

непосредственного наблюдения, зачастую мы пользуемся переработкой материалов, полученных в зарубежных обсерваториях. Сейчас, к счастью, это положение изменилось и мне думается, что надо стремиться к тому, чтобы эти два уникальных инструмента были с наибольшей эффективностью использованы для изучения строения нашей Галактики и внегалактического мира. Может быть, нужно просить Комиссию особое внимание уделить тому, чтобы эти инструменты, особенно Крымский, ни минуты ясного неба не простаивали без максимальной пользы для астрономии вообще, и для звездной астрономии.

Мне кажется, что Комиссия могла бы здесь вынести некоторые рекомендации как самой Крымской обсерватории, так и другим наблюдателям, которые туда приезжают, чтобы выполнять те или иные работы в области звездной астрономии.

**А. Н. Дейч.** Я хотел коснуться только одного вопроса по докладу Е. К. Харадзе, а именно сказать о том большом недостатке наших обсерваторий, который имеется в связи с измерениями разного рода. Действительно, наши старые, да и новые инструменты не автоматизированы. Поэтому измерения берут от нас очень много времени. Некоторые обсерватории, в частности — Пулковская, идут по линии изготовления этих инструментов собственными средствами. Может быть это доступно большим обсерваториям, но недоступно многим другим.

У нас в Пулкове была построена замечательная машина Быстрова для измерения снимков Луны. Она требуется и для других обсерваторий. Кто должен ее строить? Я считаю, что мы должны идти по твердой линии постройки инструментов заводским способом. Если заводы, в частности, ГОМЗ в Ленинграде, медленно на это реагируют, мы должны требовать, чтобы эти инструменты изготавливались именно заводским способом в достаточном количестве экземпляров.

Я бы просил нашу Комиссию обратить внимание на то, чтобы заводы изготовляли современные автоматические измерительные приборы, способствующие ускорению всех трудоемких измерений, которые мы делаем глазом и руками, что чрезвычайно затрудняет работу.

Второй вопрос, — насчет фотоматериалов, — также был затронут. Он повторяется на каждом Пленуме, а у нас до сих пор нет нужных пластинок.

**П. П. Добронравин.** Я хотел бы присоединиться к тому, что сказали А. А. Михайлов и А. Н. Дейч. Говоря о большом количестве выполненных работ, мы не всегда достаточно внимательно анализируем их качество. А у нас нередко делаются большие, весьма трудоемкие работы, тратится много времени и сил там, где с применением современных средств и методов можно существенно быстрее получить и лучшие результаты. В частности мы прекратили несколько лет назад работы по программе, предложенной академиком Г. А. Шайном, так как считали, что эти работы нужно проводить на более современном уровне, считали нерациональным дальнейшее развитие их на малых инструментах и упрощенными методами, как они делались до сих пор. В этом я полностью присоединяюсь к высказыванию А. А. Михайлова.

Вполне согласен я также с мнением А. Н. Дейча. Развитие автоматических методов обработки наблюдений — задача первостепенной важности. Однако решение ее не под силу самим обсерваториям. Обсерватории должны разрабатывать принципиальные схемы и макеты приборов, а сами приборы — изготавливаться промышленностью. В ГДР построен, очень простыми средствами, «квази-присовый» микрофотометр. Этот прибор существенно проще «классического» присового микрофотометра, а может дать хорошие результаты. Следовало бы обратить внимание на эту конструкцию.

## II ЗАСЕДАНИЕ

27 января, вечер

ДОКЛАД А. С. ШАРОВА (МОСКВА)\*

### ЗАДАЧИ ВНЕАТМОСФЕРНОЙ ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ (Обзор)

Успехи в освоении космического пространства открывают новые возможности для всей астрономической науки. Новые возможности открываются и перед звездной астрономией как в области изучения звездных характеристик, так и в области изучения строения Галактики. Новый этап в развитии астрономии еще только начинается, получены самые первые и отрывочные данные. Однако они с очевидностью показывают, что в будущем можно ожидать еще более интересных и важных результатов.

В настоящем сообщении мы пытаемся дать обзор преимуществ внеатмосферных наблюдений для звездной астрономии, перечень задач, которые могут быть поставлены, и наконец, сводку уже полученных результатов.

При этом мы основываемся на очевидных астрономических сообщениях и ограничиваемся опубликованными материалами.

#### I

Прежде всего рассмотрим те преимущества, которые появляются при наблюдениях за пределами земной атмосферы, подчеркивая их важное значение именно для звездной астрономии.

1. Наземные наблюдения ведутся со дна воздушного океана, который оказывает всевозможное искажающее влияние на излучение небесного объекта. Все астрономические наблюдения проводятся в двух сравнительно небольших окнах прозрачности — оптическом, в интервале длин волн от 3000 до 10000 ангстрем и в радиодиапазоне — в длинах волн от нескольких метров до сантиметров. Максимум распределения энергии в спектрах звезд приходится на разные длины волн и лишь у звезд спектральных классов *F* и *G* он располагается в пределах оптического окна. У остальных звезд максимум излучения лежит либо в ультрафиолетовой, либо в инфракрасной частях спектра, недоступных наблюдениям с Земли. Рассмотрим для примера поглощение ультрафиолетового излучения в земной атмосфере. На рис. 1 представлен график, показывающий на каких высотах над земной поверхностью происходит ослабление ультрафиолетовой радиации в *e* раз, т. е. чуть больше одной звездной величины. В интервале 2000—3000 ангстр. радиация проникает глубже всего. Ослабление на 1 зв. величину происхо-

\* Зачитан Б. В. Кукаркиным.

дит лишь на высотах около 40 км. Основным ослабляющим агентом является озон. Далее от 2000 до 800 ангстр. радиация в основном ослабляется за счет молекулярного кислорода и ослабление на величину происходит уже на высотах около 100 км. Наконец, на более коротковолновом участке влияет  $N_2$  и атомарный кислород. Здесь соответствующее ослабление происходит на высотах 110—140 км. Отсюда вытекают практические выводы: наблюдения в первом, длинноволновом участке ультрафиолета можно вести, правда все же со значительной потерей света, с помощью баллонов, поднимаемых на 30—40 км. Для изучения более коротковолновой области подойдут лишь ракеты и спутники.

2. Для многих задач звездной астрономии весьма важно качество изображений. Известно, что при астрономических наблюдениях с поверхности Земли изображение звезды редко бывает меньше  $1''$ . Между тем для визуальной части спектра теоретический диаметр дифракционного изображения примерно на порядок меньше. Так, для телескопов с равными входными отверстиями мы получаем по формуле:  $a'' = \frac{14}{D(\text{см})}$

Следующие результаты:

Диаметр телескопа:	100 см	200 см	500 см
Размер дифр. картины:	$0''.14$	$0''.07$	$0''.03$

Атмосферная турбулентция замыкает детали изображения, создает потери света при щелевом спектрографировании. Естественно, при этом снижается точность определения положений, параллаксов и собственных движений звезд.

3. Вынос приборов за пределы земной атмосферы позволит повысить предельную величину наблюдаемых объектов. В видимой области спектра ослабление света на высотах, например, 0 и 3 км над земной поверхностью составляет в зв. величинах:

Высота:	4000А	5000А	6000А
0 км	0.55	0.32	0.27
3	0.32	0.15	0.10

Выгода в отношении подъема над Землей здесь не особенно велика. Существенно другое — повышение проникающей силы инструментов за счет устранения свечения неба, вызванного геофизическими причинами. В видимой части спектра фон неба состоит из двух, примерно равных составляющих свечения, — геофизической (атмосферной) и космической. При изучении предельно слабых объектов устранение геофизической составляющей играло бы немаловажную роль. Цвикки, например, обращал внимание на то, что при исследовании особенно удаленных и слабых галактик большие ограничения создает свечение неба в годы максимума солнечной активности. В инфракрасной области спектра неба имеется много мощных полос излучения. Полная интенсивность излучения ночного неба в видимой части спектра не превосходит  $10^{-4}$  эрг/см.<sup>2</sup> стер., а в области 8000—12000 ангстр. составляет  $10^{-2}$  эрг/см.<sup>2</sup> стер. Ясно, что устранение фона играет здесь очень большую роль. Предельная звездная величина безусловно возрастет также и за счет устранения дрожания изображений. Здесь выигрыш может составить не менее 3-х величин.

4. Если рассматривать внеатмосферные наблюдения более широко, а именно рассматривать их как взвешенные, то в более отдаленной

перспективе открывается еще одна возможность. Речь идет о посылке летательных аппаратов на большие расстояния и возвращении их на Землю. При этом можно было бы пытаться ставить параллактические измерения с значительно большим базисом, чем позволяют размеры земной орбиты. Разумеется, об этой перспективе пока можно говорить лишь в плане мечтаний.

## II

Рассмотрим конкретные исследования, которые могут быть поставлены за пределами земной атмосферы.

1. Создание звездных каталогов в ультрафиолетовом и инфракрасном участках спектра. Такого рода наблюдения должны предшествовать другим, более детальным исследованиям. С этого, по-видимому, и начинается «освоение космоса» для звездной астрономии. Особенно следует обратить внимание на ультрафиолетовые наблюдения. Ясно, что яркими можно ожидать звезды ранних спектральных классов. Вводя те или иные предположения о распределении энергии в спектрах, можно грубо представить себе вид звездного неба в ряде длин волн. Подобный расчет для 1249 ангстр. сделал Девис. В спектрах обычных звезд он принимал планковское распределение энергии. Отдельно рассматривались звезды Вольф-Райе, ядра планетарных туманностей, *O*-звезды, Солнце и Луна. Предельной расчетной величиной было принято +2 в ультрафиолете. Ярче этого предела оказались 218 объектов. Лишь три звезды Вольф-Райе — ярче +2 зв. вел. Две из них  $\zeta$  Кормы и  $\gamma$  Парусов — находятся в числе ярких объектов неба. 23 звезды оказались ярче — 1.0. Из них лишь две лежат севернее небесного экватора. Наибольшее число ярких непокрасненных звезд в Орione и Центавре-Киле, покрасненных — в Лебеде и частично покрасненных в Скорпионе. Распределение звезд по спектральным классам в 1249 ангстр. резко отличается от распределения в фотографических или визуальных лучах.

Вообще, по мере перехода к коротким длинам волн среди визуально ярких звезд постепенно пропадают весьма многочисленные звезды *K* и начинают доминировать звезды *O*, *B* и *A*. Приведенный расчет Девиса основан на ряде предположений. Уже сейчас имеются данные, показывающие, что не все эти предположения верны. Тем не менее основной вывод о том, что в ультрафиолете выделяются ранние звезды, безусловно остается в силе.

2. Изучение распределения энергии в спектрах звезд. Имеющиеся теоретические модели показывают, что у звезд ранних спектральных классов основное излучение сосредоточено в ультрафиолете. На рис. 2 представлены две теоретические кривые для звезд *B0* и *G0* главной последовательности. Участок, наблюдаемый с Земли, отмечен штриховыми линиями. Если мы можем еще говорить о том, что теория сопоставима с наблюдениями для звезд *G*, то ничего подобного нельзя сказать для звезд *B*. В этом случае мы охватываем лишь ничтожную долю энергии, излучаемой звездой.

Изучение распределения энергии важно не только с точки зрения физики звезд. Именно в звездной астрономии мы рассматриваем различные статистические зависимости, в которые существенно входит полное излучение звезды, ее болометрическая величина. Уточнение болометрических поправок может внести определенные коррективы в вид этих зависимостей.

Несколько слов о звездной спектроскопии, хотя это и не входит в традиционное понимание звездной астрономии. Хочется здесь лишь

напомнить, что резонансные линии водорода, гелия, углерода, кислорода, азота и других элементов лежат в ультрафиолете, а многие молекулярные полосы — в инфракрасной части спектра. Их изучение безусловно важно для звездной астрономии.

3. Исследование закона межзвездного поглощения света и свойств поглощающей среды. В настоящее время кривая межзвездного поглощения известна для интервала от 3000 до 10000 ангстр. В первом приближении поглощение пропорционально  $\lambda^{-1}$ . В ненаблюдаемых областях спектра закон поглощения неизвестен, и мы основываемся на теоретической экстраполяции ван де Хулста.

При внеатмосферных наблюдениях методика изучения закона поглощения может быть такой же, как и при наземных — сравнение монохроматических звездных величин двух звезд — с поглощением и без него. Однако здесь следует обеспокоиться тем, чтобы звезды обладали совершенно одинаковым собственным распределением энергии в спектрах. Последние данные показывают, что это вряд ли так.

Можно применять и другой метод. Если известно теоретическое отношение интенсивности линий в спектре, то наблюдаемое отношение дает суждение о влиянии поглощения света в межзвездной среде. Здесь существенно, что возбуждение может производиться высокочастотным излучением, а затем линии излучения появляются в видимой части спектра, а также в ультрафиолетовой за счет одного и того же числа квантов. Например, в случае разрешенных линий OIII, возбуждаемых линией 303.8 ангстр. ионизированного гелия, имеется два перехода и одним числом квантов получают линии 2836 и 3759 ангстрем.

4. Изучение межзвездных линий в спектрах звезд. Изучение межзвездных линий позволяет решать вопросы обилия элементов в космическом пространстве, распределения и, наконец, движения газовых облаков. В видимой части спектра мы основываемся лишь на межзвездных линиях кальция и натрия. Однако на звездные спектры могут быть наложены располагающиеся в ненаблюдаемых участках спектра линии поглощения *H, He, O, N, C* и других элементов.

5. Внеатмосферные наблюдения, при которых максимально ослабляется фон неба, позволяют существенно увеличивать экспозиции и тем самым выявлять весьма слабые объекты. Такими объектами могут быть диффузные туманности малой поверхностной яркости и внешние контуры Млечного Пути. Это дает возможность интегрального исследования нашей звездной системы. Весьма интересно было бы, например, решение вопроса о том, нет ли связи между Млечным Путем и Большим и Малым Магеллановыми Облаками. Возможность очень длительных экспозиций позволит изучать внешние области туманности Андромеды и более основательно судить о размерах нашей Галактики.

### III

Остановимся на выполненных внеатмосферных исследованиях, так или иначе связанных со звездной астрономией, точнее — со звездами, как объектами исследований. Они посвящены изучению ультрафиолетового спектра и пока имеют разведывательный характер.

Начало внеатмосферных исследований звезд было положено в США запуском ракеты Аэробы в ноябре 1955 г. С тех пор опубликованы данные не менее чем о 6 запусках в США и 1 запуске в Австралии. Почти все запуски были выполнены в рамках научной деятельности Управления авиации и космических исследований США

исследовательской группой, в которую входят Байрам, Чабб, Фридман, Купперман, Боггес и некоторые другие.

Далее мы более подробно охарактеризуем цели этих экспериментов и полученные результаты. Сейчас следует лишь отметить, что обычно публикации результатов очень кратки, чаще всего они носят характер резюме, а последующие более подробные изложения в течение ряда лет так и не появляются в печати. Очень часто даже и краткие сообщения появляются лишь спустя год-два после эксперимента. По-видимому, это связано со временем, потребным для отождествления сигналов телеметрии со звездами, расшифровки полученных данных и другими причинами.

По существу, сейчас опубликованы лишь две работы, содержащие сколько-нибудь подробную информацию. Все выполненные работы посвящены изучению спектра звезд начиная примерно с 1000 ангстр. Исследования велись на ракетах, запускавшихся на высоту 100—200 км. Аппаратура устанавливалась в головной части ракеты. Никаких приборов наведения не было и регистрация объектов производилась по мере их попадания в поле прибора в результате прецессионного и спинового движения ракеты. Таким образом, в поле прибора попадали не все объекты или не столько раз, сколько бы этого хотелось. Однако порой обзор неба бывал достаточно полным, т. к. за рабочее время (200—400 сек.) ракета сканировала небо много раз и при разных зенитных расстояниях.

Подробное описание техники выходит за рамки нашего обзора. Хотелось бы отметить лишь основные черты аппаратуры. Сначала использовались фотометры без специальной оптики. Лишь впоследствии стали употреблять рефлекторы простейшего типа (с наклонным основным зеркалом). В последние годы проведены большие работы по изучению свойств материалов, пригодных для ведения наблюдений в ультрафиолете. Оказалось, что в ультрафиолетовой части спектра отражательная способность материалов, как правило, невелика и составляет 10—20—30%. Наиболее подходящим для области до 1600 ангстрем является алюминий, покрытый фтористым магнием (отражательная способность 90%). Далее идет быстрое падение чувствительности до нуля у 700 ангстр. Отсюда ясно желание иметь в космическом телескопе как можно меньше отражающих поверхностей. Далее, для выделения нужных областей спектра необходимо позаботиться о соответствующих фильтрах. Сейчас чаще всего используется фтористый ветвистый кальций ( $CaF_2$ ), тонкие пластинки которого пропускают излучение начиная с 1200 ангстрем; можно употреблять также и другие соединения фтора, их полоса пропускания несколько иная. Однако использование  $CaF_2$  приводит к некоторым неприятностям. Дело в том, что коротковолновая граница  $CaF_2$  сильно зависит от температуры. По-видимому, именно с этим связаны трудности в интерпретации данных об излучении звезд и туманностей в ультрафиолете.

После замечаний технического характера перейдем к описанию полученных результатов. Как уже говорилось, первые результаты были получены в ноябре 1955 г. Наблюдения велись в двух интервалах длин волн: 1040—1230 и 1225—1350 ангстр. Было обнаружено свечение Млечного Пути. Пик в записи дает интенсивность  $10^{-5}$  эрг/см<sup>2</sup> сек. Наблюдения во втором интервале принесли нам данные о существовании нескольких ярких областей на небе, из которых особенно выделялись области в Корме и Парусах. Никаких подробностей, по-

видимому, не было обнаружено, тем более, что фотометр имел поле около 20 градусов.

В марте 1957 г. состоялся другой запуск. Наблюдения велись в областях 1225—1350 ангстр. и некоторых других. Остроумным приспособлением из параллельных металлических трубок перед окном фотометра удалось сузить его поле до 3 градусов. Именно этот запуск и дал сведения об обширных светлых туманностях. Было подтверждено, что в направлении галактической плоскости общий поток излучения увеличивается. Сильные источники излучения ассоциируются с отдельными звездами спектральных классов *O* и *B* и звездными ассоциациями. Благодаря сужению поля зрения фотометра удалось показать, что светящиеся образования представляют собой обширные области, а не отдельные точечные источники. Как и в предыдущем запуске, вновь были обнаружены источники у  $\zeta$  Кормы,  $\gamma$  Парусов и  $\alpha$  Льва, однако они оказались протяженными областями, на фоне которых звезды никак не выявлялись. По-видимому, излучение самих звезд оказалось сравнительно небольшим. Наиболее полно были прослежены области в районе  $l=140^\circ-240^\circ$  и  $b=-30^\circ-+40^\circ$ . Все обнаруженные светлые области разбиваются на две основных категории—это объекты вдоль галактического экватора и объекты в высоких широтах.

В галактическом экваторе выявлены более или менее подробно 4 области и одна область (в Кассиопее) исследована совершенно недостаточно. Наиболее интенсивной является область в Орионе. Это обширная область, охватывающая все созвездие (включая  $\frac{1}{2}$  Ориона). По-видимому, область неоднородна и состоит из отдельных ярких туманностей. Общий диаметр оценивается в  $25^\circ$ .

Другая область в Близнецах ( $6^h30^m+20^\circ$ ) состоит из ряда объектов с малыми размерами. Некоторые из них связаны с эмиссионными туманностями. Третья—на границе созвездия Кормы и Большого Пса ( $7^h, -25^\circ$ ). В этом участке неба имеется много ярких звезд. Есть звезды и ранних спектральных классов. (Диаметр 10 градусов). Наконец последняя область—опять в Корме, около  $\zeta$  Кормы. Область совпадает с расположением протяженных эмиссионных туманностей. Размеры области 20 градусов.

Более удивительным было обнаружение мощных туманностей в высоких галактических широтах. Это области около звезд  $\alpha$  и  $\rho$  Льва,  $\alpha$  Девы и  $\eta$  Большой Медведицы. Отмечено там же еще несколько столь же ярких областей, но они просканированы лишь один раз.

Наиболее изученной оказалась область около  $\alpha$  Девы, которая находится в 1 градусе восточнее центра туманности. Эта оценка положения несколько неуверенна, поскольку вообще положение деталей стмечается примерно с точностью в 1 градус. Сама звезда на фоне туманности никак не выявляется. Средний диаметр этой округлой туманности около 22.5 град. В ней выявляется более яркое ядро диаметром около 11 град.

Если туманность находится на расстоянии  $\alpha$  Девы (около 90 пс), то ее диаметр равен 34 пс и соответственно ядро—17 пс. Заметим попутно, что попытки выявить какую-либо туманность в районе  $\alpha$  Девы в видимом диапазоне не увенчались успехом. Фотометры, чувствительные в более длинноволновой области спектра, до 2500 ангстр. туманности не обнаружили. Обнаруженные туманности представлены на рис. 3. Сплошная линия—горизонт, прерывистая—галактический экватор.

Некоторая неопределенность в интерпретации наблюдений, по-

фотометр имел поле  
 Наблюдения велись в  
 их. Остроумным при-  
 трубок перед окном  
 в. Именно этот запуск  
 ях. Было подтвержде-  
 бщий поток излучения  
 социнируются с отдель-  
 звездными ассоциация-  
 удалось показать, что  
 ширные области, а не  
 дущем запуске, внов-  
 усов и  $\alpha$  Льва, однако  
 не которых звезды ни-  
 амных звезд оказалось  
 и прослежены области  
 обнаруженные светлые  
 и — это объекты вдоль  
 широтах.  
 е или менее подробно  
 дована совершенно не-  
 область в Орионе. Это  
 (включая  $\lambda$  Ориона).  
 з отдельных ярких ту-

состоит из ряда объ-  
 связаны с эмиссионны-  
 я Кормы и Большого  
 ного ярких звезд. Есть  
 р 10 градусов). Нако-  
 то  $\zeta$  Кормы. Область  
 сионных туманностей.

ощных туманностей в  
 оло звезд  $\alpha$  и  $\rho$  Льва,  
 м же еще несколько  
 я лишь один раз.  
 оло  $\alpha$  Девы, которая  
 сти. Эта оценка поло-  
 е положение деталей  
 Сама звезда на фоне  
 диаметр этой округлой  
 более яркое ядро диа-

Девы (около 90 пс),  
 о—17 пс. Заметим по-  
 ость в районе  $\alpha$  Девы  
 отометры, чувствиель-  
 о 2500 ангстр. туман-  
 сти представлены на  
 истая — галактический  
 ции наблюдений, по-

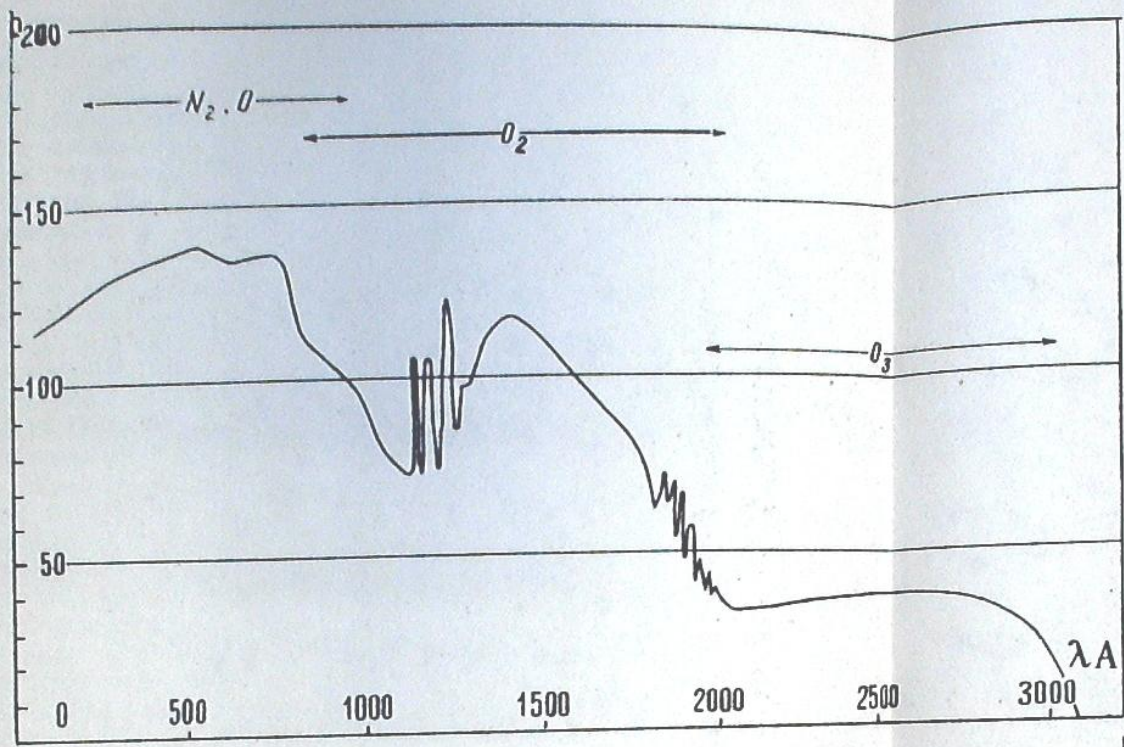


Рис. 1

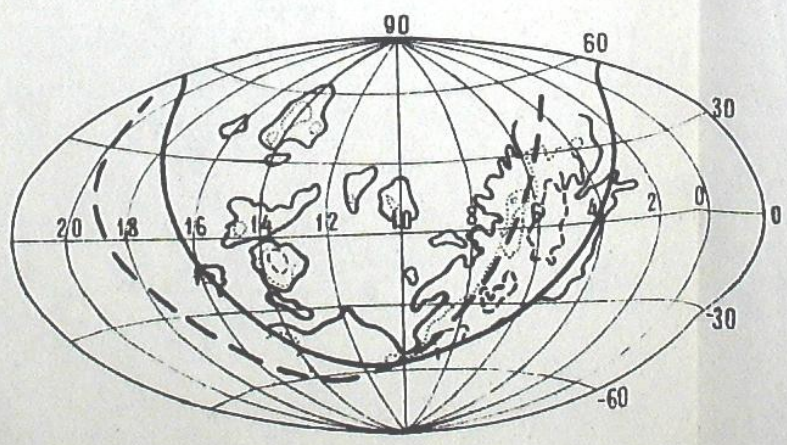


Рис. 3

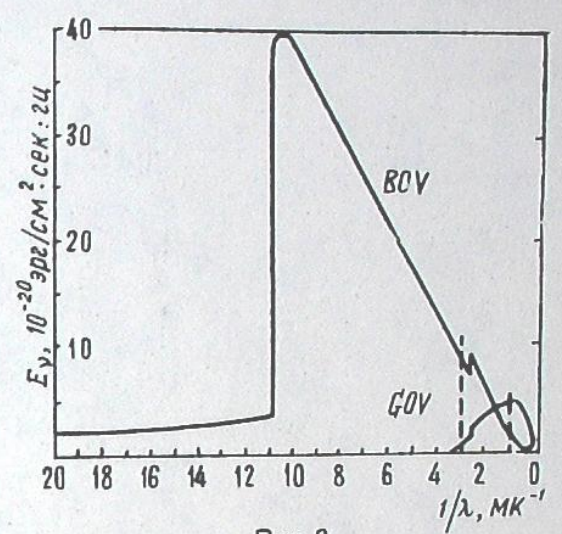


Рис. 2

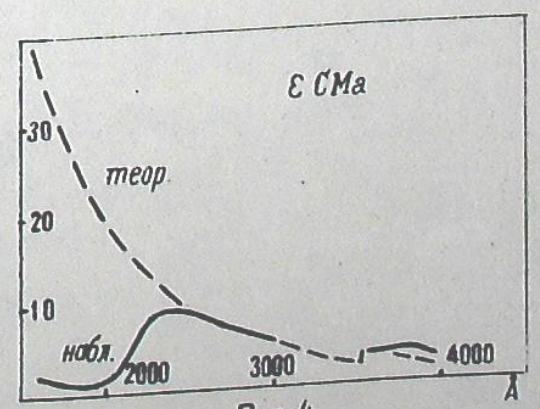
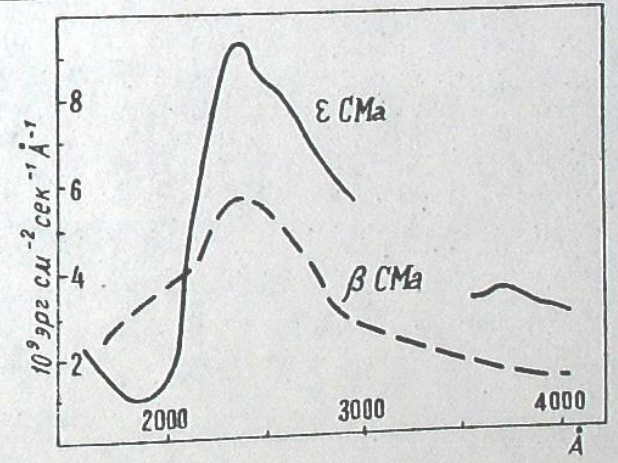


Рис. 4

видимому, заключается в том, что первоначально не было обращено внимания на температурную зависимость границы полосы пропускания. Видимо с этим связаны и несколько иные, порой противоречивые результаты, полученные в ходе последующих запусков. В 1959 г. для подобных наблюдений впервые был применен телескоп (диаметр объектива 10 см). На этот раз при работе в области 1225—1350 ангстр. были отмечены и дискретные и протяженные источники. Найдено было 1.5 кв. градуса. Конкретно сообщено о наблюдении туманности Ориона, никакие иные объекты не перечислялись. Отмечалось лишь, что отождествление не закончено. Характерно, что общий поток оказался существенно меньше, чем можно было судить по предыдущим запускам. (На два порядка по предварительной оценке). Размеры туманности Ориона также оказались меньше. Для объяснения этого противоречия ссылаются на то, что в первых запусках в полосу пропускания аппаратуры попадала линия  $La$ , а здесь она оказалась за пределом полосы. По-видимому, свечение сосредоточено лишь у  $La$  и тогда вопрос о границе чувствительности аппаратуры имеет особое значение.

При запусках в мае 1960 г. вторично были использованы телескопы и работа велась в областях 1290—1350 и 1350—1550 ангстр. Самый важный результат заключается в отрицании существования светлых областей. Это еще раз свидетельствует о сосредоточении излучения у  $La$ . Зато были наблюдены звезды. Все они звезды  $B$ . На Льежском симпозиуме по ультрафиолетовым спектрам звезд был приведен список 17 объектов. Для ряда звезд, у которых поток излучения не зашкаливал аппаратуру, удалось получить отношение интенсивностей,

$$\frac{J(1350-1550)}{J(1290-1350)},$$

составлявшее у разных звезд 0.80—0.15. Это показывает, что в сторону коротких длин волны интенсивность спектра растет. Дальнейшее подтверждение было получено в очень интересной работе, выполненной в ноябре 1960 г. Речь идет о первом запуске на ракете звездных спектрографов с фотоэлектрической записью спектра. До сих пор все результаты получались фотометрическими методами в широких участках спектра. Это чрезвычайно затрудняло их интерпретацию. В запуске 22 ноября 1960 г. впервые удалось непосредственно изучить распределение энергии в областях 1225—3000 и 1700—4000 ангстр., причем в абсолютных единицах. Ракета поднялась на высоту 107 миль во второй половине ночи. Поэтому были зарегистрированы яркие зимние звезды, такие как Сириус, Канопус и др. Всего записаны сигналы 30 звезд.

Основных выводов два:

1. У всех звезд распределение энергии в ультрафиолете оказалось отличным от того, что можно было ожидать на основе теоретических моделей. Это отклонение от теории имеет одинаковый характер, и именно — звезды в ультрафиолете излучают существенно меньше (до 30 раз), чем предсказывает теория. Исключение составляет лишь Канопус, сверхгигант  $F0Ia$ ; в этом случае согласие с теорией оказалось вполне удовлетворительным.

2. Было установлено, что две звезды  $\epsilon$  Большого Пса и  $\beta$  Большого Пса, обладающие одинаковыми спектрами  $BIII$ , имеют весьма различное распределение энергии в ультрафиолете (рис. 4). Примерно

от 2600 ангстр. у всех звезд наблюдается падение кривой интенсивности спектра, а затем, после 2000, опять подъем. По-видимому, этот подъем продолжается и далее, как об этом свидетельствуют уже упомянутые исследования 1960 г.

Упомянем еще о нескольких запусках. Один из них в мае 1961 г. был сделан в Австралии на высоту около 100 км. В области 1500—2500 ангстр. было обнаружено несколько ранних звезд. Половина из них *B0—B1*. Зарегистрирован и Сириус (*A1V*). Больше никаких подробностей не сообщалось. Известно также, что в июне 1960 г. американцы делали запуск ракеты и отметили, что зарегистрирована звезда в Персея без туманности.

Недавно, в октябрьском номере *AJ*, 1963, было опубликовано краткое сообщение еще о двух запусках ракет, оснащенных фотометрами с интерференционными фильтрами. Получены абсолютные значения энергии ряда ранних звезд и Луны в длинах волн 2965 и 2100 ангстр. Никаких подробностей не сообщено. Таковы опубликованные результаты ракетных исследований, имеющих отношение к звездам.

Мы видим, что эти результаты носят еще самый предварительный характер — исследование охватило далеко не весь спектр звезд, точность еще невелика, совершенно не изучены линии в спектрах, исследовано очень мало объектов, не решена и даже еще и не поставлена ни одна задача изучения строения нашей Галактики.

В значительной мере причиной этих недостатков является непродолжительное рабочее время в полете прибора и отсутствие гидрирования.

Задачи звездной астрономии безусловно требуют, чтоб аппаратура функционировала длительное время, причем гидрирование должно вестись с высокой точностью. Этим требованиям ракеты не удовлетворяют. Поэтому естественно стремление к помещению научной астрономической аппаратуры на спутники и космические ракеты. Технические трудности здесь особенно велики. Велика и стоимость осуществления подобного мероприятия. Тем не менее, эти работы безусловно будут развиваться. Для иллюстрации возможных направлений исследований и предполагаемых технических решений мы обратимся к опубликованным данным о работах, ведущихся в США.

#### IV

В настоящее время исследования с помощью телескопов в Космосе намереваются проводить следующие четыре учреждения США. 1. Годдардовский центр, 2. Принстонский университет, 3. Смитсоновская обсерватория, 4. Висконсинский университет.

По-видимому, несколько в стороне находятся работы обсерватории Китт-Пик по созданию большого космического телескопа. Все первые учреждения находятся под эгидой Национального управления аэронавтики и исследования космического пространства. Основные интересы Висконсинского университета лежат в области многоцветной фотоэлектрической фотометрии звезд. Эти работы предполагается осуществлять на том же спутнике, что и работы Смитсоновской обсерватории. В свою очередь Смитсоновская обсерватория планирует картографирование неба в ряде длин волн. Сначала предполагалось в 1961 г. запустить ракету и сделать пробное сканирование неба. Нам, однако, неизвестно, был ли этот эксперимент осуществлен. Затем в 1964 г. предполагается запустить спутник — орбитальную астрофизическую обсерваторию. Спутник будет запущен на высоту в 500 миль. Управление

и получение информации будут осуществлять несколько наземных станций. Основная цель — звездное картографирование в 4 областях спектра: 2500, 2200, 1450 и 1350 ангстрем с помощью телевизионной аппаратуры. Ожидается отметить до 50000 звезд в каждой спектральной области. Для этой цели будут установлены четыре параллельных телескопа.

По сведениям, доложенным на Льежском симпозиуме, работу по фотометрии предполагается вести в трех длинах волн, а кроме того — провести бесщелевую спектроскопию.

Судя по краткой заметке, появившейся в 1962 г., орбитальную обсерваторию намереваются вывести в космос в 1964 г.

Принстонский университет ведет работу под руководством Спичера. Эта работа является частью программы орбитальных астрономических обсерваторий. Основная задача будет состоять в изучении линий поглощений, вызываемых в ультрафиолетовых спектрах звезд межзвездным веществом. Предполагается охватить спектрографом область от 800 до 3200 ангстр. Такой интервал позволит перекинуть мост к оптическим наземным наблюдениям. Удастся, в частности, проверить, действительно ли за счет лаймановского континуума водорода межзвездное вещество непрозрачно для длин волн менее 912 ангстр.

Предполагается использовать кассегреновский телескоп с отверстием 60 см с относительным фокусом 1:20. Считают, что будут достигнуты ранние звезды до 5-й зв. величины. Измерения будут вестись с точностью в 1%. Запуск предполагается сделать в 1965 г., а раньше — запустить меньший инструмент. Опять-таки публикаций о проведении предварительных экспериментов как будто бы не было.

Наконец, о Годдардовском проекте сказать можно лишь несколько слов. Речь идет о проведении абсолютной спектрофотометрии небесных объектов в ультрафиолете с фотоэлектрическим сканированием. Планируются исследования звезд и эмиссионных областей. Для этой цели будет использован телескоп в 90 см.

Наиболее значительным проектом является проект большого специализированного спутника для телескопических наблюдений. Разработку этого орбитального телескопа ведет обсерватория Китт-Пик. Вступление в строй телескопа можно ожидать через 8—10 лет. Совершенно ясно, что изготовление подобного инструмента, решение вопроса гидрирования и передачи подробной информации на Землю представляют большие трудности. Орбитальный телескоп имеет смысл запустить на достаточно удаленную орбиту. Наиболее подходящей является 24-часовая экваториальная орбита на расстоянии около 40000 км от поверхности Земли. Доводов в пользу этой орбиты по крайней мере три:

1. Удобство управления телескопом с одной или небольшого числа наземных станций,
  2. Возмущения на движение телескопа за счет удаленности от Земли невелики,
  3. Малые угловые размеры Земли (менее 20 градусов) позволят сохранить ориентировку телескопа всегда по одним и тем же звездам.
- Насколько можно судить по литературе, общий вид телескопа уже спроектирован. Телескоп будет иметь зеркало размером в 125 см и весить около 2 т, включая всю электронику и систему стабилизации. Система инструмента — кассегреновая. На нем будут установлены 2 астрогида (один запасной), которые будут вести инструмент с ошибкой гидрирования менее 1". Звезды для гидрирования не будут совпадать с наблюдаемыми объектами. Они выбираются так, чтоб никогда не

закрывались Солнцем, Землей и Луной. Ожидается, что орбитальный телескоп будет работать несколько лет. Перед запуском этого телескопа предполагается запуск меньшего инструмента (70 см). Планируется проведение 5 экспериментов: 1. инфракрасная и 2. ультрафиолетовая спектродиффузия звезд; 3. широкополосная фотометрия; 4. болометрические измерения; 5. изучение объектов с высоким разрешением. Передача-телевизионная (трубка Ортикон).

Никаких планов наблюдения конкретных объектов пока не опубликовано.

Остановимся, в заключение, еще на проблеме баллонной астрономии. Как следует из анализа условий наблюдений, возможности работы подобного рода несколько ограничены. По-видимому, доступными высотами для подъема являются 20—30 км над Землей. Это позволит проводить исследования с более или менее полной отдачей лишь для близкого ультрафиолета, примерно до 2000 ангстр. Слабые объекты при этом окажутся недоступными. Мы уже видели, что на высотах 40—50 км ослабление излучения с 2800—2000 ангстр. составляет более одной звездной величины.

Наиболее перспективными следует считать наблюдения с высокой разрешающей способностью.

На высотах в 25 км под инструментом останется 96% атмосферной турбулентности практически будет отсутствовать. По-видимому, при сравнительно малых и медленных колебаниях аэростата, точное гидрирование не представляет неразрешимой технической проблемы. Первые запуски для целей солнечной астрономии уже дали выдающиеся результаты. Сейчас в США идет работа по подготовке запуска баллона Стратоскоп II, на котором будет находиться 90 см телескоп. Как будет этот запуск должен состояться в самое ближайшее время. Телескоп будет поднят на высоту 80000 футов. Он имеет две телекамеры. Точность гидрирования ожидается  $0''.02$  в течение часа. Первые задачи — это планетные наблюдения. Далее предполагаются прямые фотографии газовых туманностей (светосила инструмента 1:4) и ядра туманности Андромеды. Когда начнется реальное применение баллонов для звездной астрономии, сказать еще трудно.

На этом мы заканчиваем обзор вопросов, связанных с внеатмосферными наблюдениями для целей звездной астрономии. В заключение хотелось бы отметить лишь следующее. Все предложенные проекты по своему существу являются поисковыми. Это совершенно неизбежно в начале нового этапа работ. От результатов их выполнения во многом зависит дальнейшее направление исследований. Пожалуй, сейчас почти нет конкретно сформулированных тем; есть лишь самые общие идеи и это, на наш взгляд, недостаток, который можно преодолеть.

Второй недостаток, по-видимому, заключается в том, что в поставленные задачи мало связаны с проблемой эволюции объектов Галактики и почти совсем не связаны с проблемой строения нашей звездной системы. Безусловно, эти вопросы очень сложны, но иска эксперименты и наблюдения, могущие дать на них ответ, на наш взгляд, стоит.

Наконец, стоит подумать и над экспериментами, осуществляемыми со сравнительно более скромными средствами, не требующими исключительно больших инструментов. Однако это должны быть интересные темы, выполнение которых невозможно с Земли. Нам кажется, что выдвижение конкретной звездно-астрономической тематики было бы очень важным шагом вперед в нашей работе.

Б. В. Кукаркин. На этом кончается текст, написанный А. С. Ша

вым. Мне со своей стороны хотелось бы добавить несколько слов. Вероятно, в той или иной степени во многих учреждениях соответствующая работа уже ведется, однако в звездно-астрономическом аспекте — пока мало. В то же время весь ход исследований Космоса говорит о том, что недалеко то время, когда будут подняты вопросы о мягкой посадке на Луну, которая позволит на первых порах транспортировать туда очень небольшие инструменты. Но уже следовало бы выдвинуть общетеоретические вопросы и начать опыты.

Во всяком случае, цель этого доклада заключается в том, чтобы обменяться некоторыми соображениями, а затем следовало бы и принять организационные меры, позволяющие нам в рамках Комиссии звездной астрономии, выступить с проблематикой, которая, с нашей точки зрения, является наиболее рациональной для постановки во внеатмосферных условиях и, может быть (это более трудная задача), составить предварительный перспективный план научных исследований в этой области.

#### Обсуждение докладов и сообщений

**П. Н. Холопов.** Я хочу ответить на некоторые вопросы, которые возникли в связи с моим сообщением. В частности — что такое корона скопления, какие звезды составляют корону?

Во-первых, как примирить существование короны с пульсарскими результатами определения собственных движений? До сих пор собственные движения определяются, как правило, по снимкам, полученным с нормальными астрографами и с инструментами, кроющими небольшую площадь неба, примерно 2.5 кв. градуса. Иными словами, изучается область радиусом около  $40'$ . Между тем, короны выявляются, — в частности, в наших работах, — на снимках, полученных с широкоугольным астрографом, покрывающих площадь неба  $6 \times 6$  кв. градусов. Мы можем проследить за изменением плотности примерно до  $2.5-3$  градусов от центра пластинки.

Когда определяются собственные движения и строятся распределения плотности по объектам, выделенным на основе собственных движений, то естественно, что получаются распределения, относящиеся, в основном, к ядрам скоплений. По-видимому, в ряде случаев короны начинаются с того предела, где заканчивается анализ собственных движений. Они простираются на расстояния в 5, а может быть, в 10 раз больше, чем те, в пределах которых обычно определяются собственные движения.

Кроме того, очень существенно то, что процент звезд в короне растет с переходом к более слабым звездам. Когда мы исследуем более яркие звезды, корона может не почувствоваться, если она потонет в флуктуациях плотности фона. Однако, как ни парадоксально, практически короны очень хорошо обнаруживаются именно по ярким звездам системы. Это объясняется тем, что яркие звезды изучаются как бы на более близком к нам, переднем фоне, менее плотном и более однородном, чем фон, образованный более далекими и слабыми звездами. Это первое замечание.

Второе связано с выступлением Кирилла Федоровича Огородникова. К сожалению, его нет. Кирилл Федорович совершенно прав. Мне хотелось бы лишь подчеркнуть, что короны наблюдаются не только у старых скоплений (в этом случае их существование можно было бы объяснить динамической эволюцией системы). Скопление  $\eta$  и  $\chi$  Персея нельзя назвать старым. Оно крайне молодо. За время релаксации ядер



скопления  $\eta$  и  $\chi$  Персея из них может перейти в корону не более 20% содержащихся в них вначале звезд. Корона же этого двойного скопления почти столь же богата, как и короны старых скоплений. Таким образом, по-видимому, короны присущи скоплениям с самого начала возникновения последних. Это означает, что скопление уже с момента возникновения занимает объем, значительно превышающий объем его ядра, т. е. возникает сразу в довольно большом объеме. Это обстоятельство может служить еще одним свидетельством в пользу гипотезы возникновения звезд из диффузного вещества.

Наконец, хотелось бы отметить, что уже анализ распределения плотности, независимо от результатов анализа собственных движений, позволяет считать, что в случае скопления  $\eta$  и  $\chi$  Персея мы имеем перед собой не просто двойное скопление, а единую систему с двойным ядром. Если бы это были два скопления, обладающие самостоятельными коронами и случайно наблюдаемые рядом друг с другом, то плотность между ними была бы вдвое выше, чем плотность в короне каждого из них. Этого нет. У них единая корона. Плотность между ядрами такова же, как и в остальном ее объеме.

Пожалуй, это все, что я могу сказать для пояснения своей точки зрения.

**В. В. Лавдовский.** Я хочу пояснить то, что я сказал. Это верно, что наши пластинки кроют маленькое поле, но однако здесь достигается 14.6 величины. Оказалось, что даже на этом маленьком поле пределами определенной зоны не нашлось ни одного члена скопления. Так что, это не совсем то. Модуль расстояния 9.7.

**П. Н. Холопов.** В таком случае, еще несколько слов. При исследовании скопления Ясли Н. М. Артюхина изучила радиальное распределение звездной плотности по всей области пластинки широкоугольного астрографа ГАИШ площадью  $6 \times 6$  градусов. При этом выявилась область ядра скопления радиусом 1.2 градуса, вне которой продолжалось падение плотности с удалением от центра. Стало ясно, что эта пластинка не может позволить исследовать корону скопления, потому что по ней нельзя судить об истинной плотности фона, на который проектируется это скопление. Для изучения короны Яслей методами подсчетов надо иметь возможность провести эти подсчеты в еще более широких окрестностях системы. После этого Н. М. Артюхина начала определять собственные движения звезд за пределами ядра скопления Ясли и уже обнаружила по собственным движениям свыше 80 новых возможных членов системы, образующих ее корону.

Я думаю, что аналогичная картина должна наблюдаться и в других случаях.

**В. В. Лавдовский.** На наших снимках диаметр составлял 40 минут. Само ядро еще меньше, а за пределами 15 минут не оказалось ни одного члена скопления. Может быть, короны не у всех скоплений.

**П. Н. Холопов.** Тогда, может быть, здесь дело в численности звезд. Во всяком случае, следует рассмотреть это скопление более внимательно. Наши результаты основаны пока на изучении сравнительно богатых скоплений, но я убежден, что и в случае бедных скоплений (как показывает пример *NGC 752*) у них можно обнаружить короны.

Конечно, поскольку понятие «звездное скопление» является довольно неопределенным и могут существовать скопления с очень малым количеством членов, а также остатки бедных распавшихся скоплений и флуктуации звезд поля, принимаемые за скопления, нельзя ожидать обнаружения корон при исследовании любых видимых групп звезд, когда-либо, кем-либо отнесенных к категории звездных скоплений,

ний, особенно если эти группы наблюдаются на богатом звездном фоне. Мы хотим подчеркнуть, что корона является столь же неотъемлемым элементом структуры реального звездного скопления, как и ядро.

**Н. Н. Михельсон.** В связи с докладом А. С. Шарова я хотел бы поставить следующий вопрос. Правда, он имеет, может быть, не совсем прямое отношение к звездной астрономии, но я хотел бы его поставить, потому что метод, которым он должен решаться, фотометрический, близок к звездным астрономам. Мне кажется, было бы интересно исследовать влияние поглощения межпланетной материи в нашей солнечной системе на результаты фотометрических измерений яркости звезд. Для этого надо исследовать блеск одной и той же звезды, полученный строго-калиброванными методами, при положении Земли, когда луч света пронизывает область, довольно близкую к Солнцу, и в другом случае — когда луч света направлен в противоположную сторону, т. е. интервалом полгода или по крайней мере несколько месяцев. Естественно, что в условиях наблюдения с Земли поставить подобный эксперимент едва ли возможно, потому что будет накладываться сильнейшим образом практически не учитываемый фон неба, в то время когда при наблюдении, скажем, с искусственного спутника фон неба исключается и фотометрическим методом, может быть, эту картину можно выявить.

**П. Н. Холопов.** Мне хотелось бы обратить внимание на тот факт, что в течение трех лет, прошедших со времени нашего предыдущего пленума, мы не имеем возможности получать собственные фотометрические стандартные звездные величины. Этим невероятно тормозятся все наши работы по изучению звездных скоплений. Телескопы, которые у нас существуют, до сих пор не удается заставить работать какую-то часть времени по программе создания фотометрических стандартов. Это относится к крупным телескопам (125 см рефлектор Южной станции ГАИШ и 260 см рефлектор ЗТШ Крымской обсерватории), которые могут принимать участие в этих работах. Существует недооценка важности такой работы как со стороны ГАИШ, так и Крымской обсерватории.

Я думаю, нам надо высказать пожелание о быстрейшей реализации возможности создания фотометрических стандартов на наших обсерваториях.

**Б. В. Кукаркин.** Я хотел бы продолжить выступление П. Н. Холопова.

В наших решениях надо отразить острую необходимость создания фотометрических стандартов. Может быть следует обратиться с просьбой к директорам обсерваторий или найти какую-либо другую форму. Надо доказать уважаемым руководителям обсерваторий, что какое-то небольшое время необходимо уделить на работу по созданию стандартов.