	27.09.79	0.562	0.299	0.192	0.124
25.02.78	0.513	0.249	0.146	0.070	18.10.79	0.589	0.342	0.186	0.125
01.03.78	0.538	0.277	0.153	0.097	16.11.79	0.493	0.267	0.141	0.088
11.05.78	0.736	0.380	0.247	0.171	17.11.79	0.488	0.252	0.155	0.086
05.06.78	0.920	0.515	0.348	0.232	21.12.79	0.475	0.239	0.144	0.059
07.06.78	0.845	0.452	0.303	0.187	22.01.80	0.525	0.270	0.147	0.071
12.07.78	0.663	0.348	0.215	0.125	11.03.80	0.561	0.254	0.131	0.072
13.07.78	0.537	0.280	0.147	0.089	16.03.80	0.616	0.297	0.155	0.090
30.08.78	—	0.348	0.211	0.132	14.08.80	0.693	0.353	0.187	0.111
31.08.78	0.611	0.324	0.179	0.120	15.08.80	0.706	0.361	0.180	0.114
11.09.78	0.597	0.301	0.170	0.115	07.09.80	0.577	0.280	0.163	0.097
06.10.78	0.588	0.320	0.183	0.158	08.09.80	0.604	0.309	0.171	0.100
08.10.78	—	0.337	0.169	0.106	01.10.80	0.525	0.252	0.130	0.084
10.10.78	0.534	0.274	0.137	0.070					

k'_{ub} — от -0.06 на единицу цвета ($U-B$) на одну воздушную массу (зимой) до нуля (летом), k'_{bv} — от -0.04 (зимой) до -0.01 (летом), k'_v , k'_{vr} в пределах ошибок измерений равны нулю. Эти коэффициенты легко разделяются с главными при обработке наблюдений звезд разных цветов на одинаковой M (Z), не внося ошибок в определения последних.

Коэффициенты экстинкции второго порядка характеризуют зависимость экстинкции от воздушной массы. Для системы UBV Голай [29] нашел их связь с главными коэффициентами. Так, связь для системы V имеет вид $k'_v = 0.04 k'_v$; для систем U и B этот множитель равен 0.03 и 0.06 соответственно. Для системы R мы нашли множитель равным 0.04 . Как видно, влияние этих коэффициентов на определение главных учитывается, и к тому же их изменения на полтора порядка меньше изменений главных членов в квадрате.

Во время наблюдений и при обработке наиболее тщательно учитывалось влияние изменений нуль-пунктов системы на главные члены экстинкции.

ТАБЛИЦА 3

Время местное, среднее, ч	K_U	K_B	K_V	K_R
	m	m	m	m
20.0	0.615	0.327	0.191	0.124
20.3	0.593	0.309	0.180	0.116
20.6	0.570	0.302	0.182	0.115
21.0	0.557	0.286	0.178	0.110
21.8	0.542	0.291	0.181	0.106
22.4	0.530	0.286	0.176	0.108
23.4	0.526	0.280	0.170	0.103
24.0	0.528	0.282	0.169	0.099
01.5	0.521	0.277	0.165	0.101
02.5	0.525	0.275	0.170	0.096
03.8	0.524	0.280	0.174	0.095
04.5	0.532	0.285	0.179	0.111
05.0	0.540	0.292	0.177	0.103

Результаты измерений. В табл. 2 приведены главные коэффициенты экстинкции, измеренные для 99 ночей. В ней обозначено: $K_U = K_{UB} + K_B$, $K_B = K_{BV} + K_V$, $K_R = K_V - K_{VR}$. Коэффициенты экстинкции приводятся в стандартной системе, т. е. $K_V = C_v k_v$ и т. д. Измерения даны примерно на местную полночь и азимут 0° .



Рис. 3. Изменение экстинкции в течение ночи.
 σ — среднеквадратичная ошибка среднего по пяти ночам.

Кроме этих основных результатов были измерены для отдельных ночей изменения экстинкции в течение ночи и азимутальный эффект.

Поведение экстинкции в течение ночи. Для изучения изменений экстинкции на протяжении ночи наблюдения велись вблизи азимута 0° . Результаты определения временной зависимости поглощения приведены в табл. 3 для типичной в этом отношении ночи 25/26 сентября 1976 г. На рис. 3 показана кривая изменения экстинкции в течение ночи в фильтре B , усредненная по пяти наблюдениям: 2/3, 16/17, 25/26 сентября, 26/27 и 29/30 октября 1976 г.

Для типичного поведения экстинкции ночью в САО характерно уменьшение к местной полночи, и во второй половине ночи она остается приблизительно на одном уровне. В некоторые ночи наблюдается увеличение поглощения в пред-

ТАБЛИЦА 4

Время	A	K_U	K_B	K_V	K_R
20—50	0	0.545	0.282	0.155	0.096
21—30	0	0.534	0.267	0.142	0.089
22—30	0	0.527	0.260	0.138	0.085
23—00	0	0.545	0.276	0.141	0.091
23—15	45	0.552	0.287	0.148	0.089
23—25	90	0.561	0.293	0.155	0.096
23—38	120	0.565	0.302	0.163	0.105
23—50	155	0.582	0.306	0.160	0.112
00—30	60	0.561	0.281	0.147	0.094
00—55	5	0.517	0.260	0.132	0.083
01—25	320	0.522	0.258	0.127	0.087
01—40	280	0.580	0.265	0.142	0.085
02—00	250	0.546	0.272	0.139	0.091
02—15	220	0.544	0.279	0.145	0.087
02—30	310	0.535	0.261	0.133	0.079
03—00	0	0.512	0.258	0.127	0.082
04—30	0	0.518	0.265	0.132	0.086

утренние часы. Изменения экстинкции достигают больших значений особенно в фильтрах U и B , что приводит к необходимости ее контроля в течение ночи.

Зависимость экстинкции от азимута. Азимутальный эффект измерялся в ночи хорошего фотометрического качества. Пример такого измерения приводится в табл. 4 для ночи 18/19 октября 1976 г. Средние кривые

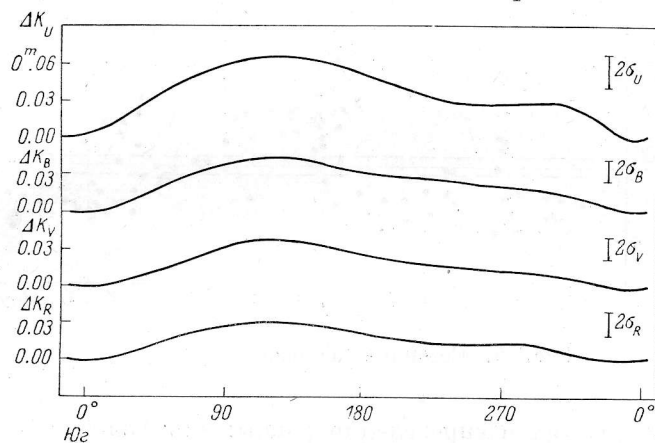


Рис. 4. Зависимость экстинкции от азимута.

σ — среднеквадратичная ошибка среднего по четырем измерениям в соответствующих цв. етах.

в $UBVR$ -цветах показаны для четырех измерений в ночи 18,29.10.76, 11.04.77 на рис. 4. При построении графиков учитывалось изменение прозрачности во времени по наблюдениям на азимуте 0° . Из рис. 4 видно, что в северо-западном направлении экстинкция в CAO больше, чем в юго-восточном, на 0^m055 в U , 0^m04 — в B , 0^m035 — в V , 0^m03 — в R . Интересно заметить, что зависимость изображений звезд от азимута, полученная О. В. Васильевым и Н. Ф. Нелюбиным [30] для CAO , имеет противоположный характер. Несмотря на то, что азимутальный эффект в CAO мал, его приходится учитывать при электрофотометрических наблюдениях.

Сезонные вариации поглощения в атмосфере. Сезонные изменения экстинкции в CAO имеют определенный характер, связанный, по-видимому, с биологической активностью окружающей среды. Летом экстинкция максимальна, зимой — минимальна. Это хорошо видно из рис. 5, на котором нанесены все измерения экстинкции в фильтре V для 99 ночей с сентября 1976 по октябрь 1980 г. Сплошной линией изображено среднее значение,

ТАБЛИЦА 5

Сезон	$K_U \pm \sigma_{K_U}$	$K_B \pm \sigma_{K_B}$	$K_V \pm \sigma_{K_V}$	$K_R \pm \sigma_{K_R}$	n
Зима	0.528 ± 0.012	0.278 ± 0.008	0.148 ± 0.007	0.081 ± 0.006	21
Весна	0.657 ± 0.022	0.337 ± 0.011	0.205 ± 0.011	0.126 ± 0.007	25
Лето	0.720 ± 0.024	0.375 ± 0.013	0.231 ± 0.011	0.147 ± 0.007	23
Осень	0.560 ± 0.013	0.292 ± 0.008	0.158 ± 0.007	0.101 ± 0.006	30
Среднее	0.615 ± 0.023	0.319 ± 0.012	0.184 ± 0.011	0.114 ± 0.008	99

а σ равна стандартному отклонению этого среднего в предположении равноотности отдельных измерений (табл. 5). Кроме максимума, приходящегося на начало лета, намечаются еще два небольших увеличения коэффициентов во всех фильтрах в конце января и в конце сентября—начале октября. Но по имеющимся данным окончательно о значимости этих увеличений судить нельзя. Средние значения коэффициентов экстинкции для сезонов приведены в табл. 5. В последней колонке таблицы указано число ночей, по которым были подсчитаны эти коэффициенты.

Средние значения коэффициентов за весь период наблюдений отличаются от наиболее вероятных значений — мод их распределений, изображенных на

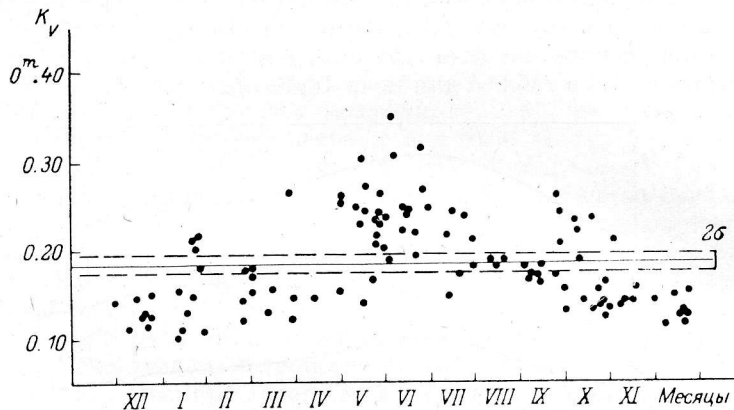


Рис. 5. Сезонные изменения экстинкции.

рис. 6. Так, моды этих распределений равны: для фильтра U — 0^m540 , B — 0^m275 , V — 0^m150 , R — 0^m095 .

По результатам измерений экстинкции была сделана попытка найти связь между коэффициентами в одном фильтре с коэффициентами в других фильтрах. На рис. 7 построена зависимость K_B от K_V . По ней была найдена связь коэффициентов

$$K_B = 1.18K_V + 0^m010.$$

Аналогично для других коэффициентов получена связь:

$$K_U = 2.19K_V + 0^m20;$$

$$K_R = 0.83K_V - 0^m05.$$

Средние отклонения вычисленных по этим формулам коэффициентов (K') от наблюдаемых (K)

$$\Delta = \sqrt{\frac{\sum_i (K'_i - K_i)^2}{n}}$$

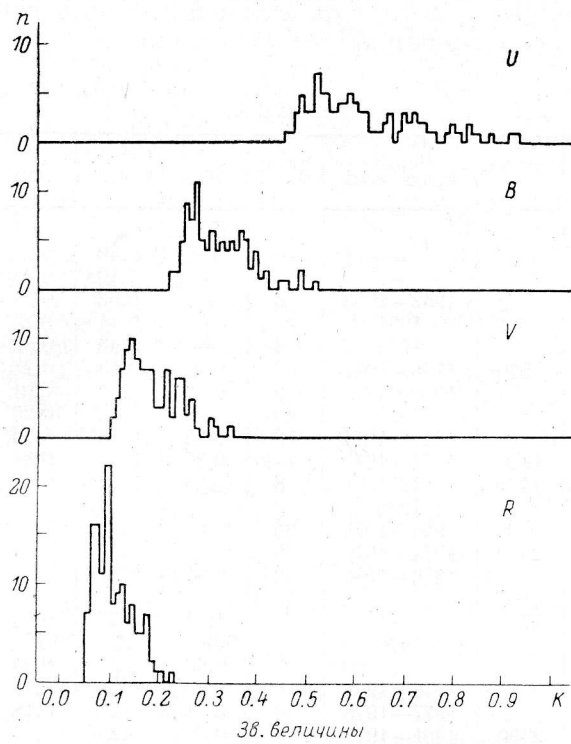


Рис. 6. Распределение коэффициентов экстинкции.

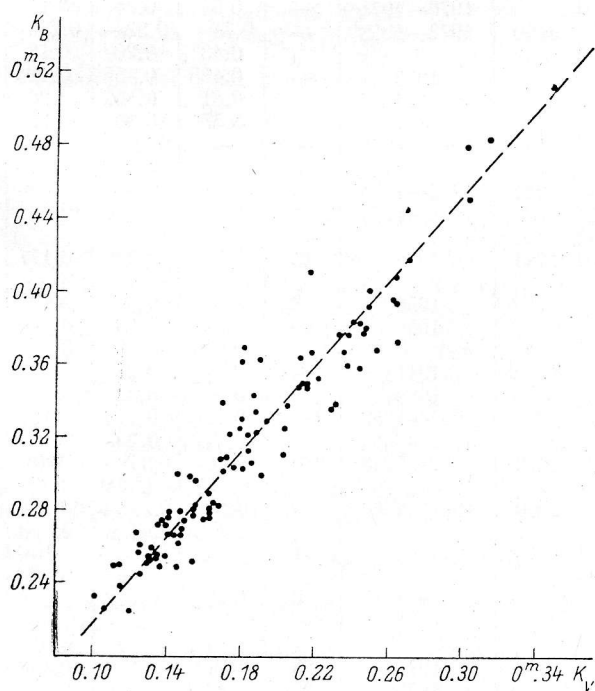


Рис. 7. Зависимость между коэффициентами экстинкции в фильтрах B и V.

равны: $\Delta_U = \pm 0^m 034$, $\Delta_B = \pm 0^m 023$, $\Delta_R = \pm 0^m 021$. То есть, имея измерения экстинкции в одном фильтре, можно с определенной степенью уверенности предполагать о величине экстинкции в других фильтрах.

ТАБЛИЦА 6

Обсерватория	Высота, м	Период наблюдений	Число ночей	K_U	K_B	K_V	K_R	Литература
Тартуская АО	67	—	—	—	^m 0.43	^m 0.26	—	[31]
» »	»	»	»	»	0.408	0.230	—	[32]
ГАО, Пулково	75	1952—1953	6	—	0.52	0.34	0 ^m 29	[33]
» »	»	1951	—	—	0.44	0.24	0.16	[33]
» »	»	1954	3	—	0.48	0.32	—	[34]
КрАО	570	1966—1973	72	0 ^m 82	0.45	0.28	—	[2]
» »	»	1970—1972	9	0.82	0.41	0.29	0.16	[35]
» »	»	1970	40	—	0.42	0.26	0.14	[35]
» »	»	1972—1974	40	0.82	0.42	0.25	0.15	[36]
Гиссарская АО	1000	1971—1973	—	0.75	0.43	0.31	—	[37]
АФИ АН КазССР	1400	1961	8	0.68	0.36	0.25	0.15	[38]
Абастуманская АО	1700	1938	8	—	0.33	0.22	—	[39]
» »	»	1968—1973	90	0.68	0.33	0.215	—	[4]
САО АН СССР	2070	1974—1976	66	—	0.35	0.24	—	[40]
» »	»	1976—1980	99	0.615	0.319	0.184	0.114	Настоящая работа
г. Майдапак	2700	1971	—	0.41	0.27	0.14	0.10	[41]
» »	»	1976	—	0.54—	0.29—	0.18—	—	[42]
» »	»	1976—1977	—	0.66	0.37	0.24	—	[43]
» »	»	1977—1978	28	0.70	0.26	0.19	0.14	[43]
» »	»	1977—1978	—	0.51	0.25	0.18	0.10	[44]
Ассы-Тургень	2700	1961—1976	—	0.60	0.28	0.14	—	[45]
Высокогорная станция Алма-Ата	3000	1958	—	0.44	0.20	0.125	0.08	[46]
То же	»	1957—1959	—	0.48	0.22	0.14	—	[46]
» »	»	1976—1978	—	0.54	0.25	0.15	0.09	[47]
Пик Терскол	3100	1972—1973	—	0.74—	0.32—	0.27—	—	[48]
» »	»	1973	—	0.43	0.20	0.13	—	[13]
» »	»	1974	—	0.455	0.155	0.120	—	[49]
» »	»	»	—	0.81	0.46	0.26	—	[50]
» »	»	»	—	0.55	0.30	0.22	—	[50]
Flower and Cook Obs.	155	1961—1968	—	—	0.31—	0.20—	—	[10]
Obs. Hvar	260	1972—1975	54	1.047	0.582	0.399	—	[51]
Metsahovi Obs. of Helsinki Univ.	260	1972—1974	6	0.807	0.440	0.275	—	[52]
Lick Obs., Mt. Hamilton	1283	1966	13	0.575	0.279	0.177	0.098	[53]
То же	»	1956	3	0.58	0.30	0.19	0.09	[54]
» »	»	1959	10	0.59	0.28	0.19	0.08	[55]
Mt. Palomar	1706	—	—	0.537	0.256	0.151	0.084	[56]
Mt. Wilson	1742	1911	—	0.57	0.23	0.13	0.08	[8]
» »	»	1960	31	0.84	0.32	0.23	—	[8]
Kitt Peak Nat. Obs.	2064	1957—1969	286	0.558	0.270	0.167	—	[7]
» » » »	»	»	—	0.616	0.259	0.169	—	[57]
McDonald Obs.	2070	1960—1968	280	0.810—	0.331—	0.130—	—	[3]
» »	»	»	»	1.167	0.554	0.233	—	[3]
Cerro Tololo	2200	1962—1966	—	0.401—	0.127—	0.130—	—	[17]
» »	»	1963	41	0.730	0.428	0.348	—	[17]
» »	»	»	»	—	—	0.10—	—	[1]
» »	»	1976	6	0.492	0.222	0.136	—	[58]
Lowell Obs.	2210	—	175	—	0.25—	0.17—	—	[59]
» »	»	»	»	—	0.30	0.21	—	[59]
La Silla	2330	1970	125	0.508	0.273	0.136	—	[60]
» »	»	1975	27	0.61	0.21	0.12	0.06	[61]
» »	»	1975—1978	55	0.514	0.259	0.147	—	[62]

В конце статьи дается небольшая сводка измерений вертикальной экстинкции в ночное время для некоторых обсерваторий в нашей стране и за рубежом. В табл. 6 приведены коэффициенты экстинкции, измеренные в *UBVR*-системе

или коэффициенты, определенные на длинах волн вблизи эффективных для этой системы. Сравнивать измерения экстинкции, выполненные разными авторами с разной точностью, в различных инструментальных системах, сложно. Тем не менее данные по атмосферному поглощению являются важной характеристикой астрономических пунктов при сравнении условий наблюдений. Проблемой такого сравнения, в частности, занимались авторы работы [9]. Задача несколько упрощается, если коэффициенты даются в стандартной фотометрической системе.

Из табл. 6 видно, что экстинкция в САО несколько больше, чем в некоторых зарубежных обсерваториях, расположенных примерно на такой же высоте над уровнем моря.

Заключение. Измерение и анализ атмосферного поглощения в САО АН СССР показали следующее:

- 1) для данного пункта наиболее эффективным методом определения экстинкции является метод Харди—Ежикевича;
- 2) в САО имеет место изменение экстинкции в течение ночи;
- 3) существует небольшая зависимость экстинкции от азимута наблюдений;
- 4) сезонные изменения экстинкции имеют вполне определенный характер с максимумом в начале местного лета;
- 5) экстинкция в САО несколько больше экстинкции на других обсерваториях (расположенных, например, в Калифорнии), имеющих такую же высоту над уровнем моря.

Автор выражает благодарность В. Г. Ефремову за помощь во время наблюдений и О. М. Неизвестной за работу, проделанную при подготовке табл. 6.

Литература

1. Моргено Н., Stock J. The atmospheric extinction on Cerro Tololo during 1963. — Publ. Astron. Soc. Pacific, 1964, 76, p. 55—56.
2. Зайцев А. Г. В., Лютый В. М. Атмосферная экстинкция в Крыму. — Астрон. циркуляр, 1973, № 775, с. 1—2.
3. Vaucouleurs G. de, Angione R. J. Atmospheric extinction at Mc Donald Observatory. — Publ. Astron. Soc. Pacific, 1974, 86, p. 104—115.
4. Абуладзе О. П. Дифференциальный метод редукиции фотоэлектрических систем. (К созданию фотометрических стандартов в Площадках Коптеяна). — Бюл. Абастуман. астрофиз. obs., 1975, № 46, с. 17.
5. Mikhail J. S. Seasonal atmospheric extinction. — Astrophys. and Space Science, 1979, 66, p. 349—352.
6. Laulainen N. S., Taylor B. J., Hodge P. W. Analysis of atmospheric extinction data obtained by astronomers. II. Seasonal variation in astronomical extinction. — Atmos. Environ., 1977, 11, No 1, p. 21—27.
7. Lockwood G. W., Hartmann W. K. Visibility variations at Tucson, Arizona and Kitt Peak National Observatory. — Publ. Astron. Soc. Pacific, 1970, 82, p. 1346—1351.
8. Hodge P. W. Large decrease in the clear air transmission of the Atmosphere 1.7 km above Los Angeles. — Nature, 1971, 229, p. 549—550.
9. Taylor B. J., Lucke P. B., Laulainen N. S. Analysis of atmospheric extinction data obtained by astronomers. I. A time-trend analyses of data with internal accidental errors obtained at four observatories. — Atmos. Environ., 1977, 11, No 1, p. 1—20.
10. Blitzstein W., Fliegel H. F., Kondoy. The wavelength dependence of atmospheric extinction. — Applied Optics, 1970, 9, p. 2539—2542.
11. Насыров Г. А. Экстинкция атмосферы в центральном Копет-Даге. — Астрон. циркуляр, 1975, № 877, с. 5.
12. Терез Э. И. О возможных изменениях атмосферной экстинкции. — Астрон. ж., 1978, 55, с. 1313—1319.
13. Депенчук Е. А., Комаров Н. С. Монохроматический коэффициент экстинкции по спектрофотометрическим наблюдениям на пике Терскол. — Астрометрия и астрофизика, 1978, № 36, с. 92—96.
14. Johnson H. L., Morgan W. W. On the color—magnitude of the Pleades. — Astrophys. J., 1951, 114, p. 522—543.
15. Шаров А. С. Локальные неоднородности атмосферной прозрачности. — Сообщ. ГАИИШ, 1964, № 130, с. 10—21.
16. Неизвестный С. И., Пимонов А. А. Электрофотометр первичного фокуса БТА. — Сообщ. САО, 1978, 23, с. 56—67.
17. Stock J. The atmospheric extinction in photoelectric photometry. — Vistas in Astronomy, 1969, 11, p. 127—146.
18. Никонов В. Б. О некоторых проблемах фундаментальной фотоэлектрической астрофотометрии. — Изв. Крым. астрофиз. obs., 1976, 54, с. 3—23.
19. Никонов В. Б. Опыт построения фундаментального каталога фотоэлектрических цветовых эквивалентов звезд спектральных типов В8 и В9. — Бюл. Абастуман. астрофиз. obs., 1953, № 14, с. 117.

20. Методы астрономии. Под ред. В. А. Хилтнера. М.: Мир, 1967. 157 с.
21. Jerzykiewicz M. Atmospheric extinction and transformation to the BV system in the years 1963—1966. — Lowell Obs. Bull., 1966, No 137, p. 320—323.
22. Rybka E. The corrected magnitudes and colours of 278 stars near S. A. 1—139 in the UVV system. — Acta Astron., 1969, 19, p. 229—236.
23. Rybka E. Final catalogue of 229 photometric standards in UVV system near the selected areas 1—115. Errata. — Acta Astron., 1980, 30, p. 218.
24. Crawford D. L., Golson J. C. A UVV equatorial—extinction star network. — Publ. Astron. Soc. Pacific, 1971, 83, p. 652—655.
25. UVRIJRL photometry of the bright stars./H. L. Johnson, R. I. Mitchell, B. Iriarte, W. Z. Wisniewski. — Comm. LPL, 1966, 4, No 63, p. 99—110.
26. Gliese W., Jahreiss H. Nearby star data published 1969—1978. — Astron. Astrophys. Suppl., 1979, 38, p. 423—448.
27. Johnson H. L., Morgan W. Fundamental stellar photometry for standards of spectral type on the revised system of the Yerkes Spectral Atlas. — Astrophys. J., 1953, 117, No 3, p. 313—352.
28. Ажусенис А., Страйжис В. Уточнение кривых реакции и параметров системы В. I. Кривые реакции. — Бюл. Вильнюс. астроном. обс., 1966, № 16, с. 3—23.
29. Golaу M. Note sur l'effet de la Largeur de la band passant dans la determination du coefficient d'extinction atmospherique. — Publ. de L'Obs. de Geneve, 1962, 61, p. 105—113.
30. Васильев О. В., Нелюбин Н. Ф. Исследование качества астрономических изображений в месте установки БТА. — Астрофиз. исслед. Изв. САО, 1970, 1, с. 125—134.
31. Мажуто В. Д. Изучение F и G звезд в области Северного полюса. Фотоэлектрическая BV-фотометрия. — Публ. Тартуск. астрофиз. обс., 1978, 46, с. 278—285.
32. Кивила А., Ээлсалу Х. Опыт определения атмосферной экстинкции для В-фотометрии в новой Тартуской обсерватории. — Публ. Тартуск. астрофиз. обс., 1968, 36, с. 114—119.
33. Горохова Н. Н. Спектрофотометрическое исследование звезд в звездных скоплениях Волосы Вероники и Плеяды. — Изв. ГАО, 1955, 19, № 153, с. 68—106.
34. Демидова А. Н. Спектрофотометрическое исследование звезд-субкарликов. — Изв. ГАО, 1956, 20, № 155, с. 111—140.
35. Глушневa И. Г., Дорошенко В. Т. О коэффициенте прозрачности атмосферы по спектрофотометрическим наблюдениям в Крыму (Крымская станция ГАИШ). — Астрон. циркуляр, 1973, № 754, с. 1—3.
36. Терез Э. И. К вопросу об атмосферной экстинкции в Крыму. — Астрон. циркуляр., 1978, № 1001, с. 6.
37. Гаврилова И. И. О прозрачности атмосферы на Гиссарской астрономической обсерватории. — Бюл. Ин-та астрофизики АН ТаджССР, 1976, № 66—67, с. 59.
38. Харитонов А. В. К вопросу о ночной прозрачности в районе Астрофизического института АН КазССР. — Труды Астрофиз. ин-та АН КазССР, 1962, 3, с. 183—187.
39. Болокидзе Р. Д. Исследование непрерывного спектра затменно-переменной Ориона. — Перемен. звезды, 1954, № 6, с. 379—390.
40. Карташева Т. А., Чунакова Н. М. Спектральная прозрачность атмосферы в САО АН СССР в 1974—1976 гг. — Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 1978, 10, с. 44—51.
41. Исаков И. С., Кардополов В. И., Шевченко В. С. Прозрачность на г. Майданак. — Астрон. циркуляр, 1971, № 685, с. 1—4.
42. Кардополов В. И., Филиппьев Г. К. О прозрачности атмосферы и фоне ночного неба на горе Майданак в июне—июле 1976 г. — Письма в АЖ, 1979, 5, с. 106—109.
43. Зданавичус К., Суджус И. Условия для фотоэлектрической фотометрии на горе Майданак. — Астрон. циркуляр, 1978, № 988, с. 4—5.
44. Видьмаченко А. П., Клименко В. М., Морозенко А. В. Прозрачность земной атмосферы на горе Майданак в осенне-зимний период 1977—1978 гг. — Астрометрия и астрофизика, 1979, 39, с. 84—87.
45. Демченко Б. И., Диденко А. В., Мычелкин Э. Г. Астроклиматические характеристики астропункта «Ассы—Тургень». — Труды Астрофиз. ин-та АН КазССР, 1979, 34, с. 112—123.
46. Исследования астроклимата в районе высокогорной экспедиции ГАИШ/Э. А. Винокурова, Л. М. Гиндилис, А. А. Капустин, В. Н. Кожухов, М. В. Попов, А. Ф. Осадчий. — Труды ГАИШ, 1966, 34, с. 20—35.
47. Атмосферная прозрачность в полосах в районе высокогорной экспедиции ГАИШ/А. В. Миронов, В. Г. Мошкалева, Х. Ф. Халиуллин, А. М. Черепашук. — Астрон. циркуляр, 1978, № 1003, с. 6—7.
48. Комаров Н. С., Депенчук Е. А., Чуприна Р. И. Астроклиматические характеристики пика Терскол. Монохроматический коэффициент экстинкции. — Астрометрия и астрофизика, 1974, 24, с. 115—119.
49. Пугач А. Ф., Кондратюк Р. Р. О монохроматическом коэффициенте поглощения атмосферы на пике Терскол. — Астрометрия и астрофизика, 1976, 31, с. 99—107.
50. Пугач А. Ф., Кондратюк Р. Р., Розенбуш А. Э. Определение коэффициентов атмосферного поглощения на пике Терскол и исследование инструментальной системы фотометра. — Астрометрия и астрофизика, 1975, 25, с. 111—114.
51. Photoelectric photometry at the Hvar observatory. II. Instrumentation, reduction technique, colour system and extinction/P. Harmanec, J. Grygar, P. Koubsky, S. Kriz, F. Zdarsky, P. Mayer, Z. Ivanovic, K. Pavlovski. — Bull. Astron. Inst. Czech., 1977, 28, p. 133—143.

52. P i i r o l a V. *UBV* and *UVBY* photometric systems and extinction conditions at Matsahovi Observatory. — Observatory and Astrophys. Laboratory Univ. of Helsinki, Report, 1976, No 1. 25 p.
53. H a y e s D. S. An absolute spectrophotometric calibration of the energy distribution of twelve standard stars. — *Astrophys. J.*, 1970, 159, p. 165—176.
54. S t e b b i n s J., K r o n G. E. Six-color photometry of stars. X. The stellar magnitude and color index of the sun. — *Astrophys. J.*, 1957, 126, p. 266—280.
55. S t e b b i n s J., K r o n G. E. Six-color photometry of stars. XI. Black-body color temperatures of 25 stars. — *Astrophys. J.*, 1964, 139, p. 424—434.
56. H a y e s D. S., L a t h a m D. W., H a y e s S. H. A rediscussion of the atmospheric extinction and the absolute spectral-energy distribution of Vega. — *Astrophys. J.*, 1975, 197, p. 593—601.
57. C h r o m e y F. R. *UBV* photometry of faint stars near the galactic anticenter. — *Astron. J.*, 1978, 83, p. 162—166.
58. L i l l e r M. H., C a r n e y B. W. A photometric study of the X-ray globular cluster NGC 6624. — *Astrophys. J.*, 1978, 224, p. 383—393.
59. J e r z y k i e w i c z M., S e r k o w s k i K. The sun as a variable star. III. Photometric observations of Uranus, Neptune, and F and G type stars. — *Lowell Obs. Bull.*, 1966, 6, No 137, p. 295—323.
60. M o f f a t A. F. J., V o g t N. The influence of the Balmer Discontinuity in *UBV* reductions. — *Publ. Astron. Soc. Pasific*, 1977, 89, p. 323—328.
61. T ü g H. Vertical extinction on La Silla. — *The Messenger*, 1977, No 11, p. 7—8.
62. H o a g U. Uniform transformations and extinction variations for the *UBV* System. — *Astron. Astrophys.*, 1980, 84, p. 23—25.

Поступила в редакцию 15.12.81