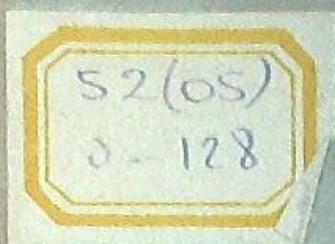


ს ა მ ა რ ი ვ ა დ ი ს ხ ე ლ ვ ი ნ ი ნ ი ა მ ა ფ ა ბ ა დ ა დ ა დ ა  
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР



აშასთუმნის ასტროზოგიკური ობსერვატორია  
მთა შანობილი

৩০৭৩১৮১৬০

АБАСГУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ  
ГОРА КАНОВИЛИ

## БЮЛЛЕТЕНЬ

33

ТРУДЫ ЧЕТВЕРТОГО ПЛЕНАРНОГО ЗАСедАНИЯ КОМИССИИ ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ  
АСТРОНОМИЧЕСКОГО СОВЕТА АКАДЕМИИ НАУК СССР  
(ЯНВАРЬ, 1964)

1965

କାମାଳାରୀଙ୍କା „ବୋଲେଇମିତା“

କବିତା

Тбилиси

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია  
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

აბასთუმანის ასტროფიზიკური მუზეუმის მონიცემები  
ათა განვითარება

გ ი უ ლ ე მ ე ბ ი 0

52 (05)  
0-128

აბასთუმანის ასტროფიზიკური მუზეუმის  
ГОРА КАНОБИЛИ

БЮЛЛЕТЕНЬ

33

ТРУДЫ ЧЕТВЕРТОГО ПЛЕНАРНОГО ЗАСедАНИЯ КОМИССИИ ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ  
АСТРОНОМИЧЕСКОГО СОВЕТА АКАДЕМИИ НАУК ССР  
(ЯНВАРЬ, 1964)

042951

52 (05) აბასთუმანი  
0-128 იუნივერსიტეტი  
აბასთუმანის მუზეუმი  
1965, ~ 33  
P-42951 77 რ.



1965

საქართველოს „მეცნიერება“

მდინარე

თბილისი

Настоящий выпуск Бюллетеня Абастуманской астрофизической обсерватории содержит доклады и выступления, заслушанные на IV Пленуме Комиссии звездной астрономии Астрономического совета АН СССР, посвященном обсуждению проблем узкополосной фотометрии и спектральной классификации звезд.

Отв. редактор Е. К. Харадзе

## ЧЕТВЕРТЫЙ ПЛЕНУМ КОМИССИИ ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ АСТРОНОМИЧЕСКОГО СОВЕТА АКАДЕМИИ НАУК СССР

### ПРЕДИСЛОВИЕ

27—28 января 1964 г. состоялся IV Пленум Комиссии звездной астрономии Астрономического совета Академии наук СССР. Заседания Пленума проходили в г. Москве.

В работе Пленума принимали участие более 80 представителей астрономических учреждений и высших учебных заведений Абастумани, Алма-Аты, Бюракана, Вильнюса, Голосеева, Казани, Киева, Крыма, Ленинграда, Львова, Москвы, Одессы, Пулкова, Риги, Ростова н/Д, Свердловска, Тарту, Тбилиси.

Пленум имел своей целью подвести итоги работам, ведущимся в СССР в области звездной астрономии за время после III Пленума и разработать мероприятия, способствующие планомерным и координированным исследованиям в ближайшие годы.

Научные доклады, поставленные на Пленуме, в основном были посвящены двум актуальным темам — задачам узкополосной фотометрии звезд и современным проблемам и методам спектральной классификации звезд.

Настоящий выпуск «Бюллетеня Абастуманской астрофизической обсерватории» содержит доклады и выступления участников Пленума. Некоторые доклады заменены тезисами, а в тех случаях, когда содержание докладов опубликовано или представлено для печати в те или иные издания, делается только соответствующая ссылка.

Выступления по докладам приводятся в сокращенном изложении. Труды публикуются по рекомендации Пленума.

## I ЗАСЕДАНИЕ

27 января, утро

### ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО Е. К. ХАРАДЗЕ

Товарищи! Мы собрались на очередной, IV Пленум Комиссии звездной астрономии Астрономического совета Академии наук СССР.

Хорошо известно, что Комиссия по звездной астрономии была организована по инициативе П. П. Паренаго в январе 1954 г., т. е. ровно 10 лет тому назад. Следовательно, наш сегодняшний Пленум можно считать некоторым образом юбилейным — десять лет нашей Комиссии.

Уместно вспомнить, что I Пленум, состоявшийся в Москве, был в основном организационным, впрочем он одновременно рассмотрел состояние научных работ в звездной астрономии, перспективы их развития.

II Пленум, состоявшийся в 1957 году также в Москве, обсудил работы, посвященные проблеме диаграммы Рессела, в порядке подготовки к очередному международному астрономическому съезду.

III Пленум, проведенный в 1960 году в Тбилиси и Абастумани, был посвящен обсуждению проблем кинематики и динамики звездных систем.

Задачей же настоящего, IV Пленума мы поставили в основном обсуждение проблемы узкополосной фотометрии и неодномерной спектральной классификации звезд. Это намечено решением Бюро Комиссии от 16 января 1963 г. и послужит некоторой подготовкой к международному симпозиуму, посвященному данной проблеме.

Однако мы последуем установившейся практике и в этот раз также начнем Пленум с обзорного отчетного доклада, в котором попытаемся вкратце изложить основные моменты развития работ в области звездной астрономии, выполненных в Советском Союзе за последнее время, между предшествующим, III и настоящим Пленумом.

Кроме того, мы решили заслушать обзорный доклад по задачам внеатмосферной звездной астрономии.

Наконец, неизбежны и текущие организационные вопросы, которые Пленуму следует решить.

Повестка дня, которая у вас имеется на руках, отвечает изложенному мною плану работы Пленума.

Позвольте мне открыть по поручению Президиума Астрономического совета АН СССР настоящий, IV Пленум Комиссии звездной астрономии.

Я прошу профессора К. Ф. Огородникова взять на себя председательствование.

ДОКЛАД Е. К. ХАРАДЗЕ (АБАСТУМАНИ)  
**ОБЗОР РАБОТ ПО ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ, ВЕДУЩИХСЯ  
 В АСТРОНОМИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ И  
 ОБСЕРВАТОРИЯХ СССР**

Нам предстоит сделать обзор работ по звездной астрономии, выполненных в Советском Союзе за три последних года, в промежутке между III и IV пленумами Комиссии звездной астрономии. Если помнить, что эти работы — по сравнению с предшествующим периодом — еще больше выросли в объеме и стали еще более разнообразными, охватывая все разделы современной звездной астрономии, то легко согласиться, что задача докладчика — изложить обзор в часовом докладе — нелегкая.

Заведомо следует, поэтому, примириться с неизбежным отсутствием полноты обзора и с другими его недостатками. И все же мы будем стремиться представить в докладе по возможности все богатство советских звездно-астрономических исследований последних трех-трех с четвертью лет.

Начнем с работ, которые можно было бы объединить под общим названием: **Наблюдения и определения отдельных параметров звезд и звездные обозрения**.

Этот раздел работ, составляя, можно сказать, основу звездной астрономии, по своему значению занимает одно из первых и важных мест.

Большие звездные обозрения, предшествуемые массовыми определениями фотографических, фотовизуальных и другого рода звездных величин, спектральных типов и светимостей звезд, осуществлялись в Советском Союзе при проведении работ по четырем известным программам.

1. Завершение цикла работ Крымской астрофизической обсерватории АН СССР, основанных на классификации спектров и определении фотографических и фотокрасных величин звезд в зоне Млечного Пути шириной в 20 градусов, с целью изучения звездной составляющей Галактики и ее связи с газо-пылевой составляющей.

2. Работа по известному Плану П. П. Паренаго, в которой участвуют обсерватории в Пулкове, Голосееве, Абастумани и другие.

3. Двухмерная спектральная классификация звезд в областях, занятых диффузными туманностями, звездными ассоциациями, а также в других участках, предпринятая и ведущаяся в Абастумани.

4. Поиски и изучение распределения в Млечном Пути группировок слабых звезд с эмиссионной линией  $H$ -альфа — работа, успешно осуществляемая благодаря применению, главным образом, 70 см менискового телескопа с большой предобъективной призмой и некоторых других телескопов.

Рассмотрим работы по этим четырем программам в отдельности.

В Крымской астрофизической обсерватории Э. С. Бродская [45 и др.] и И. И. Проник [215, 217, 218 и др.] опубликовали каталоги в общем около 4800 звезд с фотографическими величинами, показателями цвета  $B-V$  и спектральными классами на площади, в общем, более 90 кв. градусов.

Работа по Плану П. П. Паренаго — если иметь в виду только звездные величины, спектры и межзвездное поглощение, интенсивно велись в двух обсерваториях: в обсерватории Украинской Академии наук

(Голосеево) и в Абастуманской. Голосеевская обсерватория опубликовала большой каталог фотографических, фотовизуальных и фотокрасных величин 22.000 звезд [64], покрывающий значительный участок области Плана Паренаго в созвездии Орла. Голосеевские астрономы В. И. Ворошилов, Л. Н. Колесник, Г. Л. Федорченко опубликовали вместе с тем большое количество работ, посвященных изучению межзвездного поглощения света, пространственного распределения звезд и структуры Галактики, особенно некоторых деталей в ее спиральных ветвях [61, 62, и др., 154 и др., 262 и др.]. Фотографические и фотовизуальные величины звезд в 29 выбранных областях определяла также Е. В. Сандакова в Киеве [245]. К выполнению Плана Паренаго надо отнести также некоторые работы И. И. Проник [215, 217, 218].

В Абастумани по Плану П. П. Паренаго закончен и готовится к печати каталог звездных величин и спектральных классов со светимостями более 3500 звезд, в том числе около 900 — типа  $M$ , в участке в созвездии Лебедя и в двух участках в созвездии Орла и на его границе с созвездием Щита.\* В этих двух последних участках проведено также исследование поглощающей свет среды, с привлечением радиоастрономических данных и пространственного распределения звезд. Накопились спектральные данные (я имею в виду двухмерную классификацию) по ряду площадок Плана в созвездии Тельца. Это — работы С. П. Априамашвили, Н. Б. Каландадзе и других. На сегодняшний день определения спектральных классов и светимостей звезд до 12.5 зв. величины в участках Плана Паренаго охватывают более 12000 звезд. Фотометрические и колориметрические определения для этих же звезд, по понятным причинам, несколько отстают от спектральных.

Как положительные явления в выполнении Плана Паренаго надо отметить охват большого количества звезд весьма однородной и достаточно точной двухмерной спектральной классификацией и переход в определениях звездных величин на трехцветные определения в системе Джонсона. Если о таком переходе мы слышали на прошлом Пленуме только рекомендации, то теперь можем констатировать, что переход практически совершается.

Говоря о работах по Плану Паренаго, мы должны упомянуть также и об измерениях собственных движений, выполняемых в Пулкове Н. М. Бронниковой [49], хотя они в подавляющем большинстве случаев ведутся в участках за пределами Плана.

В целом, выполнение Плана Паренаго выражается все еще только в фотометрически-колориметрических и спектральных определениях и оно заметно затянулось. Однако, фотометрические и спектральные определения возможно завершить в 1965 году, но для планового выполнения остальных работ (собственные движения, лучевые скорости) не видно реальных возможностей.

За отчетный период Рабочая Группа по Плану Паренаго при Комиссии провела в Абастумани совещание-семинар, на котором были приняты рекомендации, согласованы работы, участки и формы публикации. Но вовлечь в работу еще и другие обсерватории не удалось.

Массовая двухмерная спектральная классификация звезд в системе  $MK$  в Абастумани ведется не только применительно к изучению участков Плана Паренаго, но, как сказано выше, также и в участках, занятых диффузными туманностями и звездными ассоциациями и скоплениями. Р. А. Бартая и другие опубликовали каталоги спектров и свети-

\* См. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1964, № 31. Примечание в корректуре.

мостей 4700 звезд в 7 участках диффузных туманностей, или скоплений [33, 34, 273]. Подготовлены списки еще 7000 звезд в 6-ти участках.

Вместе с тем ведется работа по разработке критерииев светимости для звезд спектрального интервала  $B5-F8$  (по спектрам малой дисперсии, т. е. получаемым с предобъективной призмой). Наконец, М. А. Шиукашвили разрабатываются критерии для количественной двухмерной классификации в интервале  $F0-G5$ .

Эти работы ведутся в Абастумани под руководством и при непосредственном участии Р. А. Бартая. В обсерватории имеется возможность для еще более широкого их развития.

В Крымской астрофизической обсерватории И. М. Копыловым, Т. С. Белякиной и Э. А. Витриченко выполнена работа по количественной спектральной классификации нескольких десятков «металлических» звезд в спектральном интервале  $A2-F5$ . Рассмотрен вопрос о так называемой степени металличности, т. е. о параметре, характеризующем несоответствие между спектрами по водородным и металлическим линиям. Обнаружена особенность металлических спектров, заключающаяся в том, что степень металличности изменяется с длиной волны. Статистически рассмотрены показатели цвета, положение на диаграмме спектр-светимость и другие свойства «металлических» звезд и др. [159].

В той же Крымской обсерватории М. Е. Боярчук, проанализировав щелевые спектрограммы с дисперсией около 25 ангстрем на миллиметр, показала, что для звезд  $F5-F8$  могут служить количественным критерием светимости интенсивности ( $W_{\lambda}$ ) молекулярных полос  $CH$  (особенно в участке спектра 4300—4330 ангстрем). Это особенно относится к звездам классов светимости V—III [43, 44]. При этом дано физическое объяснение факту, заключающемуся в том, что водородные линии в спектрах типа  $F$  как по эквивалентной ширине, так и по контуру, не зависят от светимости и, следовательно, не могут служить критериями.

В обсерватории Вильнюсского университета стали развиваться работы по поискам критерииев одно- и двухмерной классификации поздних звезд в красной области спектра. Хотя инструментальные возможности обсерватории весьма умерены, работники обсерватории В. Страйджис и К. Зданавичюс весьма активно занимаются поисками критерииев для указанной цели и другими родственными проблемами [249 и др.].

В ходе работы по поискам и изучению свойств распределения группировок звезд с эмиссией в линии  $H$ -альфа, в Абастуманской обсерватории классифицируют звезды  $M$  в красных и инфракрасных лучах (дисперсия 600 ангстрем около  $H$ -альфа и 760 у длины волны 7600). Опубликованы списки сотен классифицированных звезд типа  $M$  [89 и др.]. Это — работы М. В. Долидзе, которая классифицировала 585  $M$ -звезд в инфракрасных лучах в Лебеде и Персее (предельная фотографическая величина 15) и 2600  $M$ -звезд в красных лучах (предельная величина 17). При этом выявлено 1100 эмиссионных звезд. Наконец, выявлены звезды с линиями  $H$  и  $K$  в эмиссии и классифицированы в ультрафиолетовых лучах более 500 звезд в Лебеде (предельная звездная величина 12). Этот материал позволил М. В. Долидзе провести спектральные обозрения, установить ассоцирование звезд с линией  $H$ -альфа в эмиссии с туманностями, подметить некоторые закономерности связи звезд и туманностей с точки зрения крупномасштабной структуры туманностей и т. д.

М. В. Долидзе при этом испытала способ использования комбинации специально подобранных эмульсий и светофильтров для классифи-

кации слабых звезд, особенно — пекулярийных (сильно покрасневших или очень голубых, с составным спектром).

Упомянем также о А. В. Харитонове (Алма-Ата), получившем для 16 звезд, распределенных по всему небу, внеатмосферное распределение энергии в непрерывном спектре в эргах на кв. см в секунду, с центром солнечного диска в качестве эталона, что может быть использовано в качестве спектрофотометрических стандартов [274].

За отчетный период в Абастумани мы провели совещание-семинар Рабочей группы по спектральной классификации (руководитель И. М. Копылов), что было весьма полезно в смысле обмена опытом и мнениями и для дальнейшего развития работ по спектральной классификации.

Как должны мы представлять себе дальнейшие задачи и перспективы развития работ по спектральной классификации?

Развернутый ответ мы, очевидно, получим в докладе Ивана Михеевича Копылова, поставленном на повестку дня нашего Пленума. Здесь же можно сказать, что многие задачи звездной астрономии и строения Галактики, а также и физики звездных атмосфер, ждут для своего решения более широкого развития методов быстрой качественной классификации, также как и точной количественной классификации, разработки методов классификации интегральных спектров скоплений и галактик и т. д. Мы должны возможно шире применять для этих целей 70-см призматическую камеру, довольно редкий инструмент, которым мы располагаем и который находится уже на службе. а также должны вводить в работу и другие приборы.

Для полноты обзора в этой части перечислим, какие еще фактические данные увеличивали информацию, интересную со звездно-астрономической точки зрения? Р. А. Вардания [51] измерил поляриметрические свойства около 100 магнитных звезд, обладающих переменными магнитными полями. При этом выяснилось, что изменения магнитных полей звезд не приводят к изменению поляризации и, что, следовательно, поляризация света в них не имеет звездного происхождения. С. Г. Искусарян и К. А. Саакян обнаружили вблизи немолодого рассиянного скопления около Дельты Лиры скопление белых карликов [139]. Поиски белых карликов с применением метода, опробованного для области Лебедя, дали возможность К. А. Саакяну обнаружить еще два десятка белых карликов [239]. Белые карлики были обнаружены в Яслях по Паломарским картам также и Б. Е. Маркаряном и другими [187]. Необходимо упомянуть далее о вышедшем в свет третьем издании каталога планетарных туманностей Б. А. Воронцова-Вельяминова, содержащего 584 планетарных туманности [54, 55, 56]; о новом способе определения координат планетарных туманностей по линиям спектров (Ю. Л. Францман, [266]); о методе определения расстояний до планетарных туманностей по их радиоизлучению и электронной плотности (Р. Е. Гершберг, [72]).

Наконец, под влиянием идей В. А. Амбарцумяна и Г. А. Гурзадяна, относящихся к свечению так называемых кометарных туманностей, в Бюракане росли новые фактические данные о них поляриметрического, фотометрического и колориметрического содержания [211, 212 и др.]

Следующий раздел работ, занимающий в советских звездно-астрономических исследованиях важное место по объему и значению, состоит из исследований межзвездного поглощения света.

Прежде всего следует отметить ряд исследований характеристик

межзвездного поглощения света, проведенных в Крымской астрофизической обсерватории на основе ранее опубликованных там же каталогов. Это — работы Э. С. Бродской и других [46, 48], Л. П. Метик [193, 194, 195], А. Б. Нумеровой [200], И. И. Проник [216, 219].

Подобные работы велись на основе собственных же определений также в Киеве В. И. Ворошиловым, Л. Н. Колесником, Г. Л. Федорченко и другими [61, 62, 154, 157, 262 и др.] и в Абастумани — С. П. Априамашвили [18].

В них даны общая характеристика свойств поглощения света в отдельных участках Млечного Пути, оценки расстояний до темных туманностей, их протяженностей, показаны в ряде случаев характеристики связей звезд с межзвездной материной. При этом нередко оптические данные сопоставлялись с радиоданными. Вычислялось отношение массы нейтрального водорода к массе пыли.

И. И. Проник привела соображения в пользу того, что спиральная ветвь в Орионе с внутренней стороны опоясана системой пылевых облаков, причем звездная составляющая ветви более развита, чем пылевая [219].

А. Н. Дейч и О. Н. Чудовичева определили поглощение света в двух площадках Специального Плана Каптейна, использовав для этого ранее составленный каталог собственных движений более 1000 звезд [87].

Г. С. Бадалян исследовал пространственную связь цефенов с нейтральным водородом [30, 32] и звезд типа Т Тельца — с туманностями [31].

В. А. Домбровский исследовал распределение поляризации света звезд в зависимости от распределения поглащающей материи, показав при этом связь поляризации со спиральными рукавами Галактики [114, 115, 116].

Исследования поляризационных свойств и общей фотометрической картины в отражательных и других туманностях продолжались Д. А. Рожковским в Алма-Ате [232, 233, 234, 235, 236].

Исследования темных туманностей дополнились интересной работой Т. А. Урановой, рассмотревшей вопросы определения полного поглощения в туманности и расстояния до нее на основе звездных подсчетов, и предложившей некоторый графический способ решения этой задачи, обеспечивающий большую точность. Этот способ применим даже в тех случаях, когда в области сравнения присутствует поглащающее вещество. Можно считать, что еще раз доказана возможность и целесообразность детального изучения темных облаков методами звездных подсчетов [256, 257, 258].

В Астрономическом институте имени Штериберга выполнены и другие исследования, как, например, определение Ю. П. Псковским и А. С. Шаровым поглощения на основе сопоставления избытков цвета звезд с подсчетами галактик по картам Шейна [228].

А. С. Шаров в том же институте осуществил интересный пересмотр параметров известной формулы П. П. Паренаго, дающей значение поглощения света в зависимости от расстояния и галактической широты. Такая общая формула весьма полезна и широко используется для учета влияния поглощения на звездно-статистические выводы.

Еще сам П. П. Паренаго выводил параметры своей формулы, т. е. значения толщины галактического приэкваториального слоя и величины среднего поглощения на один килопарsec, из данных наблюдений в различных участках неба, показывая, что поглощение возможно представить одной общей формулой, в которой, однако, параметры опреде-

ляются для каждой отдельной области. Может быть, уместно вспомнить здесь, что такой вывод параметров формулы и с тем же результатом был выполнен и на большом материале Абастуманского каталога показателей цвета звезд в 43-х Площадках Каптейна. А. С. Шаров же собрал и использовал теперь огромный материал 20-ти разных каталогов, составил сводный каталог из 5200 звезд, звездные величины которых даны в современной системе, а наряду со спектральными подклассами в большинстве случаев имеются также и значения светимостей (что позволяет находить модули расстояния более уверенно). Такую работу задумал еще сам П. П. Паренаго, но не успел ее осуществить. А. С. Шаров построил новую карту неба, включающую в себя 118 областей, для которых и даны уточненные значения параметров. Можно считать, что значения среднего фотографического поглощения на 1 килопарsec и средней толщины галактического поглащающего слоя вычислены теперь надежнее [283].

Важное исследование было выполнено в Пулкове О. А. Мельниковым. Известно, насколько практически знание коэффициента, переводящего избирательное поглощение в общее. Между тем недавно было показано, что этот коэффициент зависит от величины избытка цвета. О. А. Мельников, используя еще старые данные М. А. Вашакидзе, вывел среднее значение коэффициента, показав при этом, что зависимость коэффициента от избытка цвета не может объясняться изменением эффективной длины волны при покраснении звезды, что является феноменом, аналогичным эффекту Форбса для атмосферы Земли, а скорее — действием нейтральной составляющей поглощения, т. е. наличием крупных частиц или свободных электронов в пространстве вокруг Солнца [192].

Работы по проблеме пространственного поглощения света сопровождались также некоторыми отдельными исследованиями вопросов метагалактического поглощения (И. Д. Каракенцев [148]), анализом учета погрешностей в звездной фотографической фотометрии (Д. Ш. Хавтаси [270] и др.).

Естественно, что выполненные работы по практическому определению и учету поглощения света в отдельных участках или направлениях позволили провести также и изучение пространственного распределения звезд. Такие работы выполнены в Крыму и было показано, что в Галактике имеются две мощные зоны, совпадающие со спиральными ветвями в Стрельце и Орионе, где плотность звезд  $O - B$  заметно повышена (И. И. Проник и В. И. Проник, [220]). Было показано также, что поверхностная плотность  $K$ -гигантов может служить как индикатор затемненности областей неба [160]. Наконец исследование пространственная плотность звезд  $A0$  [47].

В Голосееве и Абастумани исследовалось пространственное распределение звезд в направлениях, совпадающих с площадками Плана П. П. Паренаго. Заслуживает быть подчеркнутым то обстоятельство, что в связи с применением в Абастумани предобъективной призмы с преломляющим углом в 4 градуса на мениковом телескопе представилась возможность вести исследования межзвездного поглощения света и пространственного распределения звезд на больших глубинах [18].

А. Алкснес исследовал распределение звезд до 12-й зв. величины в области Цефея [9] и Я. Я. Икаунисек — характеристики пространственного распределения титановых гигантов класса  $M$ , постоянного и переменного блеска [135, 136, 137].

Функции светимости — эти весьма важные характеристики звездного населения — строились в Крыму для области Стрелец-Щит и для расстояния от Солнца в 100 парсек [216]. Функция светимости для слабых звезд — красных карликов вблизи Солнца изучалась в Ростове (Р. Б. Шацова; [286]). Наконец, немало исследований выполнено по функциям светимостей для скоплений, о чем будет сказано ниже.

Следует, однако, заметить, что функции светимости изучаются у нас недостаточно из-за ограниченности инструментальных средств, не позволяющих, как правило, углубляться в галактическое пространство более, чем на 150–200 парсек для поздних звезд.

Вернемся теперь несколько назад и вспомним, что в связи с работами по фотометрическим определениям и исследованию межзвездного поглощения света огромное значение имеет правильный подход к вопросам фотометрических стандартов или стандартизации фотометрических систем. Эта проблема, особенно обостренная ныне в связи с возросшими требованиями к точности фотометрических измерений, не оставалась без внимания со стороны советских астрономов.

Весьма полезный семинар был проведен в Крыму в июле 1961 года Рабочей Группой по фотометрическим стандартам нашей Комиссии (руководитель В. Б. Никонов), совместно с фотометрической Рабочей Группой Комиссии по исследованию переменных звезд. Был опубликован в Бюллетенях Абастуманской обсерватории обстоятельный обзорный доклад А. С. Шарова о современном состоянии проблемы фотометрических систем и стандартов звездных величин и показателей цвета, содержащий при этом важные рекомендации [282].

В Крымской астрофизической обсерватории, при участии Krakowskoy астрономической обсерватории, велась работа по созданию рядов фотоэлектрических звездных величин и цветов опорных фотометрических звезд в Площадках Каптейна. В Крыму В. Б. Никоновым, С. В. Некрасовой, польским астрономом Е. В. Рыбкой и др. разработаны, на основе наблюдений, вопросы методики построения фундаментальных фотометрических стандартов и наблюдались по две звезды 6-й зв. величины в ряде Площадок Каптейна [199]. Если в будущем эта работа сможет быть расширена на более слабые звезды, скажем, до 11-й величины, будет решена задача приведения нуль-пунктов шкал звездных величин в Площадках Каптейна к одной системе.

В Алма-Ате В. С. Матягин занимался вопросами методики учета фона при построении стандартов звездных величин в участках неба с различным фоном [190, 191].

Очень важные работы ведут в Вильнюсе В. Страйжис [249 и др.]. Он вывел формулы связи между системами  $B$  и  $V$  (по Джонсону), с одной стороны, и системами  $t_{\phi_1}$  и  $t_{\phi_2}$  («международными»), определенными рефракторами малых размеров, с другой стороны. При этом он применил метод численного интегрирования кривых распределения энергии в спектрах звезд. Автор построил кривые, представляющие зависимость разности величин  $t_{\phi_2} - V$  от показателя цвета  $B - V$ , и получил уравнения связи между системами. Страйжис показал, что коэффициенты в уравнениях связи при нормальном колор-индексе и колор-экспессе в общем случае не совпадают по величине и они не могут быть объединены в один коэффициент. Вспоминается согласный с этим результатом вывод, полученный еще в 1959 году Т. А. Кочлашвили в Абастумани на основе теоретических соображений [162].

В работе Страйжиса имеется одно существенное ограничение: он исходит из отсутствия в рефракторе хроматической aberrации. Развивая свою работу и примененный метод интегрирования кривых распределения энергии, интегрируя при этом кривые пропускания и чувствительности системы  $U$ ,  $B$ ,  $V$  и кривую пропускания света межзвездным веществом, он получил цвета  $U-B$  и  $B-V$  для звезд разных спектральных классов с различными степенями покраснения. Он показал, что линии покраснения диаграммы  $U-B$ ,  $B-V$  являются не параллельными прямыми, как это считали Джонсон и его сотрудники, а приблизительно параболическими кривыми. При этом наклон и кривизна кривых зависят от нормального показателя цвета звезд. Эта зависимость обуславливает деформацию линии главной последовательности при сильном покраснении.

Я не буду более задерживаться на этой работе, рассчитывая на выступление самого автора в дискуссии по завтрашим докладам.

Работы по высокоточным определениям собственных движений всегда находились в Советском Союзе на высоком уровне.

В Пулковской и Ташкентской обсерваториях, а также в Государственном институте имени Штериберга по-прежнему проводилась работа по фотографированию избранных площадей неба с целью определения абсолютных движений звезд до 17-й зв. величины, в связи с созданием нового фундаментального каталога. А. Н. Дейч и О. Н. Чудовичева опубликовали сводный каталог собственных движений более 1000 звезд в двух специальных Площадках Каптейна [87]. В. В. Лавдовский опубликовал каталог собственных движений около 14000 звезд в 13 рассеянных скоплениях [176]. З. И. Кадла определила собственные движения для нескольких десятков околовольварных звезд [142].

В Астрономическом институте имени Штериберга определения собственных движений касались звезд типа  $W$  Большой Медведицы, Новых, некоторых горячих звезд, а также звезд в ряде рассеянных скоплений [19, 20, 21, 22, 24]. Н. М. Артюхина обратила внимание на то, что направление движения некоторой горячей звезды в Лебеде совпадает с направлением темного выступа, «врезанного» в дугообразную светлую туманность (№ 263 по Атласу В. Ф. Газе и Г. А. Шайна), что может служить указанием на возможную связь формирования выступа межзвездного вещества с движением звезды [22].

Очень ценной представляется инициатива закладки первой эпохи для Новых звезд (Н. М. Артюхина и др.). Подобная работа, более детально, предпринята в Абастумани (с помощью 70 см менискового телескопа); впрочем она пока еще только начата. Задача определения собственных движений Новых звезд является актуальной, но вместе с тем и трудной. Интерес к ней обусловлен необходимостью иметь сведения о кинематических характеристиках Новых и получить еще одну возможность оценки средних расстояний и абсолютных величин.

В Ташкенте А. Г. Рахимовым опубликован каталог абсолютных собственных движений звезд в избранных областях неба [230]. П. А. Савицкий в Государственном педагогическом институте в Москве измерил собственные движения 1617 звезд до 14-й зв. величины в рассеянном скоплении M11 [241].

К сожалению, определения лучевых скоростей в Абастумани не возобновлены, если не считать того, что Г. Ф. Кеванишвили определил их для нескольких десятков звезд в двух группировках звезд типа  $A$ , не найдя, впрочем, различия в них для звезд  $A$ , принадлежащих

группировкам, с одной стороны, и для звезд  $A$  фона, с другой. Ни в одной из других наших обсерваторий лучевые скорости звезд не наблюдаются, что достойно сожаления.

Однако исследования, основанные на анализе известных данных о лучевых скоростях, шли. Т. С. Кириллова и Е. Д. Павловская провели статистический анализ ошибок измерения лучевых скоростей звезд поздних спектральных классов [150]. Д. К. Каримова определила — только по лучевым скоростям — дисперсию скоростей в направлении на центр Галактики для различных групп звезд [149]. Е. Д. Павловская, изучив лучевые скорости звезд, расположенных в двух разных областях неба, определила дисперсию скоростей в направлении галактического вращения для групп звезд различных спектральных классов и классов светимостей. При этом она обнаружила существенные различия в кинематике отдельных групп звезд [204].

Может быть здесь же следует упомянуть о вычислении значения скорости Солнца относительно центроида короткопериодических цефеид. Обстоятельное определение скорости Солнца относительно звезд различных спектральных типов и классов светимости выполнила Е. Д. Павловская, показавшая, что скорость Солнца относительно звезд  $F3-F7$  значительно меньше, чем относительно звезд главной последовательности более ранних или более поздних спектров [205].

Рассмотрим теперь вкратце работы по двойным и кратным звездам, а также и скоплениям. В Пулковской обсерватории А. Н. Дейч завершил исследование движения темного спутника 61 Лебедя и получил уточненное значение его массы [84]. Он обнаружил, по общему собственному движению, 288 двойных и кратных систем среди 7500 звезд каталогов Пулковской и Радклиффской обсерваторий. Используя вместе с тем данные о спектрах по Бергдорфскому обзорению и абсолютные величины по каталогу Эльвиуса, А. Н. Дейч исследовал распределение компонентов двойных звезд на диаграмме спектр-светимость, распределение числа звезд по угловым расстояниям и собственным движениям и т. п. [85, 86].

Широкие пары звезд в окрестностях нескольких рассеянных скоплений исследовала Н. М. Бронникова [49]. На статистическом анализе каталога обсерватории Мак-Кормик основала свое исследование А. Б. Онегина, обнаружившая 124 кратные системы [202].

А. Б. Беспалов предложил графический способ определения элементов орбит визуально-двойных звезд по наблюдениям в пределах короткой дуги и применил его к определениям элементов нескольких десятков пар [39, 40]. Б. И. Фесенко разработал и применил метод обнаружения двойных звезд в каталоге собственных движений и метод нахождения распределения эксцентриситетов орбит визуально-двойных звезд [263, 264].

В Государственном астрономическом институте имени Штернберга по инициативе П. Г. Куликовского изготовлен поляризационный микрометр и приступлено к измерениям двойных систем [169, 170, 175]. В институте велись также и фотографические наблюдения двойных звезд и обработаны снимки П. К. Штернберга и И. А. Казанского, в результате чего опубликован каталог около 120 звезд [296]. Там же астроном из Потсдама Г. Рубен исследовал вопрос о массах компонентов в двойной системе звезды Гамма Льва. Т. А. Голобородько исследовал зависимости масса-светимость и масса-радиус для двойных звезд [74, 75, 76]. В. В. Соболев, рассмотрев положение визуально-двойных звезд на ди-

граммах масса-светимость и спектр-светимость, изложил некоторые космогонические выводы [246].

Кратные системы типа Трапеции исследовались в Абастумани, где Г. Н. Салуквадзе опубликовал на основе собственных наблюдений каталог относительных положений, звездных величин и спектральных классов компонентов 24-х кратных систем типа Трапеции [243, 244].

Большие работы выполнены по исследованию звездных скоплений — рассеянных и шаровых.

Данные о звездных величинах, собственных движениях звезд в рассеянных скоплениях, диаграммы показатель цвета-видимая величина, оценки расстояний скоплений, функции светимости получены в большом количестве благодаря продолжавшимся работам К. А. Бархатовой, Н. М. Артюхиной, Г. А. Стариковой [35, 36, 23, 248 и др.]. При этом К. А. Бархатова получила возможность получать наблюдательный материал с помощью 70-см менискового телескопа в Абастумани [37, 38]. Я позволю себе особо отметить это, напоминая, что на прошлом Пленуме был поднят вопрос и была принята рекомендация предоставлять такую возможность университетским обсерваториям, не располагающим пока крупными телескопами. Г. А. Старикова обнаружила различие между функциями светимости центральных и внешних зон в скоплениях [248]. В ГАИШ, наряду с фотографическими звездными величинами [8], стали определять спектральные классы звезд в скоплениях [80].

Интересны работы Н. М. Артюхиной и П. Н. Холопова, относящиеся к звездным плотностям и строению одного очень старого скопления  $M67$  и Яслей. Они установили, что направление большой оси внешней границы подсистемы слабых звезд в первом скоплении совпадает с направлением абсолютного собственного движения системы и перпендикулярно к направлению от скопления на центр Галактики [23, 25]. В Яслях же оказалось, что центры систем ярких и слабых звезд не совпадают один с другим, причем система слабых звезд смешена в направлении близком к направлению собственного движения скопления. Их результаты имеют или будут иметь большое значение при построении динамической теории строения и эволюции звездных скоплений. В Яслях, кстати, — в ее далеких окрестностях Н. М. Артюхина нашла свыше 60-ти новых возможных членов скопления.

Как новые данные о физических параметрах звезд скоплений следует отметить результаты поляризационных измерений, предпринятых в Бюраканской обсерватории К. А. Григоряном, Р. А. Варданяном и Ю. М. Смаком [81, 82]. Они дают основание предположить, что скопления могут различаться по своим поляриметрическим характеристикам. Получение в дальнейшем возможно однородного наблюдательного материала для множества скоплений представляет значительный интерес.

В Пулкове В. В. Лавдовским выполнена большая работа по определению точных собственных движений звезд в ряде рассеянных скоплений. При этом во многих случаях оценена величина пространственных скоростей звезд [176, 177]. В. В. Лавдовский сообщает в выступлении о своем выводе о совместном движении в пространстве скоплений  $\chi$  Персея и  $\eta$  Персея и окружающей их короны.

В Пулкове же Н. М. Бронникова по собственным движениям и данным  $UBV$ -величин исследовала движение 58-ми рассеянных звездных скоплений.

К исследованиям скоплений были привлечены также Паломарские карты, по подсчетам на которых строились функции светимости (Б. Е. Маркарян, [186]) и даже делались открытия новых скоплений

(С. Г. Искударян, [138]). Новые скопления были обнаружены также и по снимкам с 21-дюймовым телескопом Бюраканской обсерватории и мениковым телескопом Абастуманской обсерватории [17].

Из остальных работ по рассеянным скоплениям следует указать на исследование С. С. Перуанским функций светимости 45 скоплений [214], В. Шенайхом и Н. С. Николовым в ГАИШ — двухцветных диаграмм для нескольких скоплений [290, 291]. Последние авторы показали, что рассеянные скопления, характеризуются большой дисперсией точек на двухцветной диаграмме, группируются в районах спиральных ветвей. В целях поисков переменных звезд в скоплениях, последние исследовались Р. А. Боцулой и А. С. Шаровым [42].

В заключение этого раздела упомянем об интересной работе Л. В. Мирзояна, относящейся к вопросу о расширении звездных ассоциаций. Автор вывел закон роста дисперсии лучевых скоростей звезд ассоциации с увеличением расстояния от центра, исходя из рассмотрения изотропного плоского расширения и, применив закон к 27-ти ассоциациям, нашел, что по звездам, удаленным от ядра не более, чем на 600 парсек, скорость расширения равна +6 — +9 км/сек. [197].

В ассоциации *Ori I* А. Г. Масевич и Э. В. Коток определили возраст самых горячих звезд при различных предположениях об их эволюции.

Шаровые звездные скопления интенсивно исследовались в Институте имени Штернберга. Важные работы выполнены П. Н. Холоповым, проведшим подробное изучение распределения видимой и пространственной плотности звезд в шаровом скоплении *M2*. На основе изучения ряда других скоплений автор пришел к интересным выводам, согласным с гипотезой о постепенном переходе звезд из ядра в область короны и о расширении скоплений по мере того, как ослабевают гравитационные связи между звездами в них. При этом, поскольку динамическая эволюция происходит в направлении от сильно концентрированных систем к менее концентрированным, параметры, характеризующие распределение плотности звезд, могут служить индикаторами возраста скоплений [277]. Другой важный результат П. Н. Холопова, относящийся к эволюции, в том, что он указал на противоречие с теорией физической эволюции ярких звезд в шаровых скоплениях, по которой субгиганты превращаются в красных гигантов [276 и др.]. Важно, что при этих исследованиях обнаружены обширные короны вокруг скоплений.

Интересно заключение П. Н. Холопова о том, что резкого различия между рассеянными и шаровыми звездными скоплениями не имеется. Далека все еще от решения задача определения возрастной последовательности в звездных скоплениях.

А. С. Шаров и Е. Д. Павловская, исследовав лучевые скорости в 70 скоплениях, установили, что шаровые скопления, участвуя в галактическом вращении, теряют угловые скорости с расстоянием от центра Галактики. При этом дисперсия скоростей увеличивается с удалением от центра Галактики [284].

Исследования переменных звезд в шаровых скоплениях вели Б. В. Кукаркин и Н. П. Кукаркина [167, 168]. Они составили каталог *B, V*-величин 405 звезд, используя все имеющиеся данные, в том числе и свои собственные измерения. Поисками переменных звезд и исследованием функции светимости в шаровых скоплениях и их окрестностях занимался Н. Е. Курочкин [172, 173]. Он указал на инте-

ресное явление избыточного числа звезд типа *RR Лиры* на некотором расстоянии от ядра для нескольких скоплений [174].

В Пулковской обсерватории вычислением относительных собственных движений и изучением диаграммы «цвет-фотовизуальная величина» звезд в скоплении *M13* занималась З. И. Кадла [143].

Наконец, вспомним, что Г. М. Идлис и Г. М. Никольский еще в 1959 г. установили наличие облаков диффузной среды в шаровых скоплениях. Этот результат был недавно подтвержден за рубежом [127].

Перечислим теперь некоторые результаты, имеющие характер и содержание статистических зависимостей и общих закономерностей. Здесь уместно назвать Я. Я. Икауниекса, который провел анализ статистических зависимостей для титановых долгопериодических переменных звезд и пришел к выводу, что подсистема долгопериодических переменных состоит из множества составляющих с непрерывно изменяющимися кинематическими, пространственными и другими характеристиками [135, 136]. Далее он обнаружил, что зависимость период-светимость для тех же звезд делится на две части, причем для периодов от 100 до 200 дней светимость растет, затем резко уменьшается на одну величину и оставаясь постоянной до периода в 350 дней, наконец снова растет. Долгопериодические переменные с периодами менее 200 дней образуют сферическую подсистему, остальные — промежуточную [137].

Е. Д. Павловская обнаружила сходство характеристик короткопериодических цефеид в направлении на галактический центр и в некотором шаровом скоплении [203].

Ю. Н. Ефремов обнаружил что средние периоды долгопериодических цефеид сферической составляющей уменьшаются к периферии Галактики [118]. Он же исследовал связь формы кривой блеска цефеид с их цветами и светимостью и вывел свое значение поправки для нуль-пункта Шепли, близкое к значению П. П. Паренаго [119, 120, 121].

Зависимости период-асимметрия блеска для цефеид и звезд типа *RR Лиры*, формы кривой блеска от длины периода для цефеид сферической составляющей, период-амплитуда для полуправильных переменных и звезд типа Миры Кита и другие изучались в [179, 267, 268, 74, 75]. Диаграмма спектр-светимость для 25-ти магнитных звезд изучалась в [73].

За отчетный период еще больше оживились исследования по виагалактической астрономии. Серия работ опубликована сотрудниками ГАИШ. Ю. П. Псковский изучал средние абсолютные интегральные величины галактик разных типов и подтипов, критически рассматривая известные оценки видимых величин, и, проведя калибровку классов светимости, показал, что средние абсолютные интегральные величины эллиптических и спиральных гигантских галактик в общем равны; заново оценил модули расстояния до скоплений в Деве, Печи и Волосах Вероники; рассмотрел пространственное распределение галактик в сфере с радиусом в 15 мегапарсек; изучал соотношение между числом спиральных и эллиптических галактик в окрестностях Галактики и в скоплении Девы и Геркулеса; пришел к ряду общих физических, статистических и морфологических обобщений [221, 222, 223, 224, 225, 226, 227].

Хорошо известна большая и ценная работа Б. А. Воронцова-Вельяминова, опубликовавшего совместно с А. А. Красногорской весьма богатый морфологический каталог, содержащий 14000 галактик [58].



Исследованы содержание и характер распределения темной материи в галактиках; оценена толщина слоя пыли в ряде галактик [57].

И. Л. Генкин провел анализ лучевых скоростей эмиссионных объектов в М31 и обнаружил движения газовых масс вдоль радиус-вектора к центру [67]. Кроме того, он заново оценил расстояние до Магеллановых Облаков и значение постоянной Хаббла [68]. Ю. Н. Ефремов провел ревизию оценок модуля расстояния до Малого Магелланового Облака [120].

А. В. Засов выполнил работу по уточнению зависимости между фотометрическими расстояниями до галактик или их скоплений и красными смещениями [123].

Особого упоминания заслуживают внегалактические исследования, весьма активно развивающиеся в Бюраканской астрофизической обсерватории, главным образом, под влиянием известных идей В. А. Амбарцумяна [10, 11, 12]. В Бюракане стал применяться для исследований галактик новый большой — метровый — телескоп системы Шмидта, снабженный большой предобъективной призмой. Б. Е. Маркарян обнаружил в центральной части галактики M82 эмиссию в линии  $H\text{-альфа}$  и привел доводы в пользу наличия в этой галактике бурных физических процессов, возможно сопровождающих явления, связанные с формированием молодого населения типа I [185 и др.]. В других работах Б. Е. Маркарян изучал звездный состав галактик и шаровых скоплений на основе распределения парциальных светимостей звездных систем по данным шестицветной фотометрии Стеббинса и Уйтфорда [182]; указал на восемь галактик, образующих изогнутую цепочку, признаваемую им реальной и находящуюся в неустойчивом состоянии, с положительной энергией [183]; положительной же оценил он полную энергию группы галактик в созвездии Льва, для которой вычисленная им вероятность случайного образования оказалась ничтожно малой [184].

В Бюракане предприняты колориметрические исследования групп галактик с целью решить альтернативу объяснения наблюдаемых иррегулярностей в распределении ярких галактик естественными флюктуациями или реальными физическими связями [188 и др.]. Двухцветной абсолютной фотометрией галактик с целью выяснения истинного расположения плоскости симметрии в пространстве занимался А. Т. Каллоглян, которому принадлежат также исследования по колориметрии галактик с перемычкой [144, 146]. Он, кроме того, критически рассмотрел данные о нескольких группах галактик и, проверив выполнение теоремы вириала, высказался против утверждения об устойчивости этих групп [145]. Р. А. Саакян в своей работе [240] оспаривает выводы американских астрономов об отсутствии изменений в распределении и кинематических параметрах звезд, принадлежащих двум, проходящим друг через друга галактикам. Г. С. Бадалян, исследовав распределение нейтрального водорода и классических цефеид в Магеллановых Облаках, установил, что цефеиды расположены в основном в уплотненных областях нейтрального водорода [32].

Важным событием следует считать начало применения 2,6-метрового телескопа Крымской астрофизической обсерватории к внегалактическим исследованиям. Благодаря применению в комбинации с ним электронно-оптического преобразователя обнаружены в галактиках неизвестные до сих пор облака светящегося водорода и подмечены новые закономерности в распределении горячих звезд и водородной составляющей в галактиках [50].

Из других внегалактических исследований упомянем в заключение об исследованиях, ведущихся в Алма-Ате Г. М. Идлисом и другими, в

том числе и о развивающейся им гипотезе о происхождении Магеллановых Облаков из Галактики в результате ее столкновения с другой. В одной из работ им показано — на основе статистического изучения сжатия галактик, — что сферические галактики преобладают среди общего галактического поля [126, 127, 133, 65]. Наконец, упомянем о работе Т. А. Агекяна и И. В. Петровской о распределении плотности в сферических скоплениях звезд и галактик [7].

За отчетный период заметно умножились радиоастрономические исследования и применения их результатов к звездно-астрономическим задачам. Возросла в этих исследованиях доля участия советских радиоастрономических наблюдений. Большой пулковский радиотелескоп, радиоастрономическая аппаратура Физического института АН СССР, Радиофизического института в г. Горький, Института радиофизики и электроники АН Армянской ССР доставляли немаловажный наблюдательный материал.

Полезной показала себя практика кооперирования между астрономическими и физическими институтами с целью комплексного изучения задач галактической астрономии и астрофизических задач. Так, Государственный астрономический институт имени Штернберга и Физический институт АН СССР построили рельефную карту распределения водорода в части Галактики, наблюданной с северных обсерваторий, что выявило новые характеристики, дополняющие известные по голландским и австралийским исследованиям данные о распределении газа вдоль галактического экватора, показывающие, в частности, что распределение водорода заметно отклоняется от плоского [180, 181]. Эти новые факты важны хотя бы в связи с принятой недавно новой системой галактических координат, основанной на упомянутых голландских и австралийских исследованиях. Названные нами два учреждения исследовали на длине волны в 21 см радиоизлучение от волокнистых туманностей в Лебеде и установили наличие здесь двух межзвездных облаков нейтрального водорода [295].

В Институте имени Штернберга и на Крымской радиоастрономической станции ФИ АН СССР впервые предприняты наблюдения радиоизлучения нейтрального водорода в линии 21 см от  $T$ -ассоциации  $\text{Tau T}_2$  [294].

Бюраканская астрофизическая обсерватория и Институт радиофизики и электроники кооперировались в выполнении работы по отождествлению радиоисточников со скоплениями галактик и по поискам двойных и пекулярных объектов в скоплениях, ответственных за радиоизлучение. При этом было найдено, что число совпадений радиоисточников с галактическими скоплениями заметно превосходит математическое ожидание случайных совпадений (Бюракан, сообщ. 30).

Серия исследований проведена Ю. Н. Париjskим и другими в Пулкове по материалам Большого пулковского радиотелескопа; исследовалось радиоизлучение ядра Галактики, туманности M17, для которой оценена масса и электронная плотность; сопоставлено распределение радиояркости с изофотами в линии  $H\text{-альфа}$  по Г. А. Шайну и В. Ф. Газе; распределение радиояркости в Большой туманности Ориона, для которой обнаружилось, что максимум радиоизлучения совпадает с положением Трапеции Ориона [208, 209, 210, 206, 238, 124].

Можно назвать и другие работы, выполненные в Пулкове, ГАИШ, ФИАН — И. Л. Генкина, Р. Н. Ихсанова, А. Д. Кузьмина, Ю. П. Псковского, Р. Л. Сороченко и других [66, 140, 165, 166, 226, 247 и др.]. Все они свидетельствуют о том, что к исследованиям широко стали при-

влекаться радиоастрономические средства и методы, и что комплексное изучение галактических и внегалактических объектов одновременно в оптическом и радиодиапазоне может дать много новых важных сведений, относящихся к природе звезд, звездных систем и межзвездной среды.

Что касается ядра Галактики, оно подвергалось детальному исследованию методами радиоастрономии, показавшему сложность его структуры и природы. Для полноты исследования В. И. Мороз попытался измерить в области наибольшей радиояркости ядра (Стрелец-А) инфракрасное излучение в микроновых длинах волн, но не смог его обнаружить, возможно, как он сам допускает, из-за нейтрального поглощения, способного составить в этом направлении более 2-х звездных величин [198].

Необходимо отметить, что в Советском Союзе эффективно развиваются в радиоастрономии также и чисто теоретические исследования, которые немало влияют на направление исканий в решении галактических и внегалактических задач. Здесь имеются в виду работы И. С. Шкловского, среди них же мне хочется отметить те, в которых развиваются соображения против гипотезы столкновения между галактиками, как причины радиоизлучения, и в пользу вероятности выбрасывания из ядер галактик намагниченных облаков газа — плазмоидов, содержащих релятивистские частицы [292, 293]. Однако острота задачи о природе радиоизлучения требует еще большего развития комплексных радиоастрономических и оптических наблюдений и их анализа.

Проблемы Звездной кинематики и динамики пользовались заслуженным вниманием со стороны советских исследователей. Они интенсивно изучались в Ленинграде (К. Ф. Огородников, Т. А. Агекян и другие), в Тарту (Г. Г. Кузмин, Я. Э. Эйнасто и другие), в Алма-Ате (Г. М. Идлис, И. Л. Генкин и другие). Исследования в этой области велись также в Москве (ГАИШ), в Душанбе, Ростове, Бюракане, Тбилиси-Абастумани.

Изучению и разработке подвергались четыре основные проблемы:  
1) общие закономерности взаимодействия материи внутри галактик и в метагалактике;

2) роли статистического и гидродинамического методов в кинематике и динамике звездных систем;

3) построение различных моделей Галактики и их сравнение с данными наблюдений;

4) определение на основе наблюдательных данных и исследование функций распределения остаточных скоростей и значений кинематических и динамических параметров Галактики.

Первой проблеме посвящали работы, главным образом, Алматинские астрономы. Г. М. Идлис опубликовал большую монографию «Структура и динамика звездных систем», в которой изложена общая теория самогравитирующих конечных стационарных звездных систем; рассмотрены общие вопросы о характере интегралов движения свободной точки в силовом поле галактик; выведена формула для выражения гравитационного потенциала в экваториальной плоскости внутри звездной системы, являющаяся некоторым обобщением известной формулы П. П. Паренаго; построены и исследованы, с применением к ряду галактик, теоретические модели звездных систем; сопоставлены различные данные о вращении Галактики; рассмотрены вопросы о подсистемах Галактики, плотности в окрестностях Солнца, общей массе Галактики; выдвинута гипотеза об образовании Магеллановых Облаков из

вещества Галактики, оторванного от нее в результате сближения NGC55.

Ф. А. Циции (ГАИШ) занимался вопросами аксиоматического обоснования Звездной Динамики.

Второй проблемой была занята Ленинградская группа исследователей. К. Ф. Огородников, Т. А. Агекян и другие применяли гидродинамические уравнения к исследованию сферических систем. При этом Т. А. Агекян дальше развил свой метод исследования иррегулярного поля звездных систем; построил систему дифференциальных уравнений в частных производных, описывающую состояние квазистационарного сферического звездного скопления, с учетом диссипации звезд из системы [3, 5 и др.].

Т. А. Агекян и другие занимались вместе с тем исследованием закона вращения галактик, с привлечением данных радионаблюдений, и изучением вопросов устойчивости тройных конфигураций звезд [6].

Сферические системы исследовались также в Тарту Ю. И. Велтманом [53]. В. А. Антонов (Ленинград) занимался проблемой динамической устойчивости звездных систем с применением метода Ляпунова [13].

Влияние иррегулярных сил на вековые изменения плоской подсистемы Галактики изучал Г. Г. Кузмин. Он обобщил на стационарные звездные системы известную теорему Лихтенштейна о существовании экватора симметрии у равновесной жидкости, обладающей симметрией вращения.

Результаты Т. А. Агекяна и Г. Г. Кузмина признаются важным вкладом в советскую звездную кинематику и динамику за последние три года.

Наконец, уместно вспомнить, что вообще, неоднократно делались попытки создать динамическую теорию Галактики, представляя аналитическое выражение для потенциала, силы и скорости кругового движения, сравнивая затем теоретические выражения с наблюдаемыми круговыми скоростями на различных расстояниях от центра Галактики. Можно вспомнить работы в этом плане, принадлежавшие П. П. Паренаго. А теперь А. С. Шаров рассматривает вопрос о том, какие теоретические законы вращения Галактики могут быть приняты, если исходить из имеющихся наблюдательных данных о долгопериодических цефеидах и межзвездном водороде. Нельзя считать, что ответ на этот вопрос уже дан этим исследованием. В частности, с этой точки зрения нельзя предпочтеть также и теорию нестационарной Галактики. С одной стороны, несовершенство теории, с другой, неполнота наблюдательных данных затрудняют решить эту задачу. Здесь остается еще поле деятельности как для теоретических исканий, так и для наблюдательной работы. В отношении последней, одной из главных задач остается задача расстояний. К исследованиям должны быть привлечены радиоастрономические данные. В этом отношении интересна работа Т. А. Агекяна и Е. В. Клосовской, анализировавших лейденские профили водородных линий 21 см для определения изменения угловых скоростей с расстоянием от центра вращения [6].

В Ростове и Тбилиси Р. Б. Шацова и М. Г. Колхидашвили [158] исследовали функции распределения остаточных скоростей, занимались подбором теоретических функций распределения, в том числе — функций Шварцшильда, Пуассона, Пирсона, Планка и др. для звезд различных спектральных классов и светимостей. Р. М. Дзигвашвили в Абастумани и Е. Д. Павловской [205] в Москве определили эллипсоид скоростей для различных групп звезд. При этом Р. М. Дзигвашвили

показал практическую эффективность применения метода максимального правдоподобия к изучению задач такого рода [88].

Проблемой вращения галактик и динамикой нестационарных звездных систем занимался И. Л. Генкин [71 и др.]. Рассмотрев принципы построения моделей нестационарных звездных систем с шварцшильдовым распределением скоростей звезд, он дал объяснение некоторым закономерностям, наблюдавшимся в подсистемах Галактики, разив теорию Галактики, разработанную ранее Чандraseхаром.

В плане изучения четвертой проблемы отметим работы группы астрономов из Тарту, занимающихся задачей создания системы кинематических и динамических постоянных для Галактики, что следует рассматривать как одну из наиболее актуальных задач.

В плане, близком звездодинамическому содержанию, исследования распределения звезд в ядрах звездных ассоциаций и закона изменения плотности с расстоянием от центра ассоциации велись в Бюракане Л. В. Мирзояном и другими, но со специфической точки зрения вопросов, касающихся звездообразования.

Я не имею возможности комментировать еще работы В. К. Абалакина [1], А. А. Лаврова [178], Т. А. Роотсмяэ [237], А. Я. Филина [265] и возможно и других.

Нам представляется, что полезно сосредоточить больше усилий на задачах построения моделей галактик, на задачах, связанных с явлениями нестационарности в звездных системах и со взаимодействием звезд с конденсациями материи. При этом перспективными представляются исследования кинематических свойств звезд избранных спектральных классов. Подобные исследования важны, если они будут вестись в связи с исследованием физических и общих звездоастрономических характеристик звезд тех же классов. Эти работы намечаются в Москве (ГАИШ) и Тарту.

Если Галактику можно признать в общем стационарной, но необходимо считаться с наличием в ней молодых подсистем, характеризующихся нестационарностью, то перспективной должна представиться задача исследования нестационарных подсистем в общем стационарном поле Галактики. Наконец, взаимодействие звезд с большими некомпактными массами вещества следует рассматривать как актуальный объект исследования, стоящий близко к общим задачам астрономии.

На этом собственно я и заканчиваю обзор. Еще раз я должен просять слушателей снисхождения и авторов исследования — прощения за неполную характеристику их работ, а в некоторых случаях и просто за опущение упоминания. Но библиографический список, который по сути дела составляет основу нашего доклада, состоит почти из 300 названий. Впрочем, я просил бы и руководителей отдельных Рабочих Групп выступить с фактическими замечаниями, которые в необходимом объеме восполнили бы характеристику работ в областях, ими курируемых.

Дискуссия же, надеюсь, позволит подчеркнуть проблемы и направления, на развитии которых, очевидно, необходимо сосредоточить в дальнейшем особое внимание и предложить методы и средства улучшения организации работ.

В заключение я сделаю несколько общих и частных замечаний.

Обзор, я убежден, во всяком случае показал широту круга интересов советских исследователей в области звездной астрономии. Эти исследования стали за последний период богаче и многообразнее.

Отчетливо проявляются новые прогрессивные тенденции или явления в развитии у нас звездоастрономических работ.

Это, в частности, — увеличение фактической информации, поступающей от современных телескопов; к этому следует добавить, что и интенсивное применение Паломарских карт играет с этой точки зрения немаловажную роль (особенно следует отметить успехи в этом деле ГАИШ, Бюракана; десятки и сотни новых объектов открываются по ним — планетарные туманности, диффузные и пылевые облака, белые карлики, их скопления и т. д.).

Далее весьма ощутима интенсификация внегалактических исследований и очень заметно появление работ, связанных с применением радиоастрономических методов. Есть, кроме того, первые примеры появления работ, основанных на электронной фотометрии, — методе очень заметно превосходящем, в смысле проникновения к слабым объектам, возможности простого фотографирования.

Затем можно отметить также первые случаи появления у нас наших наблюдений Южного неба (Е. Б. Костякова «Исследование интегрального спектра Млечного Пути в его южных областях» — с судна «Витязь» [161]). Впрочем, в остальном наши исследования, связанные с южным небом, базируются только на литературных данных (Р. Х. Гайнуллина, Г. М. Идлис, Ю. Н. Ефремов, Г. С. Бадалян).

Наконец имеется ряд исследований, в ходе выполнения которых их авторы впервые стали применять для вычислений счетно-аналитические и электронные машины вычислительных станций (П. Н. Холопов — при исследовании плотности звезд в шаровых скоплениях; А. С. Шаров — для своей большой работы по вычислению параметров формулы П. П. Паренаго; Л. Рейзин — при вычислениях собственных движений; Т. А. Агекян, В. Страйкис и др.).

Отдельно следует отметить и примеры международного сотрудничества В. Б. Никонов — Е. Рыбка (Польша); К. А. Григорян — Ю. Смак (Польша) — поляризация в скоплениях.

Тем не менее, мы не можем быть удовлетворены нынешним положением.

Накопление наблюдений всеми современными средствами и методами, позволяющими проникать к слабейшим объектам, с применением мощных телескопов, пока все еще остается задачей, которой необходимо настойчиво заниматься.

Вслед за установкой в Советском Союзе двух мощных телескопов, необходимо продолжать дальнейшее перевооружение советских обсерваторий, ибо астрономия переживает в настоящее время такую эпоху в своем развитии, когда все больше обостряются требования к наблюдениям, как в смысле объема и разнообразия, так и точности. А в силу этой точности, в частности, необходимо еще больше развивать и шире применять фотоэлектрические средства. Так, весьма целесообразным представляется осуществление предпринятой ныне постройки и установки двух программируемых фотоэлектрических телескопов с зеркалами не менее 1,25 метра. Но такие телескопы необходимо применять не только для фотометрических целей, но и для спектральных.

Все больше ощущается потребность в советских наблюдениях Южного Неба.

Весьма большая роль остается за унифицированием наблюдений и обработки. Все еще пока нельзя считать наложенным обеспечение фотоматериалами. А обработка требует очень решительного внедрения в лабораторную практику и применения автоматики и электронно-вычислительной техники. К сожалению, именно в этом мы все еще остаемся свидетелями большой инертности.

Удивительно, что даже такая простая — в принципе — вещь, как автоматическое гидрование телескопов у нас медленно внедряется.

Мы видим, что ряд астрономических учреждений организует у себя вычислительные станции или бюро, но положение дела требует, чтобы применение быстродействующих вычислительных машин для решения сложных астрономических задач или выполнения расчетов, построения моделей и т. п. шло быстрее и решительнее. К этому призывал П. Н. Холопов еще в своей статье в АЖ № 1 за 1963 год, имея в виду численный расчет эволюции различных моделей скоплений, который открыл бы путь к установлению возрастной классификации скоплений, основанной на принципах звездной динамики.

Не следует откладывать далее организацию ячеек по задачам внеатмосферной звездной астрономии.

Комиссия звездной астрономии, построенная по принципу Рабочих Групп, своей деятельностью — думаю, согласитесь — способствует развитию данной отрасли астрономической науки и улучшению организации наблюдательных и исследовательских работ. Тем не менее, ее деятельность в то же время страдает заметными недостатками, которые необходимо устранять.

Практика совещаний-семинаров Рабочих Групп показала себя весьма полезной, но ее надо участвовать, сделать более эффективной.

Комиссия, ее Бюро, как правило, постоянно должны стремиться организовывать проблемную связь между обсерваториями, вовлекать их в кооперированные работы. Кооперироваться необходимо между собой также университетским и академическим обсерваториям. Здесь не требуется доказывать, сколь полезно было бы это. Между тем кооперированные работы у нас — редкость.

Очень существенным является недостаток нашей работы, заключающийся в том, что Бюро Комиссии оставалось малоактивным. К примеру вспомним, что когда Комиссии пришлось представить Президиуму Астрономического Совета план развития звездно-астрономических работ на двадцать лет, а также перечень актуальных тем, ни в одном, ни в другом случае не было организовано обсуждение в Бюро Комиссии. Правда, представленные записки учитывали предложения руководителей большинства Рабочих Групп. Но Бюро Комиссии их не обсуждало.

Наконец, по-видимому, назревает необходимость и в некоторых изменениях структуры Комиссии, реорганизации одних, ликвидации других, введении третьих Рабочих Групп. Эти вопросы поднимаются сами руководители Рабочих Групп, но мы, очевидно, сумеем специально их обсудить завтра.

История не знает другого периода, когда наука развивалась бы так стремительно и таким широким фронтом, как ныне. Небывалы темпы развития также и нашей науки — астрономии. При этом также беспримерно такое сильное стремление ученых, лучше организовать и использовать всю мощь науки на благо обществу, какое есть в нашей стране. В этом стремлении нам оказывают огромную помощь наша партия и правительство, нас стимулируют интересы народа.

Постараемся же так использовать настоящее собрание и так направить обсуждение, чтобы внести полезный вклад в это важнейшее дело улучшения организации научных исследований в области астрономии.

## Цитированная литература

- Абалакин В. К. О периодических движениях звезд в эллипсоидальных звездных скоплениях. Бюлл. ИТА, 1961, 8, № 3, 173.
- Агекян Т. А. Стадии эволюции звездных систем. Труды 3-го съезда Всесоюз. астрон.-геодез. общ-ва, 1960, 1962, 105.
- Агекян Т. А. Об учете кратности звездных сближений в теории нерегулярных сил. АЖ, 1961, 38, № 6, 1055.
- Агекян Т. А. Сферические системы звезд и галактик на ранних стадиях эволюции. Вестн. ЛГУ, 1962, № 1, 152.
- Агекян Т. А. Сферические скопления звезд в квазистационарном состоянии. АЖ, 1963, 40, № 2, 318.
- Агекян Т. А., Клосовская Е. В. Об определении закона вращения Галактики по данным радиоизмерений. Вестн. ЛГУ, 1962, № 13, 103.
- Агекян Т. А., Петровская И. В. О распределении плотности в сферических скоплениях звезд и галактик. Уч. зап. ЛГУ, 1962, № 307, 178.
- Алексеев И. Е. Определение фотографических величин звезд в районе рассеянных скоплений NGC7788 и NGC7790. Сообщ. ГАИШ, 1962, № 124, 31.
- Алкенис А. Распределение звезд в области созвездия Цефея. Труды Астрофиз. лабор. АН Латв. ССР, 1961, 8, 11.
- Амбарцумян В. А. Явления неустойчивости в системах галактик. АЖ, 1961, 66, № 10, 536.
- Амбарцумян В. А. Проблемы внегалактических исследований. Вопросы космогонии, 1962, 8, 3.
- Амбарцумян В. А. Проблемы внегалактических исследований. Transactions of the Internat. Astron. Union, 1962, 11B, 145.
- Антонов В. А. Замечания к проблеме устойчивости в звездной динамике. АЖ, 1960, 37, № 5, 918.
- Антонов В. А. Наивероятнейшее фазовое распределение в сферических звездных системах и условия его существования. Вестн. ЛГУ, 1962, № 7, 135.
- Антонов В. А. Решение задачи об устойчивости звездной системы с законом плотности Эмдена и сферическим распределением скоростей. Вестн. ЛГУ, 1962, № 19, 96.
- Антонов В. А. Приложения вариационного метода к звездной динамике и некоторым другим проблемам. Автореф. канд. диссерт. Ленинград, 1963.
- Априамашвили С. П. Рассеянное скопление  $A_{\text{II}}(T_r) 35$ . Абастум. Б., 1962, 28, 157.
- Априамашвили С. П. Исследование межзвездного поглощения света и пространственного распределения звезд в двух участках Млечного Пути в созвездиях Орла и Щита. Абастум. Б. 1963, 30.
- Артюхина Н. М. Собственные движения 332 звезд в окрестностях рассеянного звездного скопления NGC7209. Труды ГАИШ, 1961, 30, 196.
- Артюхина Н. М. Собственные движения 392 звезд в области рассеянного звездного скопления NGC6866. Труды ГАИШ, 1961, 30, 219.
- Артюхина Н. М. Собственные движения трех звезд типа WUMa в районе скопления Плеяды. ПЗ, 1961, 13, № 5, 366.
- Артюхина Н. М. Собственное движение звезды BD +40° 4124, ассоциированной с туманностью S213. АЖ, 1962, 39, № 3, 549.
- Артюхина Н. М. Распределение звездной плотности в рассеянном скоплении Ясли. АЖ, 1962, 39, № 6, 1051.
- Артюхина Н. М. Собственные движения и положения нескольких Новых звезд. АЖ, 1963, 40, № 4, 682.
- Артюхина Н. М. и Холопов П. Н. Распределение звездной плотности в скоплении M67. АЖ, 1961, 38, № 6, 1039.
- Артюхина Н. М. и Холопов П. Н. Список новых звезд, рекомендуемых для

- определения координат и собственных движений. АЖ, 1962, 39, № 6, 1129.
27. Артюхина Н. М. и Холопов П. Н. Рассеянное скопление M37 и короны звездных скоплений. АЖ, 1963, 40, № 6, 1101.
28. Бадалян Г. С. Замечание о показателях цвета классических цефид. ДАН Арм., 1960, 30, № 2, 93.
29. Бадалян Г. С. Об одной группе заподозренных переменных типа Тельца. ДАН Арм., 1960, 31, № 5, 261.
30. Бадалян Г. С. О распределении классических цефид и нейтрального водорода в руках галактик. ДАН Арм., 1961, 33, № 4, 165.
31. Бадалян Г. С. Исследование переменных звезд в темном облаке Тельца. Бюракан. С., 1962, 31, 57.
32. Бадалян Г. С. Распределение нейтрального водорода и классических цефид в Магеллановых Области. ДАН Арм., 1962, 35, № 1, 21.
33. Бартая Р. А., Харадзе Е. К. Результаты спектрального исследования звезд в трех участках Млечного Пути. Абастум. Б., 1960, 25, 155.
34. Бартая Р. А., Харадзе Е. К. Спектры звезд в четырех участках диффузных эмиссионных туманностей. Абастум. Б., 1962, 28, 161.
35. Бархатова К. А. Движение рассеянных звездных скоплений. АЖ, 1961, 38, № 4, 665.
36. Бархатова К. А., Ченцов Е. Л. Исследование рассеянного звездного скопления NGC1605. АЖ, 1960, 37, № 5, 864.
37. Бархатова К. А., Шашкина Л. П. Диаграмма цвет-звездная величина рассеянного звездного скопления NGC6819. АЦ, 1963, № 233, 1.
38. Бархатова К. А., Штейнберг М. К. Диаграмма цвет-видимая величина рассеянного звездного скопления NGC6939. АЦ, 1963, № 247, 1.
39. Беспалов А. В. Графический способ определения элементов орбит визуально-двойных звезд и некоторые статистические закономерности среди них. Тр. ГАИШ, 1961, 30, 75.
40. Беспалов А. В. Новые определения элементов орбит визуально-двойных звезд ADC 684, 784, 1613, 2034, 2173, 2768, 3169, 3701, 5752, 7871, 8695, 8739, 1148, 12961, 16539. АЖ, 1962, 39, № 6, 1134.
41. Беспалов А. В. Новые определения элементов орбит визуально-двойных звезд Rst 2338, λ 143, J 83, h 4707, λ 264, R 297, Russell 321. АЖ, 1963, 40, № 5, 956.
42. Бонула Р. А., Шаров А. С. Поиски переменных звезд в рассеянных звездных скоплениях и ассоциациях. ПЗ, 1960, 13, № 2, 101.
43. Боярчук М. Е. Изучение атмосфер Типа FIII. Связь некоторых характеристик атмосфер звезд со светимостью. Крым. И. 1962, 28, 94.
44. Боярчук М. Е. Изучение атмосфер звезд класса FIV. Водородные линии. Крым. И. 1963, 29, 239.
45. Бродская Э. С. Спектры, фотографические величины и показатели цвета 3206 звезд в созвездии Кассиопеи. Крым. И. 1960, 24, 160.
46. Бродская Э. С. Распределение поглощающей материи вблизи галактического экватора в области долгот 91—107°. Крым. И. 1961, 26, 375.
47. Бродская Э. С. Пространственное распределение звезд АО в направлении созвездий Персея — Кассиопеи. Крым. И. 1961, 26, 382.
48. Бродская Э. С. и Григорьева Н. Б. Исследование межзвездного поглощения в направлении сверхновой 1572 г. АЖ, 1962, 39, № 4, 754.
49. Бронникова Н. М. Широкие пары звезд в окрестностях четырех рассеянных звездных скоплений NGC 1513, 1960, 2099, 6705. АЖ, 1962, 39, № 6, 1132.
50. Бутслов М. М., Копылов И. М., Никонов В. Б., Северный А. Б. и Чуваев К. К. Опыт электронно-оптического фотографирования галактик в лучах водорода на 2,6-метровом рефлекторе Крымской астрофизической обсерватории. АЖ, 1962, 39, № 2, 315.

51. Вардаян Р. А. Поляриметрические наблюдения магнитных звезд. Бюракан. С., 1960, 28, 9.
52. Ватолло В. В., Богданов А. В. К динамике звездных систем. Тр. Всес. заочн. инст. 1961, № 17, 37.
53. Велтман Ю. И. Построение моделей сферически симметричных звездных систем по заданной пространственной плотности. Тартуск. П. 1961, 33, № 5—6, 387.
54. Воронцов-Вельяминов Б. А. Описание пятидесяти планетарных туманностей. АЖ, 1961, 38, № 1, 75.
55. Воронцов-Вельяминов Б. А. Новые планетарные и псевдопланетарные газовые туманности. АЖ, 1961, 38, № 2, 375.
56. Воронцов-Вельяминов Б. А. Новый каталог планетарных туманностей. Сообщ. ГАИШ, 1962, № 118, 3.
57. Воронцов-Вельяминов Б. А. Темная материя в галактиках. АЖ, 1963, 40, № 1, 85.
58. Воронцов-Вельяминов Б. А., Красногорская А. А. Морфологический каталог галактик. Ч. I. Каталог 7200 галактик от 90° до +45° склонения. Тр. ГАИШ, 1962, 32, 206.
59. Ворошилов В. И. Фотографические и фотокрасные величины звезд в области Млечного Пути с центром  $\alpha=18^h50^m$ ,  $\delta=+5^\circ$ . ДАН Укр. 1961, № 5, 616.
60. Ворошилов В. И. О построении каталога фотографических, фотовизуальных и фотокрасных величин в площадке с центром  $\alpha=18^h50^m$ ,  $\delta=+5^\circ 2'$ . Изв. ГАО АН УССР, 1962, 4, в. 2, 128.
61. Ворошилов В. И. Межзвездное поглощение света в области Млечного Пути с центром  $\alpha=18^h50^m$ ,  $\delta=+5^\circ$ . Изв. ГАО АН УССР, 1963, 5, в. 1, 117.
62. Ворошилов В. И. Структура Млечного Пути в направлении на спиральную ветвь Стрельца в созвездии Орла. Автореф. канд. диссерт. Киев, 1963.
63. Ворошилов В. И., Горделадзе Ш. Г. Трехцветная фотометрия звезд в созвездии Орла. Изв. ГАО АН УССР, 1960, 3, в. 1, 126.
64. Ворошилов В. И., Горделадзе Ш. Г., Колесник Л. Н. Каталог фотографических, фотовизуальных и фотокрасных величин 22000 звезд. Киев, 1962.
65. Гайнуллина Р. Х. и Иллис Г. М. О вращении и массе Большого Магелланова Области. Алма-Ат. И. 1961, 12, 56.
66. Генкин И. Л. К-эффект и спиральная структура Галактики. АЖ, 1962, 39, № 1, 15.
67. Генкин И. Л. К-эффект в галактике M31. АЖ, 1962, 39, № 6, 1048.
68. Генкин И. Л. Критерии метагалактических расстояний. Сообщ. ГАИШ, 1962, № 118, 46.
69. Генкин И. Л. Динамика звездных систем с шварцшильдовским распределением скоростей звезд. Сообщ. ГАИШ, 1962, № 124, 3.
70. Генкин И. Л. Динамика звездных систем с шварцшильдовским распределением скоростей звезд. Сообщ. ГАИШ, 1963, № 129, 3.
71. Генкин И. Л. К динамике нестационарной Галактики. АЖ, 1963, 40, № 2, 312.
72. Гершберг Р. Е. Радионизлучение планетарных туманностей и определение расстояний до этих объектов. Крым. И. 1962, 28, 159.
73. Глаголевский Ю. В. О светимости магнитных звезд. Тр. Сектора астробот. АН КазССР, 1960, 8, 191.
74. Голобородько Т. А. Зависимость амплитуда-период у полуправильных переменных и звезд типа Миры Кита. Бюлл. ВАГО, 1960, № 26, 41.
75. Голобородько Т. А. Зависимость период-светимость у цефид. Бюлл. ВАГО, 1960, № 28, 16.
76. Голобородько Т. А. Зависимость масса-светимость и масса-радиус у двойных звезд. Бюлл. ВАГО, 1962, № 31, 37.
77. Горделадзе Ш. Г. Опыт трехцветной колориметрии в созвездии Орла. Изв. ГАО АН УССР, 1960, 3, в. 1, 36.

78. Горделадзе Ш. Г., Лукацкая Ф. И. Фотографические, визуальные и фотокрасные величины 1000 звезд в созвездии Орла. Изв. ГАО АН УССР, 1961, 3, № 2, 77.
79. Горделадзе Ш. Г., Федорченко Г. Л. Фотографические и фотокрасные величины 1100 звезд в области с центром  $\alpha=18^h53^m$ ,  $\delta=+15^\circ 5'$  (1950). Изв. ГАО АН УССР, 1961, 3, № 2, 112.
80. Григорьева Н. Б. Горячие звезды в скоплении NGC 6823 и его ближайших окрестностях. Сообщ. ГАИШ, 1962, № 118, 65.
81. Григорян К. А., Варданян Р. А. Электрополяриметрическое исследование скоплений NGC 2422, 6530, 6531, 6514, 7092, K 1590 и 4665. Бюракан, С., 1961, 29, 9.
82. Григорян К. А. и Смак Ю. М. Поляризационные наблюдения звезд в скоплениях NGC 2244 и NGC 2264. Бюракан, С., 1960, 28, 3.
83. Дагаев М. М. Об обозначениях звездных скоплений. Бюлл. ВАГО, 1961, № 29, 23.
84. Дейч А. Н. Исследование движения темного спутника 61 Лебедя. III. Пулков. И., 1960, 22, № 166, 138.
85. Дейч А. Н. Двойные и кратные звезды, найденные по их общему собственному движению в 115 площадках Каптейна. Пулков. И., 1961, 22, № 168, 79.
86. Дейч А. Н. Исследование двойных и кратных звезд в 115 площадках Каптейна. Пулков. И., 1962, 23, № 171, 151.
87. Дейч А. Н. и Чудовичева О. Н. Сравнение собственных движений и величин звезд в двух специальных площадках Каптейна по измерениям в Пулкове и Гронингене. Определение поглощения света темными туманностями в этих площадках. Пулков. И., 1961, 22, № 168, 65.
88. Дзигвавили Р. М. Построение функции распределения элементов орбит звезд на основе функции распределения скоростей. Абастум. Б., 1961, 26, 183.
89. Долидзе М. В. Эмиссионные объекты на высоких северных галактических широтах. АЦ, 1960, № 212, 7.
90. Долидзе М. В. Новые эмиссионные звезды, связанные с Большой петлей Барнarda. АЦ, 1960, № 212, 8.
91. Долидзе М. В. О характере распределения составляющих в смешанных O- и T-ассоциациях. АЦ, 1960, № 213, 11.
92. Долидзе М. В. Результаты обозрения области S 258, S 298 в красном участке спектра. АЦ, 1960, № 213, 12.
93. Долидзе М. В. Холодные звезды и эмиссионные галактики в Деве. АЦ, 1960, № 215, 16.
94. Долидзе М. В. Результаты спектрального обозрения западной части S 153. АЦ, 1960, № 217, 7.
95. Долидзе М. В. Новые эмиссионные звезды около JC443+S40. Абастум. Б., 1960, 25, 105.
96. Долидзе М. В. О системе S 147. Абастум. Б., 1960, 25, III.
97. Долидзе М. В. О структурных деталях эмиссионных туманностей. Абастум. Б., 1961, 28, 21.
98. Долидзе М. В. О кратных периферийных системах. АЦ, 1961, № 222, 16.
99. Долидзе М. В. О скоплении звезд в области γ Лебедя. АЦ, 1961, № 223, II.
100. Долидзе М. В. Особенности красной части спектра S-звезд. АЦ, 1961, № 224, 15.
101. Долидзе М. В. Некоторые данные о туманностях и звездных скоплениях. АЦ, 1961, № 224, 18.
102. Долидзе М. В. Применение метода спектральных обозрений к изучению Галактики. Абастум. Б., 1962, № 27, 24.
103. Долидзе М. В. Группа эмиссионных звезд в S 10. АЦ, 1962, № 228, 12.
104. Долидзе М. В. С и S-звезды в красных лучах. АЦ, 1962, № 228, 13.

105. Долидзе М. В. Звезды S в окрестностях нескольких эмиссионных туманностей. АЦ, 1962, № 230, 14.
106. Долидзе М. В. Особенности видимого распределения составляющих в периферийной системе Cyg IV +S258—298. АЦ, 1962, № 230, 15.
107. Долидзе М. В. О периферийной системе около ζ Змееносца. АЦ, 1962, № 231, 22.
108. Долидзе М. В. О группировках эмиссионных звезд, связанных с диффузными туманностями. АЦ, 1962, № 231, 23.
109. Долидзе М. В. О некоторых группах эмиссионных звезд, связанных с диффузными туманностями. АЦ, 1962, № 232, 22.
110. Долидзе М. В. Структурные особенности некоторых кольцеобразных туманностей. АЦ, 1962, № 232, 23.
111. Долидзе М. В. Область Cyg Loop в красных и близких инфракрасных лучах. Абастуман. Б., 1963, 30, 81.
112. Долидзе М. В. M-звезды в области ζ Змееносца. Абастуман. Б., 1963, 30, 71.
113. Долидзе М. В., Гусева Н. Н., Ретивая Т. В., Кудзиня Б. А. Красная и инфракрасная спектральная классификация M-звезд по низкодисперсным спектрам в Лебеде IV. Абастум. Б., 1962, 28, 137.
114. Домбровский В. А. Анализ распределения межзвездной поляризации в Лебеде. ДАН СССР, 1961, 137, № 4, 814.
115. Домбровский В. А. Распределение звезд пылевой материи и межзвездной поляризации в Лебеде. Вестн. ЛГУ, 1961, № 7, 142.
116. Домбровский В. А. Анализ распределения межзвездной поляризации и характер галактического магнитного поля. Уч. зап. ЛГУ, 1962, № 307, 88.
117. Драгомирецкая Б. А. О систематических ошибках Одесского фотометрического каталога избранных площадей звезд. Тр. Одесск. ун-та, 1959, 145; Изв. Астрон. обс. 5, № 1, 59.
118. Ефремов Ю. Н. О зависимости средних периодов долгопериодических цефид сферической составляющей от их расстояний до центра Галактики. ПЗ, 1960, 13, № 1, 52.
119. Ефремов Ю. Н. О нуль-пункте зависимости период-светимость. АЦ, 1961, № 223, 12.
120. Ефремов Ю. Н. О модуле расстояния Малого Магелланова Облака. АЦ, 1962, № 227, 15.
121. Ефремов Ю. Н. О связи формы кривой блеска цефид с их цветом и светимостью. АЦ, 1962, № 232, 17.
122. Ефремов Ю. Н. Цефиды в рассеянных скоплениях и зависимость период-светимость. АЦ, 1963, № 254, 1.
123. Засов А. В. Фотометрические расстояния до галактик и красное смещение. АЖ, 1963, 40, № 5, 868.
124. Захаренков В. Ф., Кайдановский И. А., Парийский Ю. Н. и Прозоров В. А. Наблюдения дискретных радионисточников на волне 3.1 см в Пулкове. АЖ, 1963, 40, № 2, 216.
125. Идлис Г. М. Структура и динамика звездных систем. 1961, Алма-Ата.
126. Идлис Г. М. Подтверждение гипотезы о происхождении Магеллановых Облаков из Галактики в результате ее столкновения с внегалактической туманностью NGC 55. АЖ, 1961, 38, № 1, 182.
127. Идлис Г. М. Подтверждение наличия диффузной среды в шаровых звездных скоплениях. АЖ, 1961, 38, № 1, 184.
128. Идлис Г. М. О существовании и свойствах трех фундаментальных независимых первых интегралов движения отдельной звезды, входящих в общее выражение для фазовой плотности самогравитирующих звездных систем. Алма-Ата, И., 1961, 11, 3.
129. Идлис Г. М. О симметрии самогравитирующих стационарных осесимметричных звездных систем относительно экваториальной плоскости. Алма-Ата, И., 1962, 13, 3.

130. Идлис Г. М. О структуре и динамике метагалактики с учетом доминирующего фона излучения. Алма-Ат. И. 1962, 15, 3.
131. Идлис Г. М. и Гайнуллина Р. Х. Об эргодичности стационарных осесимметричных самогравитирующих звездных систем. Алма-Ат. И. 1961, 11, 41.
132. Идлис Г. М., Гайнуллина Р. Х., Курмакаев З. Х. О видимом сжатии далеких сферических компонентов кратных галактик из-за эффекта Эйнштейна. Алма-Ат. И. 1962, 14, 3.
133. Идлис Г. М., Курмакаев З. Х., Омаров Т. Б. О структуре и динамике космических систем в метагалактике. Изв. АН Казах. ССР. Сер. физ.-мат. и. 1963, 16, 1, 3.
134. Идлис Г. М., Омаров Т. Б. Эволюция орбит широких двойных звезд с корпуксуллярным излучением. Алма-Ат. И. 1960, 10, 28.
135. Икаунинек Я. Я. О различии в пространственном распределении титановых гигантов постоянного и переменного блеска. Тр. Астроф. лабор. АН ЛатвССР, 1961, 8, 3.
136. Икаунинек Я. Я. Статистические зависимости у титановых долгопериодических переменных звезд. Изв. АН ЛатвССР, 1961, № 11, 55.
137. Икаунинек Я. Я. Зависимость период-светимость у титановых долгопериодических переменных звезд. Изв. АН ЛатвССР, 1962, № 1, 77.
138. Искударян С. Г. Пять новых открытых скоплений. Бюракан. С. 1960, 28, 43.
139. Искударян С. Г., Саакян К. А. Скопление белых карликов в созвездии Лиры. АЦ, 1961, № 221, 6.
140. Ихсанов Р. Н. О природе Cyg X. АЖ, 1960, 37, № 6, 988.
141. Кадла З. И. Собственные движения некоторых околополюсных звезд. Пулков. И. 1960, 22, № 166, 157.
142. Кадла З. И. Положения и собственные движения звезд, наблюдавшихся полярной трубой в Пулкове. АЖ, 1961, 38, № 4, 758.
143. Кадла З. И. Исследование шарового скопления M13. АЖ, 1963, 40, № 4, 691.
144. Каллогляян А. Т. Колориметрия галактик с перемычкой. Сообщ. З. ДАН Арм. 1961, 33, № 5, 205.
145. Каллогляян А. Т. О динамической неустойчивости некоторых групп галактик. ДАН Арм. 1962, 34, № 1, 19; АД, 1961, № 10, 554.
146. Каллогляян А. Т. Двухцветная абсолютная фотометрия NGC 7331. Бюракан. С. 1962, 30, 21.
147. Каллогляян А. Т., Товмасян Г. М. О природе двойных радиогалактик. Бюракан. С. 1962, 31, 39.
148. Карапетян И. Д. К вопросу о межгалактическом поглощении. АЖ, 1962, 39, № 3, 546.
149. Каримова Д. К. Дисперсия скоростей в направлении на центр Галактики. Сообщ. ГАИШ, 1962, № 118, 59.
150. Кириллова Т. С. и Павловская Е. Д. Статистический анализ ошибок измерения лучевых скоростей звезд поздних спектральных классов. АЖ, 1963, 40, № 1, 131.
151. Колесник Л. Н. Фотографические, фотовизуальные и фотокрасные величины звезд в SA 40. ДАН УкрССР, 1960, № 7, 899.
152. Колесник Л. Н. Фотокрасные величины 240 звезд в площадке Каптейна № 40. Изв. ГАО АН УССР, 1960, 3, в. 1, 41.
153. Колесник Л. Н. Фотокрасные величины звезд в KSA 40. Изв. ГАО АН УССР, 1961, 3, в. 2, 110.
154. Колесник Л. Н. Исследование межзвездного поглощения в KSA 40. Изв. ГАО АН УССР, 1961, 4, в. 1, 55.
155. Колесник Л. Н. Краткие характеристики повсейших каталогов звездных величин. Изв. ГАО АН УССР, 1962, 4, в. 2, 153.
156. Колесник Л. Н. Исследование каталога фотографических и фотовизуальных величин 3124 звезд в KSA 40. Изв. ГАО АН УССР, 1963, 5, в. 1, 137.

157. Колесник Л. Н., Федорченко Г. Л. Исследование фотометрической ошибки поля двухкамерного астрографа ГАО АН УССР. Изв. ГАО АН УССР, 1961, 4, в. 1, 88.
158. Колхидашвили М. Г. Исследование распределения "Z-компонентов скоростей звезд. Абастум. Б. 1962, 27, 108.
159. Копылов И. М., Белякина Т. С., Витриченко Э. А. Количественная спектральная классификация «металлических» звезд. Крым. И. 1963, 29, 181.
160. Копылов И. М., Страйджис В. Распределение звезд в области большой туманности Ориона. Литовск. физ. сб. 1962, 2, № 1—2, 157.
161. Костякова Е. Б. Результаты спектрофотометрического исследования южных областей Млечного Пути. АЖ, 1963, 40, № 4, 771.
162. Коцлашвили Т. А. О зависимости между двумя фотометрическими системами звездных величин. Абастум. Б. 1959, 24, 91.
163. Красногорская А. А. Новые диффузные и планетарные туманности. АЦ, 1962, № 230, 11.
164. Кузмин Г. Г. Об изменении дисперсии скоростей звезд. Тартуск. П. 1961, 33, № 5—6, 351.
165. Кузьмин А. Д. О дискретном источнике радиоизлучения  $\alpha = 18^h 53^m 7$ ;  $\delta = 1^{\circ} 16'$ . АЖ, 1961, 38, № 5, 905.
166. Кузьмин А. Д. и Носкова Р. И. Отождествление возбуждающих звезд и определение параметров эмиссионных туманностей по радиоастрономическим данным. АЖ, 1962, 39, № 2, 241.
167. Кукаркин Б. В. Предварительные результаты исследования переменных звезд в шаровом скоплении NGC 6171. АЦ, 1960, № 216, 17.
168. Кукаркин Б. В., Кукаркина Н. П. Исследование переменных звезд в шаровом звездном скоплении M3=NGC 5272. ПЗ, 1961, 13, № 4, 239.
169. Кулниковский П. Г. Устройство для нахождения элементов визуально-двойной звезды. Sky and Telesc. 1963, 25, N. 1, 21.
170. Кулниковский П. Г., Курочкин Н. Е. и Старикова Г. А. Первые измерения двойных звезд при помощи поляризационного микрометра СПМ-1. АЖ, 1961, 38, № 4, 762.
171. Курмакаев З. Х. Об оценках масс галактик по эффекту Эйнштейна. Алма-Ат. И. 1962, 15, 25.
172. Курочкин Н. Е. Переменные звезды в скоплении и окрестностях M67. АЦ, 1960, № 212, 9.
173. Курочкин Н. Е. Исследование окрестностей шарового скопления M3. АЦ, 1961, № 219, 26.
174. Курочкин Н. Е. Звезды типа RR Лиры в далеких окрестностях шаровых скоплений. ПЗ, 1961, 13, № 4, 248.
175. Курочкин Н. Е., Старикова Г. А. Измерения двойных звезд при помощи поляризационного микрометра. Сообщ. ГАИШ, 1962, № 124, 28.
176. Лавдовский В. В. Каталог собственных движений звезд в 13 рассеянных скоплениях и в их окрестностях. Пулков. Тр. 1961, сер. 11, 73, 5.
177. Лавдовский В. В. Исследование пяти рассеянных звездных скоплений по собственным движениям и фотометрическим характеристикам звезд. Пулков. И. 1962, 23, № 171, 121.
178. Лавров А. А. Некоторые следствия движения Земли в гравитационном поле Галактики. Географ. сб. 1962, 15, 162.
179. Латышев И. Н. Зависимость амплитуда-асимметрия у цефеид. АЦ, 1961, № 226, 4.
180. Лозинская Т. А. и Кардашов Н. С. Деформация газового диска Галактики. АЖ, 1962, 39, № 5, 840.
181. Лозинская Т. А. и Кардашов Н. С. Толщина газового диска Галактики по наблюдениям в линии 21 см. АЖ, 1963, 40, № 2, 209.

182. Маркарян Б. Е. Определение природы населения звездных систем по парциальным светимостям. Бюракан. С. 1960, 28, 51.
183. Маркарян Б. Е. Физическая цепочка галактик в скоплении в Деве и ее динамическая неустойчивость. АЖ, 1961, 66, № 10, 555.
184. Маркарян Б. Е. Распадающаяся группа галактик в созвездии Льва. ДАН Арм. 1961, 33, № 4, 161.
185. Маркарян Б. Е. Замечание о природе галактики M82. АЖ, 1962, 39, № 6, 1041.
186. Маркарян Б. Е. и Аракелян С. Н. Функция светимости скопления Ясли (NGC 2632). Бюракан. С. 1961, 29, 65.
187. Маркарян Б. Е., Оганесян Э. Я. Белые карлики в скоплении Ясли (NGC 2632). Бюракан. С. 1961, 29, 71.
188. Маркарян Б. Е., Оганесян Э. Я., Аракелян С. Н. Детальная колориметрия галактик. Бюракан. С. 1962, 30, 3.
189. Матвеев И. В. О пространственном распределении звезд одной группы неправильных переменных. ПЗ, 1961, 12, № 6, 431.
190. Матягин В. С. Стандарты звездных величин в Плеядах для трехцветной фотографической фотометрии звезд и методика учета фона ч. I. Н. Алма-Ат. И. 1962, 14, 47.
191. Матягин В. С. Стандарты звездных величин в Плеядах для трехцветной фотографической фотометрии звезд и методика учета фона. Н. Алма-Ат. И. 1962, 15, 32.
192. Мельников О. А. О соотношении между общим и избирательным поглощением света в Галактике. Пулков. И. 1961, 22, № 167, 129.
193. Метик Л. П. О пространственном распределении O-B2-звезд и поглощающей материи в созвездии Лебедя (центр  $\alpha=20^h 44^m$ ,  $\delta=+45^\circ$  (1950.0), Крым. И. 1961 26, 386.
194. Метик Л. П. Исследование пространственного распределения звезд в области Лебедя и KSA 40. (Центр  $l=52^\circ$ ,  $b=0^\circ$ ). Крым. И. 1962, 27, 283.
195. Метик Л. П. О плотности пыли и газа в направлении  $l=52^\circ$ ,  $b=0^\circ$  (созвездие Лебедь). Крым. И. 1963, 29, 315.
196. Минин И. Н. Об оптических свойствах пылевых туманностей. АЖ, 1961, 38, № 4, 641.
197. Мирзоян Л. В. О расширении звездных ассоциаций. Бюракан. С. 1961, 29, 81.
198. Мороз В. И. Попытка наблюдения инфракрасного излучения ядра Галактики. АЖ, 1961, 38, № 3, 487.
199. Некрасова С. В., Никонов В. Б., Полосухина Н. С., Рыбка Е. Фотоэлектрические величины и цвета опорных фотометрических звезд в Площадках Каптейна. I. Некоторые вопросы методики построения фундаментальных фотометрических каталогов. Крым. И. 1962, 27, 228.
200. Нумерова А. Б. Исследование межзвездного поглощения в созвездии Лебедя в площадке с центром  $\alpha=20^h 04^m$ ,  $\delta=+36^\circ$ . Крым. И. 1961, 25, 46.
201. Омаров Т. Б. О роли динамического трения для галактик и их скоплений. Алма-Ат. И. 1962, 13, 21.
202. Онегина А. Б. Широкие пары и кратные системы, найденные по собственным движениям звезд. Изв. ГАО АН УССР, 1960, 3, № 1, 15.
203. Павловская Е. Д. О периодах короткопериодических цефен в направлении галактического центра. ПЗ, 1960, 13, № 1, 8.
204. Павловская Е. Д. Изучение движений звезд различных спектральных классов и классов светимости в направлении, перпендикулярном к направлению на центр Галактики. Сообщ. ГАИШ, 1962, № 118, 36.
205. Павловская Е. Д. Определение скорости Солнца относительно звезд различных спектральных типов и классов светимости. АЖ, 1963, 40, № 6, 1112.
206. Парийский Ю. Н. Наблюдения некоторых галактических источников радиоизлучения на Большом пулковском радиотелескопе. Пулков. И. 1960, 21, № 164, 45.

207. Парийский Ю. Н. О связи излучения газовых туманностей в водородных линиях и в радиодиапазоне. Новый метод определения расстояний до туманностей. Пулков. И. 1960, 21, № 164, 54.
208. Парийский Ю. Н. Структура ядра Галактики. АЖ, 1961, 38, № 2, 242.
209. Парийский Ю. Н. Распределение радио- и оптического излучений в M17. АЖ, 1961, 38, № 3, 483.
210. Парийский Ю. Н. Модель туманности Ориона по радионаблюдениям. АЖ, 1961, 38, № 5, 798.
211. Парсамян Э. С. Колориметрия кометарной туманности NGC 2261. Бюракан. С. 1962, 30, 51.
212. Парсамян Э. С. Поляриметрия и колориметрия туманности NGC 2245. Бюракан. С. 1963, 32, 3.
213. Парсамян Э. С. Поляриметрия и колориметрия туманности NGC 2247. Бюракан. С. 1963, 32, 17.
214. Перуанский С. С. О классификации рассеянных скоплений по функции светимости. АЖ, 1963, 40, № 1, 127.
215. Проник И. И. O-B — звезды в области  $\alpha=18^h 54^m$ ,  $\delta=+5^\circ 0'$ . АЦ, 1960, № 214, 17.
216. Проник И. И. О функции светимости в области Млечного Пути  $l=343^\circ$ ,  $b=0^\circ$ . АЖ, 1961, 38, № 4, 662.
217. Проник И. И. Фотографические величины и показатели цвета 79 ранних звезд O-B2 в плошадке с центром  $\alpha=18^h 54^m$ ,  $\delta=+5^\circ 0'$ . Крым. И. 1962, 25, 37.
218. Проник И. И. Спектральные классы и звездные величины 1492 звезд в плошадке с центром  $\alpha=18^h 54^m$ ,  $\delta=+5^\circ 0'$  (1950.0) Крым. И. 1961, 26, 351.
219. Проник И. И. К вопросу о структуре Орионовой ветви. АЖ, 1962, 39, № 2, 362.
220. Проник И. И. и Проник В. И. О распределении ранних звезд в Галактике. АЖ, 1963, 40, № 1, 94.
221. Пековский Ю. П. Некоторые систематические эффекты и калибровка шкалы внегалактических расстояний. АЖ, 1960, 37, № 5, 856.
222. Пековский Ю. П. Эффект анизотропии первого порядка по наблюдениям красных смещений 310 галактик. АЖ, 1960, 37, № 6, 1056.
223. Пековский Ю. П. Средние интегральные абсолютные величины галактик различных подтипов в наших окрестностях метагалактики и в скоплении в Деве. АЖ, 1961, 38, № 3, 521.
224. Пековский Ю. П. Новые классификации галактик и калибровка по светимости. АЖ, 1961, 38, № 6, 1033.
225. Пековский Ю. П. Исследование расстояний движений распределения галактик в сфере радиусом 15 мпс. Вопросы Космогонии, 1962, 8, 32.
226. Пековский Ю. П. Эффект светимости радиогалактик. АЖ, 1962, 39, № 2, 222.
227. Пековский Ю. П. Модули расстояния до ближайших галактик по цефенам. АЖ, 1963, 40, № 2, 385.
228. Пековский Ю. П. и Шаров А. С. К оценке оптической полутолщи поглощающей материи в Галактике. Сообщ. ГАИШ, 1961, № 117, 21.
229. Размадзе Н. А. Новые На — эмиссионные звезды в Единороге. Абастум. Б. 1960, 25, 119.
230. Рахимов А. Г. Каталог абсолютных собственных движений звезд в некоторых избранных площадках неба. Цирк. Ташкент, астрон. обс. 1961, № 317, 1.
231. Рейзинь Л. Вычисление и улучшение собственных движений звезд при помощи электронных вычислительных машин. АЖ, 1962, 39, № 3, 557.
232. Рожковский Д. А. Фотометрическое исследование отражательных туманностей. Алма-Ат. И. 1960, 10, 15.
233. Рожковский Д. А. Поляризация света в туманности Трифин. Алма-Ат. И. 1961, 12, 21.
3. Տեսական աշխատավորություն մասնակիության մեջ

234. Рожковский Д. А. Фотометрическое исследование отражательных туманностей. Ил. Алма-Ат. И. 1962, 13, 27.
235. Рожковский Д. А. О двух туманностях с необычными свойствами. Алма-Ат. И. 1963, 16, 1.
236. Рожковский Д. А., Глушков Ю. И., Джакушева К. Г. Туманность Омега и ее окрестности по снимкам, полученным на 50-сантиметровом телескопе Максутова. Алма-Ат. И. 1962, 14, 19.
237. Роотсмая Т. А. Проблема эволюции звезд в связи с закономерностями их кинематики. Тартуск. П. 1961, 33, № 5—6, 322.
238. Рыжкова Н. Ф., Егорова Т. М., Госачинский И. В. и Быстро-ва Н. В. О поглощении межзвездным нейтральным водородом излучения источника Стрелец-А. АЖ, 1963, 40, № 1, 17.
239. Саакян К. А. Белые карлики, обнаруженные в созвездии Лебедя. П. Бюракан. С. 1960, 28, 37.
240. Саакян Р. А. О деформации галактик при столкновениях. ДАН Арм. 1960, 31, № 1, 19.
241. Савицкий П. А. Исследование собственных движений звезд в галактическом скоплении *NGC 6705* и окружающей области. Уч. зап. Моск. гос. педаг. инст. 1962, № 189, 3.
242. Салуквадзе Г. Н. Опыт построения трехцветной фотометрической системы с использованием 40-см. рефрактора. Абастум. Б. 1961, 26, 105.
243. Салуквадзе Г. Н. К изучению кратных систем типа Трапеции. Сообщ. АН ГССР, 1963, 30, № 2, 151.
244. Салуквадзе Г. Н. Относительные положения, звездные величины и спектральные классы звезд кратных систем типа Трапеции. Абастум. Б. 1963, № 30.
245. Сандакова Е. В. Фотографические и фотовизуальные величины звезд в избранных областях. Публ. Киевск. астрон. обс. 1961, № 9, 27.
246. Соболев В. В. Некоторые космогонические следствия из статистики двойных звезд. АЖ, 1961, 38, № 5, 920.
247. Сороченко Р. Л. Предварительные результаты наблюдений на  $\lambda=21$  см в участке Млечного Пути с центром  $a=20^h18^m$ ,  $\delta=42^\circ30'$ . АЖ, 1961, 38, № 3, 478.
248. Старикова Г. А. Сравнение функций светимостей рассеянных скоплений. АЖ, 1962, 39, № 6, 1058.
249. Страйжис В. Оптимальные длины волн для определения межзвездного поглощения. АЦ, 1963, № 254, 3.
250. Страйжис В. О наклоне линий покраснения в двухиндексных диаграммах. АЦ, 1963, № 254, 4.
251. Страйжис В. Эффект ширины полос реакции и параметры системы *U, B, V*. АЦ, 1963, № 254, 5.
252. Страйжис В. О связях между фотометрическими системами. АЖ, 1963, 40, № 2, 332.
253. Страйжис В. Линии покраснения в системе *U, B, V*. АЖ, 1963, 40, № 5, 912.
254. Страйжис В. Исследование фотометрических систем *U, B, V* и *R, G, U*. Бюлл. Вильнюсск. обс. 1963, № 5, 1.
255. Страйжис В. Межзвездное поглощение в области южной части ассоциации Ориона. Бюлл. Вильнюсск. обс. 1963, № 5, 35.
256. Уранова Т. А. О методах изучения темных туманностей на основе звездных подсчетов. АЦ, 1960, № 213, 14.
257. Уранова Т. А. О методах изучения тонких темных туманностей на основе звездных подсчетов. АЖ, 1962, 39, № 3, 476.
258. Уранова Т. А. Способ номограмм для определения параметров темной туманности протяженной по лучу зрения и его приложения к туманности в разветвлении Млечного Пути. Сообщ. ГАИШ, 1963, № 128, 27.

259. Фатчхин И. В., Латыпов А. А. Каталог галактик в зоне от  $-5$  до  $-25^\circ$  скопления, выбранных для определения абсолютных собственных движений звезд. Цирк. Ташкент, астрон. обс. 1959, № 302, 1.
260. Федорченко Г. Л. Трехцветная фотометрия звезд в площадке с центром  $a=08^h59^m$ ,  $\delta=15^\circ3$ . Изв. ГАО АН УССР, 1962, 4, в.2, 113.
261. Федорченко Г. Л. Каталог спектральных классов 1717 звезд в области с центром  $a=19^h$ ,  $\delta=+15^\circ$ . Изв. ГАО АН УССР, 1962, 4, в.2, 134.
262. Федорченко Г. Л. Исследование межзвездного поглощения в площадке с центром  $a=19^h03^m$ ,  $\delta=+15^\circ3$ . Изв. ГАО АН УССР, 1963, 5, в.1, 128.
263. Фессенко Б. И. Метод обнаружения двойных звезд. Уч. зап. ЛГУ, 1962, № 307, 202.
264. Фессенко Б. И. Описание метода нахождения распределения эксцентриситетов орбит визуально-двойных звезд. Вестн. ЛГУ, 1963, № 1, 151.
265. Филин А. Я. О применении метода Камма. Бюл. Инст. астрофиз. АН ТаджССР, 1962, № 32, 3.
266. Францман Ю. Л. Определение координат планетарных туманностей по спектральным снимкам с объективной призмой. АЖ, 1962, 39, № 2, 256.
267. Фролов М. С. Исследование зависимости между формой кривой блеска и длиной периода для цефеид сферической составляющей Галактики. ПЗ, 1960, 13, № 2, 77.
268. Фролов М. С. Зависимость период-светимость для короткопериодических цефеид. АЖ, 1963, 40, № 1, 115.
269. Хавтаси Дж. Ш. Атлас галактических темных туманностей. 1960, Абастумани-Тбилиси.
270. Хавтаси Дж. Ш. Об учете погрешностей в звездной фотографической фотометрии. Абастум. Б. 1962, № 27, 64.
271. Хавтаси Дж. Ш. О статистических функциях внегалактических туманностей. Абастум. Б. 1963, 30.
272. Харадзе Е. К., Бартая Р. А. О двухмерной спектральной классификации звезд с применением предобъективной призмы. Абастум. Б. 1960, 25, 139.
273. Харадзе Е. К., Бартая Р. А. Спектры звезд вокруг *NGC 6604*, *NGC 6913* и *Tц1*. Абастуман. Б. 1961, 26, 35.
274. Харитонов А. В. Внеатмосферные спектрофотометрические стандарты. Распределение энергии в спектрах избранных звезд в единицах системы CGS. АЖ, 1963, 40, № 2, 339.
275. Хачикян Э. Е., Каллогляи Н. Л. К вопросу о поляризации кометарной туманности *NGC 2261*. Бюракан. С. 1962, 30, 45.
276. Холопов П. Н. Распределение плотности ярких звезд в шаровом скоплении *NGC 5466*. ПЗ, 1962, 14, № 2, 71.
277. Холопов П. Н. Распределение плотности ярких звезд в шаровом скоплении *M2* и некоторые замечания о динамической эволюции шаровых скоплений. АЖ, 1963, 40, № 1, 118.
278. Холопов П. Н. Распределение звездной плотности в шаровом скоплении *M15*. АЖ, 1963, 40, № 3, 523.
279. Шаров А. С. К вопросу о переменности блеска ярких членов скопления Плеяды. ПЗ, 1960, 12, № 6, 391.
280. Шаров А. С. О сравнении с наблюдениями нескольких теоретических законов вращения Галактики. АЖ, 1961, 38, № 2, 287.
281. Шаров А. С. О фотометрическом каталоге звезд в области туманности Ориона, составленном П. П. Паренаго. АЖ, 1961, 66, № 2, 103.
282. Шаров А. С. Современное состояние проблемы фотометрических систем и стандартов звездных величин и показателей цвета. Абастум. Б. 1962, 27, 133.
283. Шаров А. С. Ревизия межзвездного поглощения света в Галактике. АЖ, 1963, 40, № 5, 900.

284. Шаров А. С. и Павловская Е. Д. О кинематике шаровых скоплений, АЖ, 1961, 38, № 5, 939.
285. Шацова Р. Б. Звезды-карлики класса M. Уч. зап. Ростовск. н/Д Гос. педаг. инст. 1960, в. 5 (42), 139.
286. Шацова Р. Б. Функция светимости красных карликов, АЖ, 1960, 37, № 5, 870.
287. Шацова Р. Б. История изучения Местной Системы. Вопросы истории физ.-матем. наук, 1963, 494.
288. Шёнайх В. О реальности рассеянного скопления *NCG 7039 (Cr 431)*. АЖ, 1963, 40, № 2, 387.
289. Шёнайх В. Области разного возраста в ассоциации I *Ori*, АЦ, 1963, № 252, 2.
290. Шёнайх В., Николов Н. С. Характер двухцветной диаграммы рассеянных звездных скоплений и их распределение в Галактике. АЦ, 1962, № 231, 21.
291. Шёнайх В. и Николов Н. С. Распределение в Галактике рассеянных звездных скоплений по характеру двухцветной диаграммы. АЖ, 1963, 40, № 3, 534.
292. Шкловский И. С. Радиогалактики. АЖ, 1960, 37, № 6, 945.
293. Шкловский И. С. О природе радиогалактик. АЖ, 1962, 39, № 4, 591.
294. Шоломицкий Г. Б. Нейтральный водород в *T*-ассоциации *Tau T2*. АЖ, 1962, 39, № 4, 765.
295. Шоломицкий Г. Б. О массе волокнистых туманностей (Петли) в Лебеде. АЖ, 1963, 40, № 2, 223.
296. Шукетова З. Н. Фотографические наблюдения двойных звезд на Московской обсерватории. Тр. ГАИШ, 1961, 30, 3.
297. Эйнасто Я. Об асимметрическом смещении центроидов звезд. Тартуск. П. 1961, 33, № 5—6, 371.
298. Ээлсалу Х. О достоверности определений гравитационного ускорения перпендикулярно галактической плоскости. Тартуск. П. 1961, 33, № 5—6, 416.

#### СООБЩЕНИЕ В. В. ЛАВДОВСКОГО (ПУЛКОВО) НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ШЕСТИ РАССЕЯННЫХ СКОПЛЕНИЙ

В конце 1963 года мною была полностью закончена большая работа по исследованию 13 рассеянных звездных скоплений на основании собственных движений и фотометрических характеристик звезд. Результаты исследования 5 скоплений опубликованы в Известиях Пулковской обсерватории за № 171 в 1962 г. Статья об остальных 8 скоплениях только что сдана в печать.

В настоящем кратком выступлении я хочу сообщить некоторые данные из этой последней статьи, касающиеся 6 рассеянных скоплений, особенностью которых является то, что по расположению на небе они представляют собой 3 довольно тесные пары с расстоянием компонентов, не превышающим 0,5 градуса. Каждая пара помещается, вследствие этого, в пределах хорошо измеримого поля пластиинки пулковского нормального астрографа и для исследования взаимных движений членов пары могут быть использованы относительные собственные движения скоплений, которые, как известно, получаются фотографическим методом примерно на порядок точнее, чем абсолютные собственные движения.

Благодаря большой разности эпох и прекрасным качествам объектива пулковского нормального астрографа нам удалось получить относительные собственные движения звезд в скоплениях с вероятной ошибкой  $\pm 0.^{\circ}001$ , т. е. с достаточно высокой точностью для применения критерия собственных движений при отборе членов скопления от звезд фона.

Для значительного числа звезд во всех 6 скоплениях и их окрестностях в литературе имеются данные современной трехцветной фотометрии в системе *UVB* и *RGU*, что нам позволило наряду с собственными движениями привлечь для целей отбора наиболее увереных членов скоплений также достаточно точные фотометрические критерии.

Относительные собственные движения скоплений для большей надежности полученных результатов вычислялись только по этим наиболее уверенно отобранным членам скоплений.

Однако, так как трехцветная фотометрия в большинстве скоплений не охватывает всех звезд, которые могут принадлежать к ним по критерию собственных движений, для выявления добавочных членов этих скоплений были использованы диаграммы цвет-звездная величина, построенные по более старым фотометрическим определениям. Поскольку в этом случае фотометрический критерий менее строг, мы считали отобранные таким образом звезды только возможными членами скопления и использовали их, главным образом, для определения размеров скопления и выявления более полной картины состава входящего в него звездного населения.

Перейду теперь к некоторым конкретным данным.

Скопления *NGC 1907* и *NGC 1912*. Эти скопления находятся в созвездии Возничего и расположены на небе на расстоянии  $0,5^{\circ}$ . Согласно работе Джонсона, Хогга, Ириарте, Митчелла и Хэллама (Бюллетень обсерватории Лоуэлл № 113) они находятся от нас в пределах ошибок модуля ( $m-M$ ) на одинаковых расстояниях (1350 парсек).

Еще в 1937 г. Каффи заметил, что в пространстве между ними звездная плотность выше, и высказал предположение о возможной физической связи этих скоплений. Чтобы проверить гипотезу Каффи, необходимо было иметь собственные движения звезд. Они получены мною для этих звезд впервые. Наше исследование подтвердило наличие рукава. Там оказались звезды того и другого скоплений и наше исследование показало, что в пределах ошибок собственные движения обоих скоплений и рукава одинаковы.

Учитывая, что они находятся на одинаковом расстоянии и, что у них собственное движение одинаково, можно думать, что оба скопления и рукав, их соединяющий, действительно представляют собой единую физическую систему. Оба скопления, кроме звезд главной последовательности, содержат небольшое число красных гигантов.

Скопления *NGC 6882* и *NGC 6885*. Существование в этой области неба двух отдельных скоплений подвергалось в последние годы большому сомнению. В ряде работ отмечалось, что здесь имеется только одно скопление, а согласно данным Меурерса вообще нет никаких скоплений, но среди звезд общего галактического поля обнаруживается звездный поток.

Наши же исследования определили показали, что в данной области неба существуют два скопления, находящиеся от нас на разных расстояниях. Таким образом был решен этот спор, который в последнее время наблюдался в литературе.

Скопление *NGG 6885* оказалось к нам в два раза ближе, чем скопление *NGC 6882*. В обоих скоплениях имеются отдельные красные гиганты.

И, наконец, о последней группе звездных скоплений. Это хорошо известные скопления  $\eta$  и  $\chi$  Персея. На основании многочисленных исследований давно известно, что эти скопления окружены обширным облаком белых и красных сверхгигантов, которые вместе со скоплениями, по-видимому, представляют собой одну физическую, связанную

между собой систему. Между тем, исследования собственных движений звезд в них и их окрестностях привели исследователей к выводу о существенном различии движений самих скоплений.

Нам удалось с высокой степенью точности показать, что собственные движения обоих скоплений одинаковы. С учетом известных линеальных скоростей звезд — членов скоплений, это приводит к более правдоподобному заключению, что  $\eta$  и  $\chi$  Персея, представляющие собой одну физически связанную систему, движутся в пространстве, как единое целое.

Сравнение результатов нашего более строгого отбора звезд — членов скоплений с данными Байдельмана показывает, что все обнаруженные им 13 красных сверхгигантов, по-видимому, являются членами системы  $\eta$  и  $\chi$  Персея. Из 52 белых сверхгигантов, отнесенных им к этой системе, в действительности к ней принадлежат только около двух третей данного числа звезд.

#### СООБЩЕНИЕ П. Н. ХОЛОПОВА (МОСКВА) КОРОНЫ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ

Я хочу подвести некоторые итоги работам, посвященным изучению строения звездных скоплений. Большинство этих работ выполнено нами совместно с Н. М. Артюхиной.

Первые же результаты анализа начатых нами около десяти лет назад тщательных подсчетов звезд в широких окрестностях звездных скоплений показали, что как шаровые, так и рассеянные скопления, независимо от того, рассматриваем ли мы их яркие или слабые звезды, простираются на значительно большие расстояния, чем это обычно принимается.

С удалением от центра скопления видимая плотность звезд быстро уменьшается, затем перестает убывать. Расстояние от центра скопления, соответствующее этому прекращению убывания плотности, обычно и считают границей скопления при проведении звездных подсчетов.

Однако оказывается, что если продолжать удаляться от центра, то как правило, наблюдается дальнейшее, уже сравнительно небольшое падение плотности до расстояния, в несколько раз превышающего обычный радиус скопления, после чего плотность перестает меняться. Это явление было обнаружено еще в двадцатых годах нашего века Трюмплером и Шепли и получило название плечевого эффекта (Star clusters, Гарвард. моногр., 1930).

Плечевой эффект выражается в том, что видимая звездная плотность в непосредственных окрестностях скопления несколько превышает плотность звезд фона в областях с той же галактической широтой, не содержащих никаких скоплений.

Схематической иллюстрацией этого явления служит рис. 1, на котором представлено распределение видимой плотности звезд вдоль некоторого диаметра скопления. Простые подсчеты ярких звезд, наблюдавшихся в районах скоплений Плеяды и Ясли, выполненные Трюмплером по атласу Боннского обозрения (Публик. Аллег. обс. т. 6, № 4, 1922), показали, что радиусы этих скоплений, соответственно, близки к 3 и 2.5 градуса (рис. 2). У очень богатых шаровых скоплений, содержащих десятки тысяч слабых звезд, это явление можно наблюдать непосредственно. В сущности, оно было известно еще В. Гершелю.

собственных движений ателей к выводу о су-  
оказать, что собствен-  
ческим известных луч-  
водит к более правдо-  
ставляющие собой одну  
странство, как единое

огого отбора звезд —  
зывает, что все обна-  
руженому, являются чле-  
нников, отнесенных им  
адлежат только около

МОСКВА)  
СЕНИЙ

ам, посвященным изу-  
анию этих работ выпол-

около десяти лет на-  
тностях звездных скоп-  
лений, неза-  
и или слабые звезды,  
чем это обычно при-

лотность звезд быстро  
от центра скопле-  
ния плотности, обычно  
звездных подсчетов.  
запада от центра, то  
внительно небольшое  
раз превышающего  
перестает меняться.  
годах нашего века  
чевого эффекта (Star

димая звездная плот-  
ния несколько превы-  
лактической широтой,

служит рис. 1, на  
кости звезд вдоль не-  
ярких звезд, наблю-  
полненные Трюмпле-  
тег. обс. т. 6, № 4, 1922),  
твенно, близки к 3 и  
скоплений, содержа-  
можно наблюдать не-  
ше В. Гершелю.

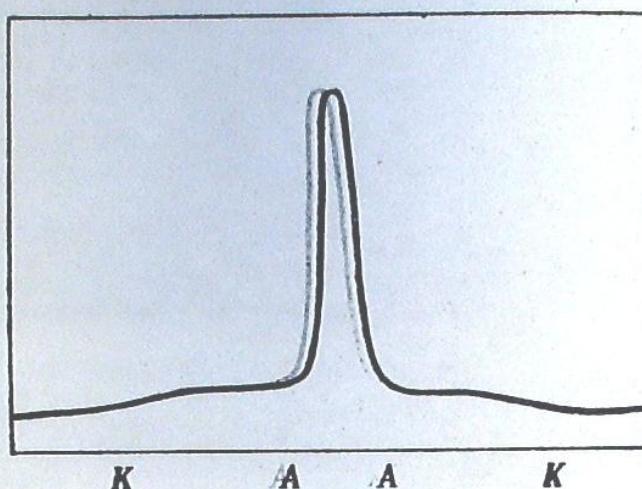


Рис. 1

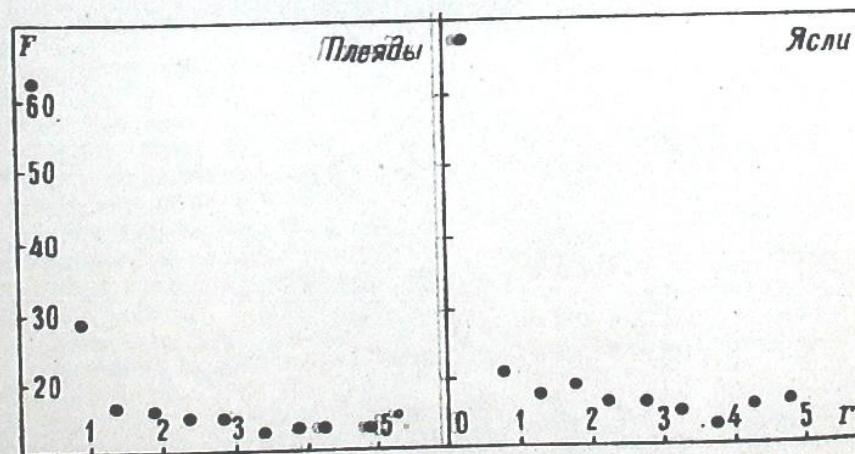


Рис. 2

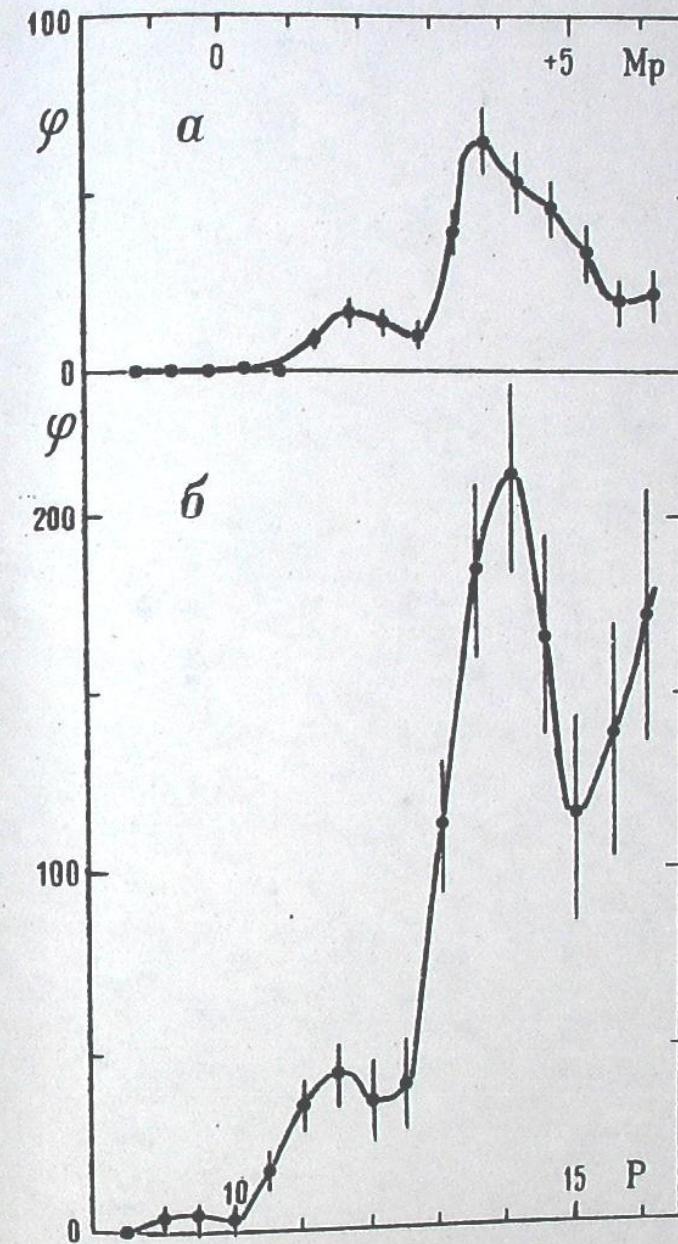


Рис. 3

К статье П.Н.Холопова Абст. Бюлл. 33

Трудно сказать почему, но в дальнейшем этому явлению не уделяли того внимания, какого оно заслуживает. Известно, что члены Гиад по собственным движениям обнаруживаются в пределах 15—20 градусов от той группы звезд, которая именуется скоплением Гиады,—центральной группы этого скопления. Известно, что звезды, разделяющие движение скопления Ясли, открывались и на расстояниях в несколько градусов от его центра. По-видимому, считалось, что если даже члены скопления и присутствуют за пределами видимых очертаний этих систем, их не может быть много, выявить их трудно и, во всяком случае, ими можно пренебречь при описании характерных особенностей звездных скоплений.

Может быть допускалось, что эти звезды появились вследствие диссипации скоплений, что они покинули скопления со скоростями, превышающими скорость отрыва, и поэтому уже в такой степени потеряли связь со скоплениями, что трудно говорить даже о принадлежности их к последним.

Однако результаты наших работ (Астрон. ж., тома 36, 38, 40; 1959—1963) показывают, что это не так. Приведенные в этих работах кривые распределения видимой плотности звезд в широких окрестностях скоплений  $\eta$  и  $\chi$  Персея, M67 и M37 свидетельствуют о том, что группа звезд, обычно считаемая звездным скоплением, в действительности является всего лишь ядром, т. е. более плотным местом обширной системы, размеры которой в несколько раз (иногда на порядок) превышают размеры ядра. На рис. I границы ядра отмечены буквами A—A, границы окружающей ядро протяженной оболочки, которую мы называем короной, — буквами K—K. Аналогичные выводы получаются и при изучении собственных движений звезд в окрестностях близких к Солнцу скоплений.

Таким образом, структура обычного скопления такова: плотное ядро окружено гораздо менее плотной короной. С изменением расстояния от центра пространственная звездная плотность в ядре меняется быстро, в короне — медленно; по сравнению с градиентом плотности в ядре плотность короны практически постоянна.

Несмотря на кажущуюся незаметность и малую плотность короны, число звезд скопления, находящихся в короне, оказывается очень большим. Это объясняется огромным объемом короны. В соответствии с этим, и числа звезд в скоплениях оказываются гораздо больше тех, которые приводятся обычно и которые относятся фактически лишь к ядрам этих систем. В действительности, так называемые рассеянные скопления содержат не десятки и сотни звезд, как обычно пишут в учебниках, а сотни и тысячи, причем основное количество их (до 80—90%) содержится в коронах. С переходом к более слабым звездам роль короны возрастает, но даже в случае ярких членов системы оказывается, что лишь половина их находится в ядре, другая же половина приходится на долю короны.

Наличие корон необходимо иметь в виду при всех исследованиях, в которых приходится сравнивать области скоплений с соседними областями звездного фона (выбор опорных звезд для определения собственных движений скоплений, определение и анализ функций светимости скоплений, изучение диаграмм величина-показатель цвета членов скопления и т. д.).

Вот пример изменения вида функции светимости скопления M67 при надлежащем учете влияния короны (рис. 3). Этот рисунок взят из работы, выполненной нами совместно с Н. М. Артюхиной (АЖ, № 5, 1964). На рис. 3 изображена функция светимости для ядра M67 (до

7.5 минуты от его центра), а на рис. 3б — для всего скопления (до 64.7 минуты от центра последнего). Кстати, этот рисунок свидетельствует о том, что функция светимости звезд в скоплении должна быть различна на разных расстояниях от его центра.

Поскольку около 80—90% членов скоплений сосредоточено в коронах, которыми до сих пор пренебрегалось и области которых обычно принимались за области фона, ясно, что многие идеи и представления о свойствах звездных скоплений нуждаются в пересмотре.

К таким идеям относятся, например, идеи об уходе звезд из скоплений. Можем ли мы судить о скорости диссипации скоплений и о ходе этого процесса, если до сих пор нами рассматривалось лишь 20% членов всей системы, т. е. лишь ее ядро? В свою очередь, представления о динамической эволюции подобных ядер, несмотря на длительную разработку этой проблемы, также, по-видимому, не могут считаться совершенными.

В самом деле, еще недавно считалось, что функция светимости звезд старого скопления *M67* обязана своим видом уходу из скопления звезд малой массы. Но это была функция светимости звезд лишь ядра *M67* (рис. 3а). Аналогичный вид имеет и функция светимости молодого скопления Плеяды, вернее — опять-таки функция светимости его ядра. Так как возраст Плеяд не намного превышает время релаксации ядра этой системы, нельзя считать, что малое количество слабых звезд в ядре Плеяд объясняется уходом их из области ядра. Отсюда можно сделать вывод, что, по-видимому, функции светимости в ядрах скоплений отличаются от функций светимости звезд во внешних областях этих систем уже с момента возникновения скоплений. Впоследствии это различие может усиливаться в ходе динамической эволюции системы.

Ревизия представлений о размерах рассеянных скоплений имеет еще несколько существенных следствий. Увеличение размеров рассеянных скоплений сближает их с размерами шаровых скоплений. Так, радиусы типичных шаровых скоплений Галактики составляют 50—80 пк. Радиусы изученных нами рассеянных скоплений вместо нескольких парсеков оказываются равными 15—30 пк. Многие рассеянные скопления оказываются гораздо более близкими друг к другу по сравнению с их размерами, чем считалось до сих пор.

Изменение представлений о размерах скоплений и вывод о наличии ярких звезд в коронах этих систем позволяют гораздо шире ставить поиски звезд разных типов в скоплениях. Так, Ю. Н. Ефремов уже провел весьма успешные поиски цефеид в широких окрестностях рассеянных скоплений и в ряде случаев показал возможность принадлежности этих звезд к соответствующим системам.

Наконец, еще одно важное и, может быть, неожиданное следствие. Наличие О-скоплений в О-ассоциациях, тот факт, что все О-ассоциации обладают ядрами, — причем обязательно в виде О-скоплений, — в свете наших результатов означает, что в ряде случаев яркие звезды разных спектральных классов, наблюдаемые вокруг таких О-скоплений, являются всего лишь яркими членами корон этих скоплений. Подобное явление имеет место в случае изученной нами ассоциации в Скорпионе (Астрон. ж., т. 28, 1951), где яркие звезды типа *R* Лебедя, окружающие короны этого скопления. В этих случаях подобные звезды могут служить индикаторами размеров молодых рассеянных скоплений, подобно тому как переменные типа *RR* Лиры служат индикаторами размеров

шаровых скоплений (Перем. зв. т. 14 № 2, 1962). Таким образом некоторые компактные О-ассоциации в действительности являются обычными молодыми скоплениями.

#### Вопросы.

**К. Ф. Огородников.** Являются ли звезды в центральных частях скоплений более ранними, чем в коронах?

**П. Н. Холопов.** Судя по функции светимости, в среднем, по-видимому, да.

#### СООБЩЕНИЕ Л. Н. КОЛЕСНИК (ГОЛОСЕЕВО)

#### К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ИССЛЕДОВАНИЙ СТРУКТУРЫ ГАЛАКТИКИ ОПТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

В ГАО АН УССР завершены работы, намеченные по Плану Паренаго: определены величины 22000 звезд в трех цветах до 13.5 фотографической звездной величины в площадках в Орле и Лебеде, расположенных в галактической плоскости (Киевский каталог, 1962), проведена спектральная классификация звезд до 12.5 фотографической величины; на основании этих данных методом избыток цвета изучено межзвездное поглощение (Изв. ГАО АН УССР, 1961—1963). Конечной целью таких работ является изучение распределения звезд в пространстве, а если площадки расположены в галактической плоскости, — изучение спиральной структуры Галактики по звездам ранних спектральных классов. Уже можно подвести итог этим работам и показать, какой участок пространства удалось охватить исследованиями при наличии спектров звезд до 12.5 звездной величины.

Если воспользоваться опубликованными данными, относящимися к Плану П. П. Паренаго, в работах выполненных как в Голосееве (В. И. Ворошилов, Л. Н. Колесник, Г. Л. Федорченко), так и в Крыму (Э. С. Бродская, Л. П. Метик, И. И. Проник — Крым. изв., тома 23, 26, 27; 1960—1962), легко убедиться, что расстояния, до которых получены данные о распределении в пространстве звезд *B8—A0*, колеблются от 700 до 1600 парсек, причем расстояние полного охвата всех звезд *B8—A0* еще меньше. Звезды *B8—A0* выбраны потому, что они еще достаточно многочисленны для проведения статистических работ. Безусловно, звезды, к примеру, *O—B2* мы видим с гораздо больших расстояний в 2—3 кпс, а в наиболее прозрачных участках и 4—5 кпс, но определение точных расстояний этих звезд представляет большие трудности. Для получения расстояний звезд в площадке необходимо иметь кривую межзвездного поглощения. Для ее уверенного проведения в каждом интервале модуля расстояния в 0."5 должен быть хотя бы десяток звезд, лучше же — два или три десятка. Из-за очень малой пространственной плотности ранних звезд необходимое количество звезд можно иметь только на больших площадках. Но вследствие неоднородности в распределении поглощающей материи в галактической плоскости строить одну кривую для большой площадки бессмысленно, площадку необходимо дробить на отдельные небольшие участки с однородным поглощением. Количество звезд самых ранних спектральных классов в каждом из таких участков обычно бывает недостаточно для уверенного проведения конца кривой межзвездного поглощения, а это значит, что расстояния самых далеких звезд определяются с большими

ошибками, и поэтому невозможно получить уверенные пространственные плотности этих звезд.

Если на карту схематического изображения распределения нейтрального водорода в Галактике, по известным данным Оорта и других, нанести изученные в Голосееве и Крыму направления до соответствующих расстояний, увидим, какой ничтожный объем пространства удается охватить исследованиями при наличии спектров звезд лишь до 12.5 зв. величины.

Между тем, до сих пор не проведена надежная фиксация положения спиральных ветвей в Галактике. Из изучения других галактик известно, что спиральная структура не характеризуется непрерывными ветвями и, имея данные о распределении звезд в таком малом участке, невозможно учесть неоднородности и разрывы спиралей. Поэтому до сих пор нет единого мнения относительно того, как проходят спирали в Галактике даже в ближайших окрестностях Солнца. Так, например, Бок рассматривал спиральный рукав Киля-Лебедя, а Бекер и многие другие считают группировку в Киле частью рукава Стрельца, а рукав Ориона проводят наклонно, в то время как радио-данные указывают на гораздо более близкую к круговой картину спиральных ветвей. Согласно данным В. Ф. Газе о распределении в пространстве эмиссионных туманностей (Крым, изв., 1954) ветвь Стрельца проходит по лучу зрения вдоль галактической долготы  $10^{\circ}$ ; по данным же многих других исследователей она параллельна ветви Ориона. Малое количество оптических наблюдательных данных, охватывающих к тому же лишь не большие расстояния, не дает возможности отличать части спиральных рукавов от их отростков. Получить уверенные данные относительного разветвления спиральных ветвей и об их тонкой структуре можно только путем объединения оптических и радиоастрономических наблюдений отдельных участков Млечного Пути, один за другим, причем оптические наблюдения должны охватывать возможно большие расстояния.

Попытки проверить общепринятую гипотезу о совпадении спиральных ветвей, очерченных ранними звездами, с областями повышенной плотности газа не дали однозначных результатов. Вопрос о сопоставлении оптических и радиоастрономических данных обсуждался на симпозиуме «Галактика и Магеллановы облака», проходившем в марте 1963 г. в Австралии. Было обращено внимание на наблюдаемое в некоторых случаях несовпадение звездных спиральных ветвей с водородными; к этому выводу пришел Бекер, рассматривая распределение Галактики открытых звездных скоплений ранних типов (между  $O$  и  $B2$ ) (*ZfAph*, 1963). Рубин и др. обнаружили качественное совпадение между просветами на карте распределения нейтрального водорода скоплениями ранних звезд (*AJ*, 1962).

Нами было проведено сопоставление распределения нейтрального водорода с данными о распределении эмиссионных туманностей из цитированной работы В. Ф. Газе и группировок горячих звезд по работе И. М. Копылова (Астрон. ж., 1958) в направлении на Лебедь. Оказалось, что как первые, так и вторые объекты на расстоянии 1—3 кпс от Солнца располагаются по внутреннему краю водородной спиральной ветви Киля-Лебедя, окаймляя ее изнутри.

Наиболее сильные противоречия между оптическими и радиоастрономическими данными имеются в направлениях ветвей Персея и Лебедя, где наблюдается сдвиг звездных ветвей по отношению к водородным на 300—500 пс в направлении к центру Галактики, иначе говоря, объекты спиральных ветвей расположены по внутреннему краю водородных ветвей. Распределение различных объектов в спиральных вет-

вях Галактики представляет большой интерес с точки зрения космологии, т. к. является функцией их происхождения и возраста. Возраст звезд  $O-B$  ( $10^6$  лет) соответствует примерно 1/100 времени обращения Солнца вокруг центра Галактики. За такое короткое время водород не мог удалиться из спиральных ветвей на расстояние нескольких сот парсеков, т. е. получается, что в момент образования  $O$ -ассоциаций водород находился несколько в стороне от места их образования. Но это противоречит гипотезе об образовании звезд из газо-пылевой материи и общепринятым взглядам, что ранние звезды ассоциируются с плотными газо-пылевыми облаками.

Бир (*MN*, 1961), отмечая антисовпадение между областями большой водородной плотности и ранними звездами, заключил, что плотность водорода относительно низка в оптических спиральных ветвях в результате процесса звездообразования, т. е. что в областях низкой газовой плотности образование звезд истощило газ; значительные количества газа могут быть найдены только там, где мало ранних звезд. Возможно и более простое объяснение: в областях с максимальной водородной плотностью поглощение света так велико, что гиганты  $O-B$ , имеющиеся в данных направлениях, слишком слабы для большинства наблюдательных программ.

Филд и Флетчер (*AJ*, 1962) получали расстояния ранних звезд из их лучевых скоростей, принимая Шмидтовскую модель галактического вращения, и сопоставляли их с расстояниями до облаков нейтрального водорода. Они пришли к выводу, что ранние звезды и газ ассоциируются, а плохая корреляция, обнаруживаемая многими исследователями, вызывается ошибками в определении расстояний до облаков нейтрального водорода. Эти ошибки могут быть вызваны тем, что радиоастроном не имеет возможности только своими средствами определять расстояния объектов, которые он наблюдает. Радиоастрономы глубоко заинтересованы в уточнении шкалы расстояний и картины скоростей в Галактике, что должно быть сделано оптическими методами.

Большой интерес представляет также получение данных о плотностях звезд различных спектральных классов и классов светимости в спиральных ветвях и в пространстве между ними, о расположении по отношению к спиральным ветвям таких звезд, как  $B3$  и более поздних. Эти звезды существуют достаточно долго, чтобы удалиться на 500 и более парсеков от места их возникновения. Необходимо уточнить данные о распределении нейтрального водорода и космической пыли внутри спиральных ветвей, об изменении в форме функции светимости для групп звезд различного возраста, звездных облаков, ассоциаций.

Очень интересные данные о распределении различных составляющих в галактиках получены в последнее время Шарплессом и Францем (*PASP*, 1963), которые использовали способ комбинированной фотографии, предложенный Цвики. Способ состоит в следующем: получают два снимка галактики в разных цветах, например, в желтом и синем, с этих снимков делают позитивы соответствующей плотности и контраста. Позитив, соответствующий одному, например, синему спектральному интервалу, накладывают на негатив, соответствующий желтому интервалу. На полученном таким путем комбинированном снимке определенные компоненты галактик в зависимости от их цвета или подавляются или усиливаются. Синий негатив и желтый позитив чётче выделяют голубые объекты — спирали галактик. Очень интересная картина получена с применением синего позитива и желтого негатива. На полученном таким путем снимке спирали *NGC 5194* красные звезды расположились по широкой спирали с небольшой перемычкой в форме

латинского *S*, причем расположение голубых звезд не совпадает точно с этой картиной, они располагаются узкой каймой с внешней стороны широкой красной спирали.

На том же симпозиуме в Австралии были высказаны предостережения перед слишком большой готовностью принять спиральную структуру туманности Андромеды как характерную и для Галактики. Например, Вокулёр советовал обратить больше внимания на галактики с многими ветвями или даже галактики с перемычками. Мысль о том, что Галактика имеет перемычку, высказал впервые Джонсон в 1957 г. (*AJ*, 1962). Она подтвердилась исследованиями Дэнби по распределению шаровых скоплений, которые по его данным образуют как бы перемычку в направлении галактических долгот  $327^\circ$  и  $0^\circ$  (*Obs.*, 1959).

Таким образом, с развитием оптических и радиоастрономических исследований становится все более очевидным, что улучшение наших знаний о галактической структуре и галактическом вращении зависит от определения точных расстояний слабых звезд, особенно в тех направлениях, где нет совпадения с радионаблюдениями. До тех пор, пока не будет накоплен достаточный наблюдательный материал, более тщательно изученные направления могут быть приняты за направления вдоль спиральных ветвей или вдоль перемычки.

Трудности и противоречия, возникающие при изучении структуры Галактики, указывают на то, как велика необходимость в проведении оптических (спектральных и фотометрических) наблюдений, охватывающих звезды до возможно больших расстояний. Провести такие работы можно было бы на телескопах больших диаметров с предобъективными призмами.

#### СООБЩЕНИЕ С. П. АПРИАМАШВИЛИ (АБАСТУМАНИ) О СТРУКТУРЕ ГАЛАКТИКИ В ДВУХ ИЗБРАННЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ПЛана П. П. ПАРЕНAGO\*

##### Вопросы.

**Б. А. Воронцов-Вельяминов.** Что подразумевается под звездами  $O - B5$ ?

**С. П. Априамашвили.** Это звезды, имеющие спектральные классы от  $O$  до  $B5$  включительно, по нашей классификации.

#### СООБЩЕНИЕ Л. А. УРАСИНА (АОЭ, КАЗАНЬ) СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ И ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПЛОЩАДКАХ КАПТЕЙНА 20—43

Целью исследований является определение пространственного распределения звезд различных классов и поглощающей материи. Для выполнения поставленной задачи будут определены спектральные классы, абсолютные звездные величины и *UVB*-величины звезд в указанных областях (спектры и светимости звезд до 12,5, а величины — до 15—16-й зв. вел.).

\* Содержание выступления см. в статье, опубликованной в *Бюлл. Абастуманской астрофиз. обс.* № 30, 1964: «Исследование межзвездного поглощения света и пространственного распределения звезд в двух участках Млечного Пути в созвездиях Орла и Щита» (стр. 49—69).

*UVB*-величины будут получены на телескопе Шмидта: 38/52/93 см; спектры и светимости — на увиолевом телескопе Максутова: 35/50/120 см с 15-градусной предобъективной призмой (300 Å/mm около  $H\gamma$ ). Некоторая часть спектрального материала получена на 70-см менисковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории.

Измерения спектрограмм производятся с помощью регистрирующего микротометра МФ-4, а звездных величин — с помощью МФ-2, приспособленного для измерения фотографических изображений звезд по принципу присового фотометра (АЦ, 1962, № 232).

Критерии двумерной спектральной классификации, сходные с критериями Стокгольмской и Уппсальской классификаций, определены по измерениям интенсивностей в следующих длинах волн: 4400, 4340, 4308, 4260, 4215, 4140, 4102, 4050, 3968, 3934 Å для ранних спектральных классов (*B*, *A* и *F*) и 4360, 4308, 4260, 4227, 4180, 4140, 4095, 3968, 3934 Å — для поздних (*G*, *K* и *M*).

Эти критерии позволяют довольно надежно определять спектры и абсолютные звездные величины звезд по снимкам, полученным с предобъективной призмой, вполне пригодные для звездно-статистических целей.

Использование нерасширенных спектров дает выигрыш в одну звездную величину по сравнению с глазомерным определением спектров и светимостей на снимках с расширенными спектрами.

##### Обсуждение докладов и сообщений

**К. Ф. Огородников.** Я хочу сказать несколько слов по докладу П. Н. Холопова. Результаты, с которыми он уже не первый год выступает, в частности, о наличии корон у скоплений, имеют, мне кажется, большое теоретическое значение. В своей монографии я эту мысль широко использовал. После длительных размышлений я убедился в том, что без короны динамически невозможны никакие скопления. В самом деле, представим себе, что мы на какой-то момент имеем, совершенно идеальное скопление, имеющее какую-то резко очерченную границу без короны. Но ведь звезды не неподвижны, — они двигаются и у них есть распределение скоростей, либо максвелловское, либо шварцшильдовское. Поэтому будет страшно искусственно и немыслимо, если мы заранее постулируем, что все звезды на границе движутся строго по касательной, не переступая границы. В действительности они будут выходить за пределы границы и тогда звезда, выйдя из скопления, либо улетит прочь навсегда, либо опишет какую-то дугу, после чего опять войдет внутрь скопления.

Таким образом, в скоплении будут две части: одна часть — это основное тело скопления, а вторая часть будет состоять из звезд, которые можно назвать баллистическими. В земной атмосфере происходит аналогичное явление. Согласно Зингеру и Эпiku основная масса молекул в нижних слоях атмосферы являются спутниками. Они описывают внутри атмосферы квазизамкнутые орбиты вокруг Земли. В противоположность этому, баллистические молекулы, расположенные в земной короне, — это молекулы, которые описывают баллистические траектории: они вылетают из атмосферы в корону и затем возвращаются назад. Таким образом, корона как в земной атмосфере, так и в звездах как бы заменяет стенки сосуда, в который помещен газ в лабораторных опытах.

Если мы возьмем обычный физический газ, помещенный в замкнутый сосуд, то каждая молекула, ударившись о стенку, сейчас же отскакивает.

кивает назад. В звездных же системах также имеются свои «стенки» в форме короны. Молекулы проходят немного внутрь короны, описывают там какую-то траекторию и снова возвращаются внутрь. Однако, если звездная система стационарна, то всегда возвращается столько же звезд, сколько вылетает. Таким образом, здесь устанавливается баланс. Корона является тем резервуаром, за счет которого происходит обмен звезд с окружающим пространством.

**Б. А. Воронцов-Вельяминов.** Мне хотелось бы выразить удовлетворение по поводу того, что в последнее время все чаще и чаще возникают сомнения в картине, которую пытались нарисовать для представления строения спиральных ветвей нашей Галактики. Я много лет назад указывал на большое неправдоподобие результатов исследования распределения межзвездного водорода, когда были получены какие-то обрывки колец; их упорно пытались изобразить в виде спирали.

Я хочу напомнить, что в структуре галактик, у которых есть подобие колец (иногда — это внутренние кольца), все эти кольца оказываются на большом расстоянии от центра, а четко выраженная спиральная структура находится во внутренней части. Поэтому спиральную структуру Галактики надо искать во внутренних областях, которые изучены еще очень плохо, потому что дифференциальный закон вращения галактик, по которому обнаруживают спиральную картину, в нашей Галактике изучен для больших расстояний, а к внутренним областям этот закон прилагается довольно гипотетично. Наше Солнце находится на таком большом расстоянии от центра Галактики, где спиральная структура уже теряется: четкой структуры нет.

Так что, с различных точек зрения мне представляется, что мы не имеем реальных данных для суждения о спиральной структуре нашей Галактики, даже если она есть; а то, что находится в окрестности Солнца, — это остатки колец, но вовсе не те чудесные ветви, которые пытаются провести, пользуясь различными объектами, которых очень много в реальных ветвях и мало в распоряжении исследователей. Бок писавший ранее, что спиральная структура Галактики получается хорошо, теперь пишет об этом более осторожно.

**Б. В. Кукаркин.** Я хотел бы сказать, что, как правило, исследования изолированных звездных систем, — скоплений и других, — очень затруднено тем, что все эти системы наблюдаются на богатом звездном фоне. Фотометрических критерев здесь совершенно недостаточно. Очень легко показать, что чуждые скоплениям звезды, располагающиеся на определенных расстояниях, могут попасть в область последовательностей, характерных для изучаемой системы.

Возьмем такую галактику как Магеллановы Облака. На опубликованных диаграммах Герцшпрунга-Рессела этих Облаков герцшпрунговский провал весь заполнен звездами. Р. Вулли с сотрудниками воспользовался тем, что в обсерватории на Мысе Доброй Надежды были старые снимки Магеллановых Облаков и вывел собственные движения. Он принял, что нулевое собственное движение (плюс-минус некоторая ошибка) является определенным признаком принадлежности к системам и только эти звезды считал принадлежащими Магеллановым Облакам. После такого отбора 90% населения герцшпрунговского провала исчезло. Поэтому те работы, которые ведет Б. В. Лавдовский, мне кажутся в высшей степени интересными.

Вторая проблема — это массовое определение лучевых скоростей. Это особенно ценно для таких объектов, какими являются Магеллановы Облака или шаровые скопления с большими лучевыми скоростями. Здесь не нужны щелевые спектрографы, достаточно применения фре-

баховской методики массового определения скоростей. Скорости здесь около 300 километров в секунду, а для галактического звездного фона такие скорости практически невероятны. Проблема массового определения лучевых скоростей представляет большой интерес.

**Б. В. Лавдовский.** В связи с работами П. Н. Холопова и Н. М. Артиюхиной по выявлению на основании звездных подсчетов обширных корон у ряда рассеянных звездных скоплений, я считаю важным проверку наличия таких корон более рафинированными методами, с привлечением собственных движений и фотометрических характеристик входящих в корону звезд. Дело в том, что в области скоплений *NGC 1907* и *NGC 1912* в моем распоряжении имелись собственные движения и фотометрические характеристики всех звезд ярче 14.7 фотографической величины на площадке неба, в несколько раз превышающей видимые размеры обоих скоплений, и строгий отбор членов скоплений от звезд фона, проведенный по двум критериям (собственные движения и фотометрические данные), не выявил ни одного члена *NGC 1912* на расстояниях, больше чем 20' и ни одного члена *NGC 1907* на расстояниях, больше чем 5', от центров соответствующих скоплений. Таким образом, если такие обширные короны и существуют, у *NGC 1912* и *NGC 1907* они должны состоять из звезд более слабых, чем 14.7 зв. вел. Поэтому, было бы интересно проверить наличие корон у этих двух скоплений. Они не исследованы П. Н. Холоповым и не известно, найдутся ли там короны.

**А. А. Михайлов.** Я хотел поделиться некоторыми мыслями и впечатлениями по докладу Е. К. Харадзе.

Доклад был очень интересный, дан полный обзор исследований, которые подлежат ведению данной Комиссии. Доклад показал, что в этой области за последние годы, прошедшие после прошлого Пленума, сделано многое.

Но, естественно, возникает вопрос, прежде всего о качестве всех исследований: действительно ли все эти исследования находятся на должном современном научном уровне?

И вот тут, мне думается, нужно как-то стимулировать критику. Может быть, следует чтобы в печати появилась критика работ для повышения их научного уровня. Работы ведутся в разных учреждениях, которые обладают разными инструментальными возможностями и кадрами разной квалификации. Может быть в некоторых местах эти возможности недостаточны, чтобы уровень был соответствующий. Я думаю, что это очень серьезный вопрос.

Е. К. Харадзе упомянул о малой изученности южного неба. Это бесспорный факт. Я могу напомнить, что Пулковская обсерватория имеет небольшую группу или экспедицию, которая ведет работу по астрометрии в Сант-Яго, в Чили. Мы надеемся, что в этом году туда удастся послать достаточно мощный широкоугольный рефлектор менискового типа.

Поэтому для Пулковской обсерватории было бы очень ценно услышать мнение или рекомендации со стороны Комиссии, чтобы там такой уникальный инструмент наиболее полно использовать для целей не только узко астрометрических, но и более широко — для звездной астрономии.

И наконец, последнее замечание. Е. К. Харадзе упомянул о двух мощных инструментах, которыми сейчас располагает советская астрономия. Это Бюраканский шмидтовский и Крымский большой параболический рефлектор. Недавно мы жаловались, что большой, важный раздел внегалактической астрономии был практически недоступен нам для

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 простоявали 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 изготавливали 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 пластиночек.

**П. П. Доброравин.** 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-ирисовый» микрофотографометр. Этот прибор существенно проще «классического» ирисового микрографометра, 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 соображениях 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 длии 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. I представлен график, показывающий на каких высотах над земной поверхностью приходит 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 замывает 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:	4000 $\lambda$	5000 $\lambda$	6000 $\lambda$
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. Цвики, 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 внеземные, то в более отдаленной

перспективе открывается еще одна возможность. Речь идет о посыпке 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. Особенno 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 ξ Кормы и γ 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 Орионе 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 корректизы 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 соотношение 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 ОIII, возбуждаемых линией 303.8 ангстр. ионизированного гелия, имеется два перехода и одним числом квантов получаются линии 2836 и 3759 ангстром.

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 внешнюю область 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 Аэроби 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 аeronавтики и космических исследований США

исследовательской группой, в которую входят Байрам, Чабб, Фридман, Купериан, Богес 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 стражательная способность материалов, как правило, невелика и составляет 10—20—30%. Наиболее подходящим для области до 1600 ангстр является алюминий, покрытый фтористым магнием (отражающая 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 кальций ( $CaF_2$ ), тонкие пластиинки которого пропускают излучение начиная с 1200 ангстром; 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 Корте 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, у 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  $\lambda$  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 ( $7^\circ, -25^\circ$ ). 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  $\delta$  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 окружной 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 них. Остроумным при трубок перед окном в. Именно этот запуск ях. Было подтверждение, что поток излучения социруются с отдельными ассоциациями звездами. удалось показать, что ширные области, а не вновь и усов и  $\alpha$  Льва, однако не которых звезд никаких звезд оказалось и прослежены области обнаруженные светлые — это объекты вдоль широтах.

или менее подробно дана совершенно не область в Орионе. Это (включая  $\lambda$  Ориона). з отдельных ярких ту-

стоит из ряда объ- связаны с эмиссионны- я Кормы и Большого ярких звезд. Есть (около 10 градусов). Нако- ю  $\zeta$  Кормы. Область сионных туманностей.

ющих туманностей в о звезд  $\alpha$  и  $\beta$  Льва, м же еще несколько раз лишь один раз. около  $\alpha$  Девы, котораяости. Эта оценка положение деталей. Сама звезда на фоне диаметр этой окружной более яркое ядро диа-

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

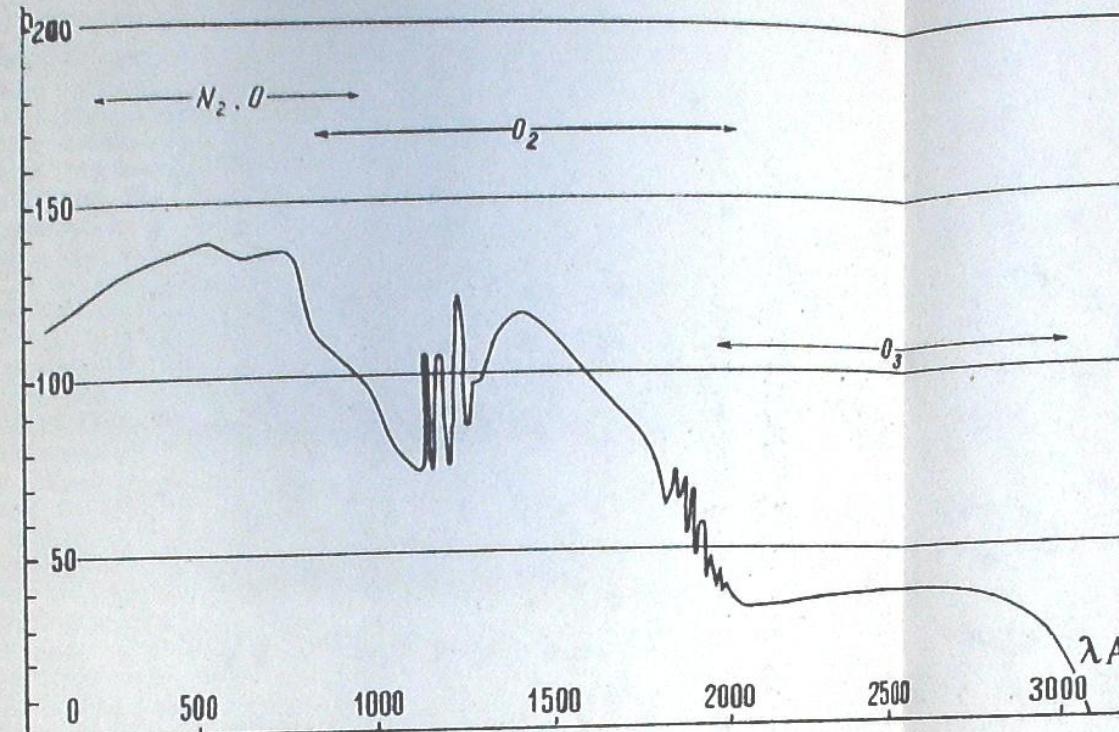


Рис. 1

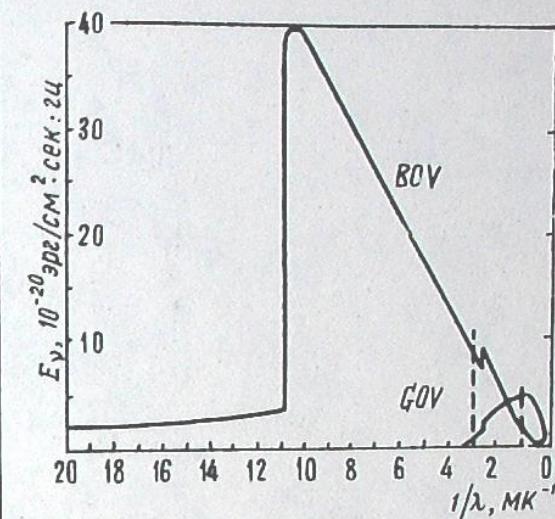


Рис. 2

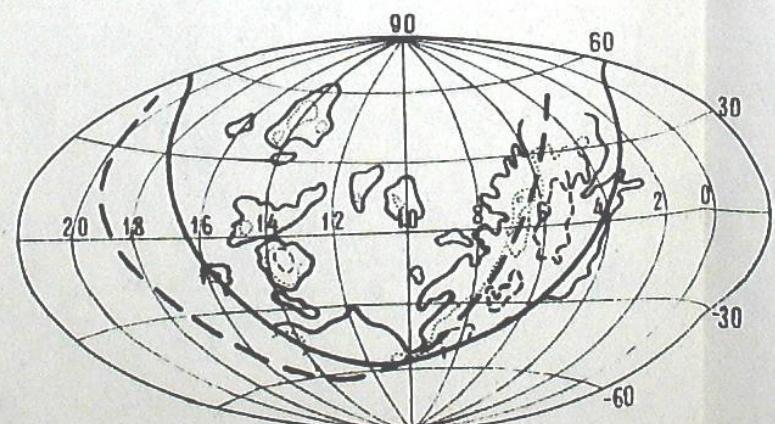
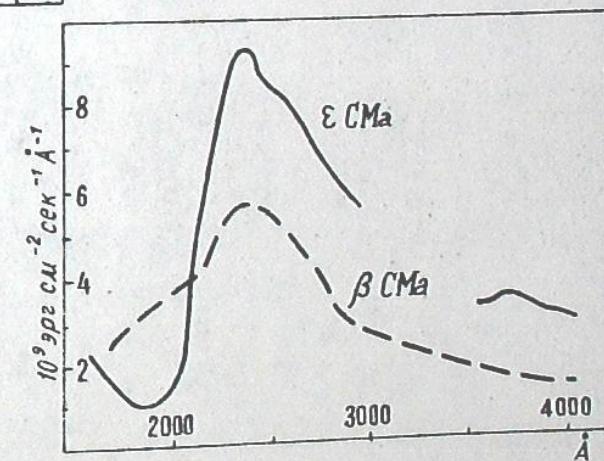


Рис. 3



ε CMa

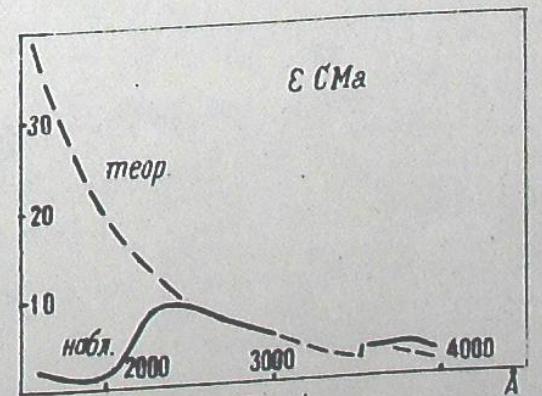


Рис. 4

видимому, заключается в том, что первоначально не было обращено внимание 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 7 звезд и примерно столько же диффузных объектов. Поле прибора 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 волн 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 в 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 (AIV). 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 одна задача изучения строения нашей Галактики.

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

Задачи звездной астрономии безусловно требуют, чтоб аппаратура функционировала длительное время, причем гидирование 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. Смитсонианская 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 аeronautики и исследования космического пространства. Основные интересы Висконсинского университета лежат в области многоцветной фотоэлектрической фотометрии звезд. Эти работы предполагается осуществить на том же спутнике, что и работы Смитсонианской обсерватории. В свою очередь Смитсонианская 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 ангстром 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 Спицера. 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 гидирования 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) позволяют сохранить ориентировку телескопа всегда по одним и тем же звездам.

Насколько можно судить по литературе, общий вид телескопа уже скомпонован. Телескоп будет иметь зеркало размером в 125 см и весить около 2 т, включая всю электронику и систему стабилизаций. Система инструмента — кассегреновая. На нем будут установлены 2 астрогида (один запасной), которые будут вести инструмент с ошибкой гидирования менее 1''. Звезды для гидирования 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 спектрофотометрия звезд; 3. широкополосная многоцветная фотометрия; 4. балометрические измерения; 5. изучение объектов с высоким разрешением. Передача-телеизационная (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 позволило бы 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% атмосферы, турбулентия практически будет отсутствовать. По-видимому, присущие сравнительно малых и медленных колебаниям аэростата, точное гидравлирование 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 будто бы этот запуск должен состояться в самое ближайшее время. Телескоп будет поднят на высоту 80000 футов. Он имеет две телекамеры. Точность гидравлирования 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 заключении 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 искаемые эксперименты и наблюдения, могущие дать на них ответ, на наш взгляд, стоят.

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-

ым. 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 пулковскими 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 широкугольным астрографом, покрывающих площадь неба 6×6 кв. градусов. Мы можем проследить за изменением плотности примерно до 2.5–3 градусов от центра пластиинки.

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 большие, 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 флюктуациях 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  $\text{h}$  и  $\chi$  Персея из них может перейти в корону не более 20 содержавшихся 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 моментом 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 возникновении 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  $\text{h}$  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. Б. Лавдовский.** Я хочу пояснить то, что я сказал. Это верно, что наши пластинки кроют маленько поле, но однако здесь достигается 14.6 величины. Оказалось, что даже на этом маленьком поле зоне 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 широкогольного стандарта. Это относится к крупным телескопам (125 см рефлектор астрографа ГАИШ площадью  $6 \times 6$  градусов. При этом выявилася область ядра скопления радиусом 1.2 градуса, вне которой продолжалась падение плотности с удалением от центра. Стало ясно, что эталонная оценка важности такой работы как со стороны ГАИШ, так и 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 методом возможности создания фотоэлектрических стандартных звездных величин. Этим невероятно торопятся все наши работы по изучению звездных скоплений. Телескопы, ванные Ясли Н. М. Артюхина изучила радиальное распределение звездной плотности по всей области пластинки широкогольного стандарта. Это относится к крупным телескопам (125 см рефлектор астрографа ГАИШ площадью  $6 \times 6$  градусов. При этом выявилася область ядра скопления радиусом 1.2 градуса, вне которой продолжалась падение плотности с удалением от центра. Стало ясно, что эталонная оценка важности такой работы как со стороны ГАИШ, так и 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 методом возможности создания фотоэлектрических стандартных звездных величин. Этим невероятно торопятся все наши работы по изучению звездных скоплений. Телескопы,

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 сильного излучения 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 заседания Пленума, мы не имеем возможности получать собственные фото-электрические стандартные звездные величины. Этим невероятно торопятся все наши работы по изучению звездных скоплений. Телескопы,

которые могут принимать участие в этих работах. Существует падение плотности с удалением от центра. Стало ясно, что эталонная оценка важности такой работы как со стороны ГАИШ, так и 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 методом возможности создания фотоэлектрических стандартных звездных величин. Этим невероятно торопятся все наши работы по изучению звездных скоплений. Телескопы, которые могут принимать участие в этих работах. Существует падение плотности с удалением от центра. Стало ясно, что эталонная оценка важности такой работы как со стороны ГАИШ, так и 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 методом возможности создания фотоэлектрических стандартных звездных величин. Этим невероятно торопятся все наши работы по изучению звездных скоплений. Телескопы,

**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.

Тогда доказать уважаемым руководителям обсерваторий, что какое-то большое время необходимо уделить на работу по созданию стан-

ции и уже обнаружила по собственным движениям свыше 80 новых возможных членов системы, образующих ее корону.

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

**В. Б. Лавдовский.** На наших снимках диаметр составлял 40 минут. Само ядро еще меньше, а за пределами 15 минут не оказалось членов скопления.

**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 флюктуации звезд поля, принимаемые за скопления, нельзя ожидать обнаружения корон при исследовании любых видимых групп звезд, когда-либо, кем-либо отнесенных к категории звездных скоплений.

III ЗАСЕДАНИЕ  
28 января, утро  
ДОКЛАД В. Б. НИКОНОВА (КРЫМ)  
ЗАДАЧИ УЗКОПОЛОСНОЙ ФОТОМЕТРИИ ЗВЕЗД  
(Тезисы)

1. Для изучения структуры Галактики необходимо определять спектральные классы, светимости и типы населения, а также и эффекты межзвездного поглощения для слабейших звезд. Ввиду недостаточной проникающей способности спектрографических методов, ставится неизбежным применение чисто фотометрических методов, использующих многоцветные фотометрические системы.

2. В настоящее время имеется ряд таких систем, как узкополосных, так и широкополосных (системы Стрёмгрена - Гильденкера Крауфорда, известные системы *UVB* и *RGU* и некоторые другие). Странно, что все эти системы не решают полностью поставленной задачи. Кроме того узкополосные системы имеют недостаточную проникающую способность. Применение же широкополосных систем и, в частности, систем *UVB* и *RGU*, вводит осложняющие эффекты (как это показал В. Страйжисом): искривление линий покраснения; изменение наклона этих линий в зависимости от спектрального типа; зависимость фактора  $\gamma$ , переводящего селективное поглощение в общее, от покраснения спектра и т. д. Поэтому возникает сомнение в целесообразности применения этих систем в дальнейшем. Все это ставит чрезвычайно важную задачу создания наиболее рационально выбранной многоцветной фотометрической системы.

3. Чтобы быть свободной от указанных выше систематических эффектов, новая фотометрическая система должна быть квазимагнитической. Для этого достаточно, как это показал В. Страйжис, чтобы полуширина полос спектральной чувствительности не превышала 200 ангстрем. При этом проникающая способность будет еще вполне удовлетворительной.

4. Необходимо чтобы новая система позволяла использовать фотоэлектрический, так и фотографический методы наблюдений, только в таком случае можно будет поставить работы массового характера.

5. Создание новой фотометрической системы должно явиться плодом большого коллективного труда и сопровождаться построением соответствующей системы электрофотометрических фундаментальных стандартов. В первую очередь потребуется получение спектрофотометрического материала, охватывающего звезды с самыми различными характеристиками, чтобы установить необходимые области спектральной чувствительности новой системы.

6. Одновременно с созданием новой фотометрической системы

обходится разработку новой автоматизированной аппаратуры, предназначенной как для получения наблюдательного материала, так и для его измерения и обработки.

**Вопросы.**

**А. Н. Дейч.** Охарактеризуйте фотометрическую систему, которую применял Эльвиус. Является ли она узкополосной системой?

**В. Б. Никонов.** Это, по сути дела, обычная фотографическая система. Получаются спектры с очень малой дисперсией; критерии же взяты по шведской шкале. Эльвиус проводит массовые определения, но отдельные определения большой точности не имеют.

**Б. В. Кукаркин.** Большого значения, как прецизионная работа, она не имеет. Она носит исключительно разведывательный характер.

**С. М. Азимов.** Каковы основные недостатки узкополосных систем и область их применения?

**В. Б. Никонов.** Во-первых, когда мы применяем интерференционные фильтры, то мы не можем пользоваться светосильными телескопами. Как только изменяется апертура пучка, или вы пользуетесь большим полем, меняется эффективная полоса пропускания фильтра. Конечно, здесь можно думать о некоторых ухищрениях. Например, если бы удалось разработать цветовую систему, которая по своей чувствительности позволила бы применять фотографические методы, тогда, может быть, имело бы смысл ставить вопрос о том, что применяемые фильтры были бы не плоские, а соответствующей кривизны. Об этом есть смысл подумать и это тоже входит в нашу задачу. Что касается размеров фильтров, то американцы делают фильтры до  $6 \times 6$  дюймов.

Почему ставится вопрос о необходимости 100—200 звезд-стандартов на большой площадке? Потому, что сейчас, в основном, определяют фотографические величины на инструментах типа Шмидта и Максутова, а в них велика и нерегулярна ошибка поля. Для того, чтобы все это исключить и нужно большое количество стандартов. Для создания этих стандартов необходимо использовать большие инструменты. Проводить фотометрию, если в исследуемой области нет звезд с фотоэлектрическими определениями, нельзя. Это арханизм.

**С. М. Азимов.** Существуют ли системы классификации для звезд спектрального класса *M*?

**В. Б. Никонов.** Существуют как узкополосные, так и широкополосные, но критерии мало. Можно, например, использовать триплет железа. Сейчас в этой области очень активно работает Крауфорд.

Если мы хотим серьезно вести работу по звездной астрономии, перед нашей комиссией стоит задача создания наиболее рациональных, дающих наибольшую информацию фотометрических систем. Может быть она будет шестицветная; но, скажем, если Вы интересуетесь *M*-звездами, Вы используете три цвета; не обязательно вести наблюдения во всех цветах.

ДОКЛАД И. М. КОПЫЛОВА (КРЫМ)  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ СПЕКТРАЛЬНОЙ  
КЛАССИФИКАЦИИ ЗВЕЗД

Цель нашего доклада — охарактеризовать относительные преимущества и недостатки наиболее употребительных в настоящее время методов спектральной классификации звезд, а также рассмотреть бли-

жайшие перспективы развития и расширения областей приложения методов спектральной классификации звезд.

В истории развития науки можно найти немало случаев, когда правильно выбранная классификация явления или объекта, установление характера изменения внешних или внутренних свойств при переходе от одного объекта к другому очень часто означает значительный шаг к выяснению физической сущности явления или объекта.

Область астрономии не является в этом отношении исключением.

Классификация звезд, в том числе и в особенности — спектральная классификация, к настоящему времени стала одним из основных методов, с помощью которых мы прямо или косвенно изучаем физику и эволюцию звезд, строение и развитие звездных систем.

Ниже я назову несколько наиболее важных направлений в современной астрофизике, звездной астрономии и космогонии, для успешной разработки которых применение методов спектральной (или, если хотите, фотометрической) классификации звезд играет чрезвычайно важную, если не решающую роль.

Очевидно, что при решении каждой такой проблемы требования, предъявляемые к точности определения звездных параметров методами спектральной классификации, будут весьма сильно различаться. Другими словами, выбор той или иной системы или целесообразность применения той или иной системы классификации звезд в каждом данном случае определяется характером поставленной задачи. Такое разнообразие решаемых задач и различие требований к классификационным системам и явилось, естественно, одной из основных причин, предопределивших такое многообразие систем спектральной классификации звезд: многообразие как в отношении принципов и методов, так и в отношении достигаемой точности определения искомых характеристик звезд.

Спектральная классификация широко применяется при изучении следующих проблем. Они перечисляются приблизительно в порядке возрастания требований к используемой для их решения системе классификации звезд.

1. Систематическое изучение структуры, кинематики и динамики Галактики.

2. Анализ населений звездных систем различных масштабов и классификация составных спектров (кратных звезд, различных типов скоплений, галактик и их частей и т. д.).

3. Детальное изучение тонкой структуры диаграммы Рессела, изучение ряда проблем звездной эволюции.

4. Исследования по физике переменных и пекулярных звезд; проверка их генетической связи с «нормальными» звездами.

5. Самые разнообразные прикладные вопросы теории звездных атмосфер.

6. Проблема «космической» (или «естественной») дисперсии — исследование различий во внешних наблюдаемых характеристиках звезд, имеющих одинаковые или очень близкие фундаментальные параметры, такие как масса, светимость, эффективная температура и т. д.

К задачам и методике спектральной классификации звезд, особенно в последние годы, все ближе и ближе примыкают и во многих отношениях тесно переплетаются задачи и методика фотоэлектрической фотометрии и классификации звезд. В последнее время очень часто спектральная классификация звезд довольно успешно проводится чисто фотоэлектрическими методами.

Поэтому, говоря в дальнейшем о различных системах классифи-

кации звезд, я буду исходить из следующих определений.

Собственно спектральная классификация звезд использует в качестве критериев качественные и количественные характеристики тех или иных деталей звездного спектра: полные интенсивности (эквивалентные ширины) линий или их отношения, вид (контуры) линий, скачки интенсивностей, спектрофотометрические градиенты и т. п.

При фотометрической классификации звезд в качестве критериев светимости или температуры используются относительные интенсивности довольно широких участков непрерывного спектра, обычно в форме того или иного набора показателей цвета. Однако такие системы классификации звезд чаще всего калибруются на основе результатов, полученных опять-таки спектральными методами.

Поэтому при разработке любой новой системы классификации звезд мы почти всегда вынуждены опираться на информацию, полученную в первую очередь в результате анализа звездных спектров. К этому вопросу нам еще придется вернуться в конце доклада.

Теперь мы займемся анализом основных требований, которые предъявляются к различным системам классификации звезд (в зависимости от области их применения), к описанию основных преимуществ и недостатков наиболее употребительных из существующих в настоящее время методов классификации.

А. Одномерная качественная классификация звезд по снимкам с объективной призмой (низкая и очень низкая дисперсия, от 100—200 ангстрем на мм до тысяч). Результаты такой классификации обычно широко используются для множества статистических работ, где требуется проанализировать свойства огромной совокупности того или иного типа звезд.

Неоценимые достоинства такой системы: простота получения спектрального материала для большого числа звезд, быстрая определения спектральных характеристик звезды. Это и определяет массовый характер классификации звезд таким методом и широкое применение этого метода для различного рода астрономических задач.

#### Недостатки системы.

а) Относительно низкая точность классификации каждой отдельной звезды; ошибки классификации иногда могут достигать трети-половины спектрального класса, что приводит, в частности, к большим ошибкам при определении истинного показателя цвета, поглощения света и расстояния до звезды и лишает нас возможности использовать эти параметры для индивидуальных звезд.

б) Ограниченная, по современным понятиям, проницающая способность. Обычно такие системы дают возможность классифицировать звезды до 12—13, в лучшем случае до 14.5 зв. величины, что для многих статистических задач звездной астрономии является уже далеко не достаточным.

Классический пример такой системы — система каталога *HD*, разработанная в Гарварде в начале XX века. В этой системе классифицировано около 250000 звезд. Во всех последующих бесчисленных системах одномерной качественной классификации звезд используются спектральные критерии *HD*, обычно лишь видоизмененные применительно к имеющимся инструментальным возможностям.

Б. В последние два десятилетия в процессе выяснения общей структуры Галактики все больше и больше вырисовывалась необходимость перехода к более точным и надежным методам определения

спектральных классов и светимостей звезд: это требовалось для задач астрофизики; это было необходимо для более детального изучения Млечного Пути в отношении свойств, распределения и движения звезд и межзвездной среды; это было необходимо и для целого ряда других задач.

Эти растущие требования к точности температурной классификации и настоятельная необходимость введения второго параметра — светимости, который тоже определялся бы столь же быстро и надежно, обусловили создание двумерной качественной спектральной классификации звезд, сначала по щелевым спектrogramмам (система *MK* классификации звезд, сначала в Йеркской обсерватории, 1943 и 1953 гг. [1, 2]), а затем, что весьма важно, и по спектрам, полученным с объективной призмой (например, система, разработанная в последние годы в Абастуманской обсерватории [3]).

Наиболее подходящая дисперсия для разработки таких систем порядка 100—150 ангстрем на мм.

Такие системы можно с успехом применять уже для решения большинства упомянутых выше астрономических проблем.

В самом деле, в случае таких двумерных систем точность классификации по спектру обычно значительно выше, чем в случае одномерных качественных систем, а введение в той или иной форме параметра светимости неизмеримо повышает эффективность таких систем.

Достаточно сказать, что широко известная качественная система *MK* позволяет определять спектральный класс звезды со средней ошибкой всего лишь порядка 0.03 спектрального класса, что уже меньше интервала дробности системы. А средняя квадратичная ошибка с которой для большинства спектральных классов определяется *M* (по классу светимости, находому в системе *MK*), составляет не более 0.3—0.5 величины.

В настоящее время это наиболее рациональные и эффективные качественные системы, особенно если их использовать в комбинации фотометрической системой *UBV*.

#### Основные недостатки.

а) Требуется более высокое качество спектrogramм и несколько более высокая дисперсия, чем для обычных одномерных качественных систем, поэтому проникающая способность здесь еще меньше, обычна на 1—2 зв. величины.

б) Для некоторых специальных задач сравнительно высокая точность классификации, достигнутая в таких системах, оказывается уже недостаточной.

в) В этой системе трудно поддаются классификации различные типы пекулярных звезд и звезды населения II, т. к. она разработана специально для нормальных звезд населения I.

В. Системы одномерной количественной классификации по щелевым спектrogramмам с умеренной дисперсией (20—100 ангстрем, мм). Классификация или только по спектру, а по светимости — качественная (например, система, разработанная для звезд *F—K* в Крымской астрофизической обсерватории под руководством Э. Р. Мустеля [4] или классификация по светимости, а по спектру — качественная (например, для звезд *O—A3* — система, разработанная Петри [5], для звезд *F5—K1* — система Ока [6]).

Такого рода системы разрабатываются и используются чаще все для решения определенных задач, поэтому не получают широкого распространения.

Г. Двумерная количественная спектральная классификация по щелевым спектrogramмам, обычно с умеренной дисперсией (20—100 ангстрем, мм). Успешно используется для решения практически всех упомянутых проблем. Наиболее типичные образцы таких систем: звезды *O6—B8*, Вильямс, 1936 [7]; звезды *O5—F2*, И. М. Копылов [8, 9]; звезды *O6—F8*, Синнерстад [10]. При классификации звезд в таких системах используются количественные характеристики линейчатого спектра звезд: интенсивности ( $W\lambda$ ) или отношения интенсивностей спектральных линий, измеренных на щелевых спектrogramмах.

Неоценимое достоинство таких систем — весьма высокая точность классификации звезд по обоим параметрам, позволяющая изучать «естественную дисперсию» звезд. Другими словами, формальная внутренняя ошибка классификации звезд в таких системах оказывается значительно меньше дисперсии в тех редукционных графиках, с помощью которых по спектральным критериям определяется спектр или абсолютная величина. Создание таких систем классификации имеет решающее значение также и для успешной разработки многих проблем физики звездных атмосфер, для изучения тонкой структуры различных последовательностей на диаграмме Рессела и т. п.

Основной недостаток таких систем, препятствующий их широкому распространению: большая трудоемкость метода (получение спектров звезд в индивидуальном порядке со щелевыми спектroграфами, большой объем лабораторной обработки спектров) и малая проникающая способность (с телескопами средних размеров обычно классифицируются звезды не слабее 7—8 зв. величины).

Однако эти системы чрезвычайно важны в том отношении, что они, благодаря своей высокой точности и многочисленности используемых критериев, являются фактически фундаментальными, опорными системами классификации звезд, учитывающими все особенности спектра каждой данной звезды и позволяющие, в силу этого, без значительных трудностей классифицировать любой тип пекулярных звезд и выделять те основные, наиболее сильные критерии, которые можно в дальнейшем использовать или учитывать при разработке других систем классификации, как спектральных, так и фотометрических.

Ниже мы еще будем об этом говорить.

Д. Узкополосная количественная одно-двух- или трехмерная классификация звезд с интерференционными фильтрами (или диафрагмами), выделяющими спектральную полосу шириной 20—100 ангстрем, и фотоэлектрической регистрацией света. Это, по существу, системы — гибриды, т. к. в основу их положены принципы спектральной классификации (использование интенсивностей сильных линий, полос, скачков и т. д.), а для их практического осуществления применяются методы фотоэлектрической фотометрии.

Классический образец — система Стремгрена-Гильденкерна-Краффорда [11—16]. Такие системы, разрабатывающиеся в последние годы, могут оказаться весьма эффективными для изучения всех упомянутых проблем, но наибольшее применение они находят пока в области изучения «естественной дисперсии» (см., к примеру, [17]) и структуры диаграммы Рессела.

Основное преимущество таких систем — сочетание высокой, фотоэлектрической точности и простоты определения классификационных параметров со сравнительно высокой проникающей способностью.

**Недостатки.**

а) Необходимость во многих случаях калибровать, и иногда довольно сложным образом, полученные критерии в обычно употребляемых терминах, таких как  $Sp$  и  $M_{\nu}$ .

б) Фотоэлектрический метод построения таких систем, связанный с наблюдением звезд в индивидуальном порядке, препятствует использованию его для большого количества звезд и, следовательно, для обширных статистических работ.

**Е.** Спектрофотометрическая система трехмерной классификации  $\Phi, \lambda, D$ , предложенная и детально разработанная Д. Шалонжем [18, 19]. Эффективна для изучения некоторых вопросов физики звезд, для исследования особенностей межзвездного поглощения света.

**Недостатки:** сравнительно малая проникающая способность, трудности воспроизведения системы.

Нет необходимости останавливаться на основных характеристиках чисто фотометрических широкополосных систем классификации звезд, используемых в основном для статистических проблем (ширина полос 500—1000 ангстрем, наиболее употребительные сейчас системы  $UVB$ ,  $RGU$ , шестицветная и т. п.). Об этом достаточно подробно говорилось в докладе В. Б. Никонова.

Мы видим, таким образом, что к настоящему времени предложено и разработано (вплоть до практического применения к тем или иным задачам) огромное количество самых различных систем спектральной классификации звезд: различных как по принципам, так и по методам, как по эффективности, так и по проникающей способности. Обзор современной астрономической литературы показывает, что число систем спектральной классификации звезд продолжает непрерывно возрастать.

В связи с этим возникает резонный вопрос: а нельзя ли разработать на основе тщательного учета накопленного опыта классификации некую единую универсальную систему спектральной многомерной классификации звезд, одинаково эффективную для решения всех или большинства упомянутых выше проблем, с достаточной проникающей способностью и пригодную для массовой классификации звезд.

К сожалению, на этот вопрос приходится ответить отрицательно.

Проблемы, для решения которых большое и часто решающее значение имеет спектральная классификация звезд, настолько многочисленны, настолько разнообразны по характеру, что попытки создания единой системы собственно спектральной классификации звезд будут обречены, по-видимому, на неудачу. Более того, представляется наиболее вероятным, что должна происходить все большая и большая дифференциация принципов и методов спектральной классификации в соответствии с увеличением числа и разнообразия астрофизических и звездно-astrономических задач, требующих для своего решения той или иной формы классификации звезд.

Проанализируем в связи с этим те основные направления, в которых будет, по-видимому, разрабатываться проблема классификации звездных спектров. На первый взгляд, некоторые из моих утверждений могут показаться недостаточно обоснованными. Однако я надеюсь, что те астрономы, которые занимаются разработкой различных вопросов классификации звезд или используют результаты спектральной классификации в своей работе и хорошо представляют возможности этого метода, сочтут возможным во многом со мной согласиться.

Итак, ближайшие задачи спектральной классификации звезд состоят в следующем.

I. Дальнейшее усовершенствование методов быстрой качественной одно- и двухмерной классификаций звезд по снимкам с объективной призмой, в основном для статистических целей. Принципиальных изменений в методике классификации здесь едва ли приходится ожидать.

Важнейшая задача — поиски более сильных критериев классификации в более широком интервале длин волн. Другими словами, необходимо распространить подбор критериев спектрального класса и светимости на ультрафиолетовую область спектра короче 3900 ангстрем вплоть до 3200—3000, что до сих пор практически не делалось, и продолжать поиски классификационных критериев в красной и инфракрасной областях спектра. Переход к более коротковолновой или более длинноволновой области спектра находится в прямой зависимости от спектрального класса исследуемых звезд; это продиктовано особенностями линейчатого и непрерывного спектра звезд при различных температурах и стремлением сохранить максимальную проникающую способность. У горячих звезд коротковолновый участок спектра содержит большое количество необходимой нам информации и более интенсивен; у холодных звезд — картина обратная.

II. Разработка методики количественной двумерной спектральной классификации и количественного анализа составных и интегральных спектров двойных и кратных звезд, скоплений и галактик. Это способствовало бы более успешному исследованию весьма важной для космогонии проблемы звездных населений. Некоторые попытки в этом направлении уже делались, однако в целом задача практически не решалась.

III. Дальнейшая разработка весьма многообещающей методики количественной двумерной спектральной классификации звезд по снимкам с объективной призмой. Преимущества такой методики перед многими другими вполне очевидны. Здесь, по существу, сохранится масловый характер классификации звезд, что при значительном повышении точности определения  $Sp$  и  $M_{\nu}$  намного расширит область применения такой системы.

Рассмотрим один такой пример. Система  $MK$  и весьма успешно применяющаяся в настоящее время в Абастумани система двумерной качественной классификации звезд да 13 зв. величины в комбинации с  $UVB$ -фотометрией этих же звезд открыли принципиально новые возможности в детальном исследовании крупномасштабной структуры Галактики на больших расстояниях вплоть до нескольких килопарсек. Однако при качественной классификации звезд ошибки в определении  $M_{\nu}$  и  $Sp$  все еще остаются сравнительно большими, что заметно затрудняет исследование структуры Галактики на больших расстояниях от Солнца. При качественной классификации ошибки в спектральном классе (около 0.1 спектрального класса) приводят к ошибкам в  $(B-V)_0$  порядка 0.03, зв. вел., т. е. к ошибкам около 0.1 в  $Avis$  и, в свою очередь, ошибки в  $M_{\nu}$  порядка  $\pm 0.3 - 0.5$  являются довольно обычными. Таким образом, общая ошибка в  $M_{\nu} - M \sim 0.5$ , что соответствует минимальной неточности до 25% в расстоянии до отдельных звезд. Очевидно, что при расстояниях 5—10 кпс это будет соответствовать ошибкам порядка 1—2 кпс, что фактически лишает нас возможности изучать спиральную структуру Галактики на таких рас-

стояниях (обычно поперечные размеры спиральных ветвей несколько сотен парсек).

Переход к количественной двумерной классификации по снимкам с объективной призмой позволит, по-видимому, уменьшить эту ошибку примерно в 2 раза, что будет очень существенным вкладом в развитие наших методов анализа структуры Галактики. Дальнейшего повышения точности уже практически невозможно будет добиться из-за наличия естественной дисперсии в зависимостях интенсивностей линий и полос от светимости и спектрального класса звезды.

IV. Каковы ближайшие задачи, которые надо в первую очередь иметь в виду при разработке новых систем многомерной (скажем, двух-трехмерной) количественной спектральной классификации звезд по щелевым спектрограммам?

Одна из ближайших задач здесь — дальнейшее повышение точности и упрощение методики классификации. Первого следует добиваться за счет применения новых методов определения интенсивностей линий и за счет поисков новых, более сильных критериев, в частности в ультрафиолетовом и инфракрасном участках спектра; второго — за счет усовершенствования и ускорения методики обработки спектров; использование микрофотометров в прямых интенсивностях, применение быстродействующей счетной техники и т. п. Это позволит придать таким системам более массовый характер, обеспечивающий их применение и для отдельных статистических работ.

Наиболее эффективным образом такие высокоточные системы могут быть применены при исследовании многих проблем, еще далеких от своего окончательного разрешения. Назовем некоторые проблемы физики звездных атмосфер, где необходима точная, по крайней мере двухмерная ( $Sp$  и  $M_r$ ) классификация звезд:

а) Установление шкалы звездных температур — одна из фундаментальных задач астрономии вообще, до сих пор не разработанная дальше первого приближения. Совершенно очевидна важность более полного решения этой задачи буквально для всех областей физики Космоса.

б) Проверка степени соответствия теоретических моделей звездных атмосфер атмосферам реальных звезд путем сопоставления вычисленных и измеренных интенсивностей и контуров линий для звезд с известными спектральным классом и светимостью.

в) Исследование влияния осевого вращения, химического состава на характер звездного спектра и т. д.

Интереснейшая, по существу тоже мало разработанная область звездной астрономии и астрофизики — это количественная высокоточная многомерная классификация различного рода пекулярных и переменных звезд. Решение этой задачи чрезвычайно важно и для изучения многих космогонических проблем.

Основные характеристики пекулярных звезд, такие как  $Sp$  и  $M_r$ , количественную оценку степени пекулярности, место пекулярных звезд среди прочих, так сказать, «нормальных» звезд, выяснение их эволюционной роли — все же без особых принципиальных трудностей можно исследовать путем разработки системы количественной спектральной классификации. Причем следует особо оговориться, что здесь, вообще говоря, не требуется больших телескопов, скажем 1 м и больше, и спектрограмм высоких дисперсий. Здесь в первую очередь нужно самым тщательным образом разработать соответствующую методику классификации. К примеру, в Крымской астрофизической обсерватории

тории количественная классификация и анализ многих любопытных спектральных особенностей так называемых «металлических» звезд выполнены по щелевым спектрограммам с дисперсией всего лишь 150 ангстрем/мм [20].

Вот некоторые конкретные типы пекулярных звезд, для которых по тем или иным соображениям весьма и весьма желательна двухмерная количественная спектральная классификация: определение спектрального класса, светимости и, что особенно важно, классификация звезд по степени пекулярности:

а) Звезды Вольф-Райе. Возможно использование снимков с объективной призмой при дисперсии порядка 100—150 ангстрем на мм. Никакой количественной классификации этих звезд сейчас не существует.

б) Магнитные звезды и звезды  $Ar$ . Ввиду слабости всех линий (кроме водородных) необходимы щелевые спектрограммы с дисперсией 20—50 ангстрем. Количественной классификации этих звезд также нет.

в) Звезды со слабыми и сильными линиями. Звезды самых различных спектральных классов и светимостей, однако термин преимущественно относится к звездам в интервале  $A-K$  [21, 22].

Количественная классификация этих звезд сыграла бы большую роль при решении многих космогонических задач. Однако таких работ до сих пор не проводилось. Для классификации необходимы щелевые спектрограммы звезд с дисперсией 20—50 ангстрем на мм. Звезды таких типов довольно яркие. Наибольшую трудность будет представлять выбор критериев «слабости» или «силы» спектральных линий.

г) Для большинства звезд  $Be$  имеются только качественные оценки спектральных классов и классов светимости. Для количественной классификации звезд  $Be$  желательно получение спектрограмм на панхроматических пластинах (для оценки интенсивности линии  $Ha$ ). Возможно использование снимков с объективной призмой (дисперсия 100—200 ангстрем/мм). Количественная классификация звезд  $Be$  чрезвычайно важна для изучения распределения звезд  $Be$  по спектральным классам и светимостям, для изучения характера взаимосвязи звезд  $Be$  с абсорбционными звездами  $B$  и т. п.

д) Звезды населения II. Соображения те же, что и для звезд со слабыми и сильными линиями.

е) Нестационарные звезды самых различных типов. Методика количественной классификации в каждом случае будет определяться характером спектра данного типа звезд, степенью переменности и т. п.

Классификация поможет в первую очередь решить вопрос о характере взаимосвязи того или иного типа переменных звезд со звездами постоянного блеска в той же области диаграммы Герцшпрунга-Ресселя и о характере изменения спектральных особенностей переменной звезды с изменением блеска.

Наиболее интересными типами здесь могут быть звезды  $RV$  Тельца, классические цефеиды и цефеиды населения II, звезды типа  $RR$  Лиры, различные типы эруптивных звезд и т. п.

V. И, наконец, одна из важнейших задач количественной спектральной классификации звезд заключается в разработке новой, физически обоснованной, максимально эффективной системы электрофотометрической многомерной узкополосной классификации звезд, о необходимости создания которой говорилось в предыдущем докладе.

С этой целью количественная спектральная классификация совместно с электрофотометрией непрерывного спектра звезд должна

эмпирически подобрать и физически обосновать те критерии (полосы), которые в дальнейшем будут использоваться в узкополосной многоцветной фотометрии и классификации звезд.

Создание такой узкополосной многоцветной фотометрической системы для многомерной классификации звезд, исследование свойств межзвездной среды и решение широкого круга других вопросовзвездной астрономии и астрофизики является насущной задачей, требующей самого всестороннего изучения и детальной разработки.

Спектральная классификация звезд должна внести в решение этой важной задачи свой посильный вклад.

Полезным дополнением к настоящему докладу могут служить материалы дискуссии по спектральной классификации, имевшей место в обсерватории Китт Пик в декабре 1961 г. [23].

#### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Morgan W. W., Keenan P. C., Kellman E. An atlas of stellar spectra, Chicago, 1943
2. Morgan W. W., Johnson H. L. Ap. J. 1953, 117, 313
3. Харадзе Е. К., Бартая Р. А., Абастуми Б. 1960, 25, 139
4. Мустель Э. Р., Галкин Л. С., Кумайгородская Р. Н., Боярчук М. Е. Крым. Изв. 1958, 18, 3
5. Petrie R. M., Maunsell C. D. Publ. Dom. Astrophys. obs. 1950, 8, 253
6. Oke J. B. Ap. J. 1957, 126, 509
7. Williams E. G. Ap. J. 1936, 83, 279
8. Копылов И. М. Крым. Изв. 1958, 20, 156
9. Копылов И. М. Крым. Изв. 1960, 23, 148
10. Sinnerstad V. Stockholm obs. Ann. 1961, 22, N. 2
11. Stromgren B., Gyldenkerne K. Ap. J. 1955, 121, 43
12. Stromgren B. Proc. of the Third Berkely Symp. 1956, III, 49
13. Stromgren B. Vistas in Astronomy 1956, 2, 1336
14. Stromgren B. Observatory 1958, 78, 137
15. Gyldenkerne K. Ann. d'Ap. 1958, 21, 26
16. Crawford D. L. Ap. J. 1958, 128, 185
17. Stromgren B. The Hertzsprung-Russell Diagram, IAU Symp. 1959, N. 10, Suppl. Ann. d'Ap. N. 8
18. Barbier D., Chalonge D. Ann. d'Ap. 1941, 4, N. 1
19. Chalonge D., Divan L. Ann. d'Ap. 1952, 15, 201
20. Копылов И. М., Белякина Т. С., Витриченко Э. А. Крым. Изв., 1963, 29, 181.
21. Roman N. G. Ap. J. 1950, 112, 554
22. Roman N. G. Ap. J. 1952, 116, 122
23. Abt H. A. (ed.) Ap. J. Suppl. 1963, 8, 99

#### Вопросы.

**П. Г. Куликовский.** Вы употребляете выражение «космическая дисперсия»; с исторической точки зрения этот термин закрепляется за другим понятием. С другой стороны на равных правах Вы употребляете понятие «истинная дисперсия» или «естественная». Нельзя ли ограничиться термином «естественная», не говоря об «истинной», так как мы ее никогда точно не знаем, а «естественная» — ясно, что тут накладывается какая-то другая дисперсия, все-таки не космическая.

**Председательствующий Б. В. Кукаркин.** Я вполне понимаю Вашу

опасения, но стоит ли сегодня вести терминологическую дискуссию? Давайте вести дискуссию по существу. Я тоже считаю, что это неудачный термин, но мы понимаем, что под ним подразумевается.

**П. Г. Куликовский.** Я понимаю, что существует специальная комиссия по терминологии, пусть она и занимается этим. У меня второй вопрос — по поводу попыток найти единую универсальную фотометрическую систему классификации. Вы не распространяете несколько пессимистический или осторожный взгляд на возможность создания единой спектральной классификации? Фотометрическая система стремится к тому, чтобы найти экстраполирование спектральной характеристики, но надо ли быть и там в этом смысле осторожным?

**И. М. Копылов.** Я думаю, что некоторый пессимизм в этом отношении, вероятно, проявлен. Известно, что для различных спектральных классов, в видимой части спектра, допустим от 3 тыс. до 6 тысяч ангстрем, — различные критерии. Для горячих звезд это в одной области спектра, для более холодных звезд — они находятся в другой области. Поэтому, эта будущая универсальная система, по-видимому, будет состоять из набора индексов. Некоторые комбинации будут использоваться для горячих звезд, некоторые — для холодных, другие будут общие, но система будет универсальной в том смысле, что построена по единому принципу и будет использоваться по единой методике. Поэтому я думаю, что задача всегда будет одного типа. Допустим, будет 10 фильтров (или больше), но для звезд определенных классов должны быть одни комбинации, для других классов — другие. Так что в этом отношении она будет тоже довольно сложной, но будет однородной.

**В. Б. Никонов.** Одна система будет прецизионно точная, другая — грубая, но массовая.

**С. М. Азимов.** Меня интересует, какие критерии Вы берете для классификации звезд типа Вольф-Райе и магнитных звезд и не чувствуется ли здесь попытка найти критерии в системе трехмерной классификации, чтобы эта классификация охватывала все звезды? Что можно выбрать в качестве третьего параметра?

**И. М. Копылов.** Для звезд Вольф-Райе критерии найдены довольно просто, так как ветви  $WN$  и  $WC$  четко разделяются. Важно перейти от визуальных оценок интенсивностей к количественным, точным измерениям спектрограмм. Что касается магнитных звезд, там дело сложней, потому что это звезды  $A$ . Там, кроме водородных линий, все остальные линии более слабые. Но мы должны искать критерии. Одним из таких критериев может быть скачок  $D$ . Он может служить одним из таких явно хороших критериев выявления магнитных звезд, тем более, что он независим от межзвездного поглощения. А вторым критерием должно быть отношение каких-нибудь линий — стронция, магния, т. е. линий, которые ведут себя особым образом. Но нужна именно количественная классификация, потому что надо будет оценивать интенсивности довольно слабых линий.

Третий параметр для каждого типа звезд должен быть свой. Для металлических звезд это — металличность. Почему звезды различаются по своей степени металличности? Причина этого неясна. Это может быть особенностями структуры атмосферы, или влияния вращения звезды, или влияния химического состава. Для пекуллярных звезд это будет пекуллярность спектрального типа, которую можно связать с мощностью магнитного поля. Поэтому для каждого типа звезд третий параметр, по-видимому, будет свой.

**А. А. Киселев.** Какие сейчас возможности спектральной классифи-

кации двойных звезд, в частности тесных и различающихся сильно по блеску. Не ставятся ли такие задачи?

**И. М. Копылов.** Все зависит от относительной яркости компонентов и расстояния между ними. Вообще, такие работы производятся. Количественная классификация не проводилась, но классификация в системе *MK* проводилась.

В 138-ом томе «Астрофизикал Джорнал» помещена классификация звезд примерно около 120 пар, т. е. около 250 звезд, так что в принципе эта задача вполне разрешимая, но имеются ограничения в смысле яркости. В некоторых случаях, если звезды расположены по склонению, можно разделить очень тесные пары. Если расстояние порядка 2–3 секунд, то уже разделить звезды трудно, или нужно иметь очень длиннофокусный телескоп. Аналогичное ограничение накладывается и на относительную яркость. Слабую звезду трудно выделять из-за контраста.

СООБЩЕНИЕ В. СТРАЙЖИСА И К. ЗДАНАВИЧЮСА (ВИЛЬНЮС)  
О ВЫБОРЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ ДЛЯ  
ГЕТЕРОХРОМНОЙ ФОТОМЕТРИИ

В предыдущем исследовании (Вильнюс. Бюлл. 1963, № 6; Астрон. Ц. 1963, № 254) было показано, что трехцветная система, включающая узкополосные величины  $X$  и  $Y$  около 4000 и 4500 ангстрем, соответственно, является весьма полезной для определения межзвездного поглощения чисто фотометрическим путем. При этом предполагалось, что подходящий выбор третьей величины  $Z$  в районе спектра 5000–6000 ангстрем может уменьшить разделение классов светимости на диаграмме  $X-Y$ ,  $Y-Z$ .

С целью проверки последнего предположения и уточнения положений полос реакции  $X$  и  $Y$  было произведено численное интегрирование кривых распределения энергии  $J(\lambda)$  в спектрах следующих непокрасневших звезд:  $B0V$ ,  $A0V$ ,  $F0V$ ,  $G0V$ ,  $O9.5Ib$ ,  $B0Ia$ ,  $A2Ia$  и  $F5Ib$ . Во всех кривых  $J(\lambda)$  учитывался эффект линий поглощения. Ширины всех полос реакции — 400 ангстрем.

Оказалось, что при изменении  $\lambda_{\text{eff}}$  от 5000 до 6500 ангстрем нельзя найти такого положения полосы реакции величин  $Z$ , которое в комбинации с  $X$  и  $Y$  давало бы совпадение карликов и сверхгигантов. Однако почти на всех диаграммах  $X-Y$ ,  $Y-Z$  звезда  $F5Ib$  лежит почти точно на линии главной последовательности. Это дает возможность по диаграмме  $X-Y$ ,  $Y-Z$  однозначно отделить звезды более ранние, чем  $F5$  (с различными межзвездными покраснениями) от более поздних звезд (рис. 1). Они будут представлять смесь звезд различных светимостей для определения которых необходимы другие диаграммы, о которых речь будет идти ниже. Здесь же рассмотрим другие свойства, которыми обладают диаграммы типа  $X-Y$ ,  $Y-Z$ .

Главная последовательность на некоторых из них имеет слабый изгиб в районе спектрального класса  $A$ , который является весьма желательным, так как уменьшает точность определения фотометрического спектрального класса. Оказалось, что уменьшить изгиб можно сдвигами полос реакции  $X$  и  $Z$  при постоянном  $Y$ . На рис. 2 показано изменение угла  $\beta$  между линией  $B0V-A0V$  и продолжением линии  $L0V-F0V$  в зависимости от положения средних длин волн величин  $X$  и  $Z$ . При положении средней волны  $X$  на 4025 ангстрем имеется лише

X-Y

иально по яркости компоненты. Такие работы производятся. Но классификация в помешена классификация 50 звезд, так что в принципе имеются ограничения в смысле расположены по склонению. Если расстояние порядка одно, или нужно иметь очень ограничение накладывается и трудно выделять из-за

навикуса (Вильнюс) районов для фотометрии

Бюлл. 1963, № 6; Астрон. Цветная система, включающая 0 и 4500 ангстрем, соответствует определению межзвездного . При этом предполагалось,  $Z$  в районе спектра 5000—5500 нанометров включает в себя 50 звезд, так что в принципе имеется ограничение в смысле расположены по склонению.

Положения и уточнения положено численное интегрирование в спектрах следующих нейтральных звезд:  $G0V$ ,  $O9.5Ia$ ,  $B0Ia$ ,  $A2Ia$  и  $F5Ib$ . При этом предполагалось, что звезда  $F5Ib$  лежит почти точно на диаграмме, что дает возможность по диаграмме определить возраст звезды более ранние, чем  $F5$  (или  $F5Ib$ ). Для звезд с более поздними звездами различных светимостей, другие диаграммы, о которых говорится в статье, имеют другие свойства, которые

из которых из них имеет слабый изгиб, который является весьма неопределенным. Уменьшение изгиба можно уменьшить, уменьшая величину  $Z$ . На рис. 2 показано, что при  $Z=0.05$  и продолжении линии из  $F5Ib$  вправо на 4025 ангстрем имеется лишь

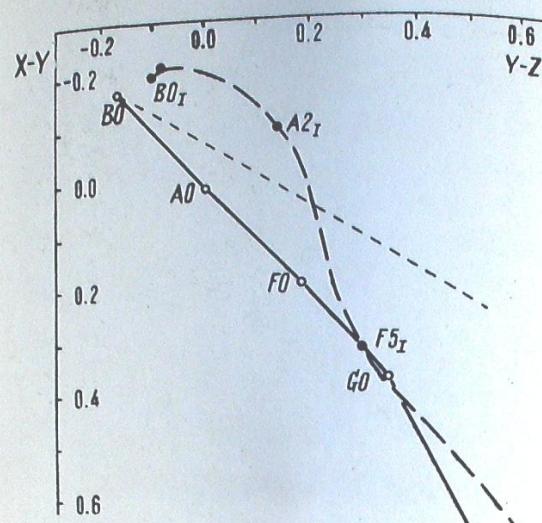


Рис. 1

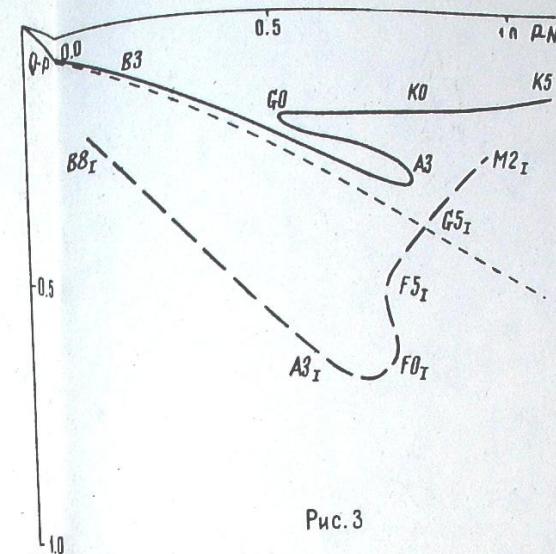


Рис. 3

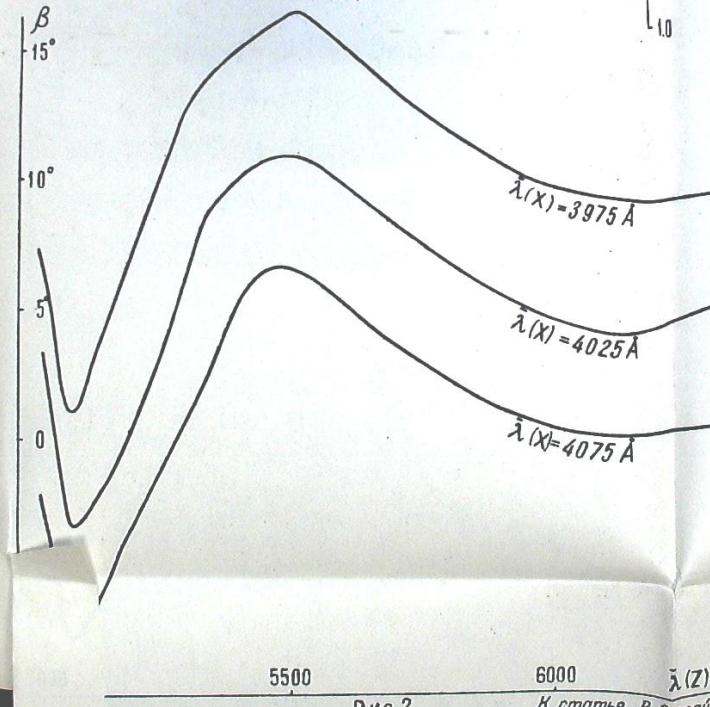


Рис. 2

К статье В. Страусис. Абаст. Бюлл. 33.

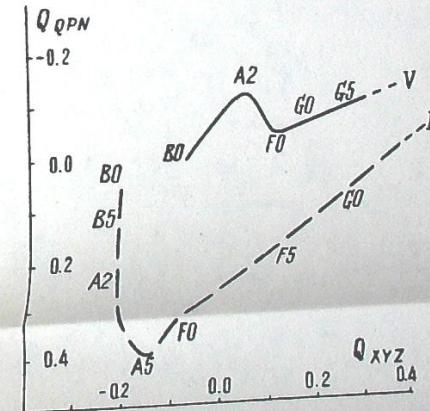


Рис. 4

Рис. 1. Диаграмма  $X-Y$ ,  $Y-Z$  с прямолинейной главной последовательностью. Прерывистая линия — сверхгиганты, пунктир — линия покрасления звезды  $B0V$ .

Средние длины волн:  $\bar{\lambda}(X)=4025$ ,  $\bar{\lambda}(Y)=4475$ ,  $\bar{\lambda}(Z)=5175$  ангст.

Рис. 2. Зависимость прямолинейности главной последовательности от положений полос реакции величин  $X$  и  $Z$  при постоянном значении  $\bar{\lambda}(X)=4475$  ангст.

Рис. 3. Диаграмма  $Q-PN$ ,  $P-N$  Боргмана. Пунктир — линия покрасления звезды  $B0V$ .

Рис. 4. Диаграмма  $Q_{QPN}$ ,  $Q_{XYZ}$ , на которой происходит полное отделение карликов (сплошная линия) и сверхгигантов (прерывистая линия).

один район длии волн (5050—5200 ангстрем), в котором должна быть расположена полоса реакции  $Z$ , чтобы отсутствовал изгиб главной последовательности ( $\beta=0$ ). При положении  $X$  на 4075 ангстрем таких районов для величин  $Z$  уже два — около 5300 и 6000—6200 ангстрем.

Угол  $\gamma$  между главной последовательностью и линией покраснения на диаграммах  $X-Y$ ,  $Y-Z$  зависит от двух факторов — чисто геометрического измерения угла при изменении величины колор-индекса  $Y-Z$  (масштабный эффект) и истинного изменения угла, зависящего от кривых  $J(\lambda)$ . Оказалось, что максимальный угол  $\gamma$  получается при положении  $Z$  в районе 5300—5500 ангстрем (если средние длины волн величин  $X$  и  $Y$  равны 4025 и 4475 ангстр.).

Как известно, звезды  $B$ ,  $A$  и  $F$  различных светимостей значительно отличаются своими ультрафиолетовыми градиентами, положениями и величинами бальмеровского скачка. Особенно выгодна для определения светимостей диаграмма Боргмана (*BAN*, 1963, 17, 58), включающая величины  $Q$  (3560 анг.),  $P$  (3750 анг.) и  $N$  (4055 анг.). На диаграмме  $Q-P$ ,  $P-N$  (рис. 3) звезды главной последовательности полностью отделяются от сверхгигантов  $B-A-F$  линией покраснения звезд  $B0V$ . Это создает возможность, комбинируя диаграммы  $X-Y$ ,  $Y-Z$  и  $Q-P$ ,  $P-N$ , достичь однозначного определения светимости ранних звезд  $Q$ -методом. На рис. 4 показана диаграмма  $Q_{xy}$ ,  $Q_{QPN}$ , которая является аналогом диаграммы Боргмана (*a*, *e*). Таким образом, в пятицветной системе  $Q$ ,  $P$ ,  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  (так как  $N \approx X$ ) возможно чисто фотометрическое однозначное определение спектральных классов, светимостей и межзвездных покраснений всех ранних звезд до  $F5$  или до  $G0$ .

#### СООБЩЕНИЕ М. Е. БОЯРЧУК (КРЫМ) О ВОДОРОДНЫХ ЛИНИЯХ, КАК КРИТЕРИЯХ КЛАССИФИКАЦИИ ПО СВЕТИМОСТИ ЗВЕЗД $A$ И $F$

Я хочу сказать несколько слов о водородных линиях как критериях классификации звезд по светимости. Когда мы говорим о таких фундаментальных параметрах звезд, как спектральный класс, светимость, то нужно не забывать о тех физических процессах, которые происходят в атмосферах звезд. Это поможет более правильно делать некоторые эволюционные обобщения.

Известно, что водородные линии являются хорошими критериями для определения светимости звезд в ранних и поздних спектральных классах. Однако на вид в диапазоне спектральных классов  $F$  водородные линии кажутся одинаковыми.

Чтобы проверить это количественно, было проведено сравнение контуров линий поглощения водорода для звезд  $F5-F8$  разной светимости. По спектрограммам, с дисперсией 23.4 ангстрем мм у  $H\gamma$ , полученным на 50" телескопе Крымской астрофизической обсерватории, было показано, что контуры линий поглощения водорода для звезд различной светимости практически совпадают, в то время, как для звезд  $A$  они очень различны. Это наглядно представлено на рисунках. На рис. 1 приведены контуры линий поглощения водорода  $A$ -звезд, отличающихся по абсолютной величине на 8 величин. Видно, что для сверхгигантов  $A$  контуры примерно в 4 раза уже, чем для карликов. На рис. 2 приведены контуры линий поглощения водорода для звезд

$F_5$ :  $\alpha$ Per  $F_5I_B$ ,  $M_r = -4.5$  и  $\alpha$ CMi  $F_5IV-V$ ,  $M_r = +3.1$ , и звезда  $F_8$ :  $\gamma$ Oyg  $F_8I_B$ ,  $M_r = -4.5$  и  $36$  UMa  $F_8V$ ,  $M_r = +4.3$ . Видно, что и для сверхгигантов, и для карликов они практически совпадают.

Кроме этого было просмотрено различие интенсивностей линий поглощения водорода  $H\gamma, H\delta$  по известному атласу Кинан и Моргана. Сравнение этих линий в спектрах звезд сверхгигантов и карликов показало, что для звезд  $O9$  они совпадают. Расхождение начинается для звезд спектрального класса  $B1$ , затем оно постепенно увеличивается до звезд спектрального класса  $A0$ , достигая здесь наибольшей величины. Затем для звезд спектральных классов  $A3, A5$  линии поглощения водорода в спектрах звезд сверхгигантов начинают постепенно расширяться, почти совпадают в спектрах звезд  $F0$ , и совершенно совпадают в спектрах звезд  $F5, F6, F8, G0$ . В спектрах звезд  $G5$  опять начинается расхождение интенсивностей линий поглощения водорода, но действует оно в другую сторону. В спектрах звезд сверхгигантов линии остаются широкими, а в спектрах звезд карликов они начинают сужаться. Большое расхождение линий в этом смысле наблюдается в спектрах звезд  $K0, K3, K5$  и  $M2$ . Интересно понять физическую сущность этого явления.

Можно предложить следующее объяснение отсутствия различий в наблюдаемых контурах линий поглощения водорода для звезд  $F$  сверхгигантов и карликов.

Остаточная интенсивность в линии ( $r_\nu$ ), а следовательно, и контур линий в случае приближенной модели атмосферы Милна-Эддингтона является функцией величины  $\eta_\nu$ ,

$$r_\nu \sim f(\eta_\nu). \quad (1)$$

Величина  $\eta_\nu = \frac{k_\nu}{z_\nu}$  — отношение коэффициента поглощения в линии к коэффициенту непрерывного поглощения является функцией и температуры, и плотности. Если выражение (1) записать в явном виде, то можно получить выражение:

$$\eta_\nu(\Delta\lambda) = \frac{k_\nu}{z_\nu} = \frac{321 \cdot C g_2 e^{-\frac{\epsilon_{02}}{kT}}}{\alpha(H^-) T g_1 \Delta\lambda^{5/2}}. \quad (2)$$

Более подробно это изложено в нашей работе 1963 г. (Крым. Изв. т. 29). Из (2) видно, что контур линии не зависит от электронной плотности. Это понятно. Коэффициент поглощения в линии, определяемый Штарк-эффектом, пропорционален электронной плотности и коэффициент непрерывного поглощения также пропорционален электронной плотности, если он определяется, в основном, отрицательными ионами водорода. А последнее предположение справедливо для атмосфер звезд  $F_5-F_8-G_2$ . Легко видеть, что в этом случае контур линии не зависит от электронной плотности.

Физический смысл этого заключается в следующем. При уменьшении электронной плотности коэффициент непрерывного поглощения убывает и атмосфера звезды становится более прозрачной, а, значит, ее можно просматривать глубже. И поскольку температура меняется мало, число поглащающих атомов на луче зрения возрастает и компенсирует уменьшение коэффициента поглощения в крыле линии, происходящее из-за уменьшения электронной плотности.

и звезд F8;  $\gamma$ Cyg  
что и для сверхги-

енсивностей линий  
Кинан и Моргана,  
антов и карликов  
жение начинается  
ленно увеличивает-  
здесь наибольшей  
3, A5 линии погло-  
ниают постепенно  
0, и совершенно  
ах звезд G5 опять  
щечения водорода,  
езд сверхгигантов  
иков они начинают  
сле наблюдается в  
физическую сущ-

сутствия различий  
вода для звезд F

ательно, и контур  
Милна-Эддингтона

(1)

глашения в линии

функцией и тем-

в явном виде, то

(2)

(Крым. Изв. т. 29).  
ронной плотности.  
деляемый Штарк-  
коэффициент не-  
лектронной плотно-  
ими ионами водо-  
атмосфер звезд  
линий не зависит

щем. При умень-  
шного поглощения  
рочной, а, значит  
тература меняется  
растает и компен-  
ние линии, проис-

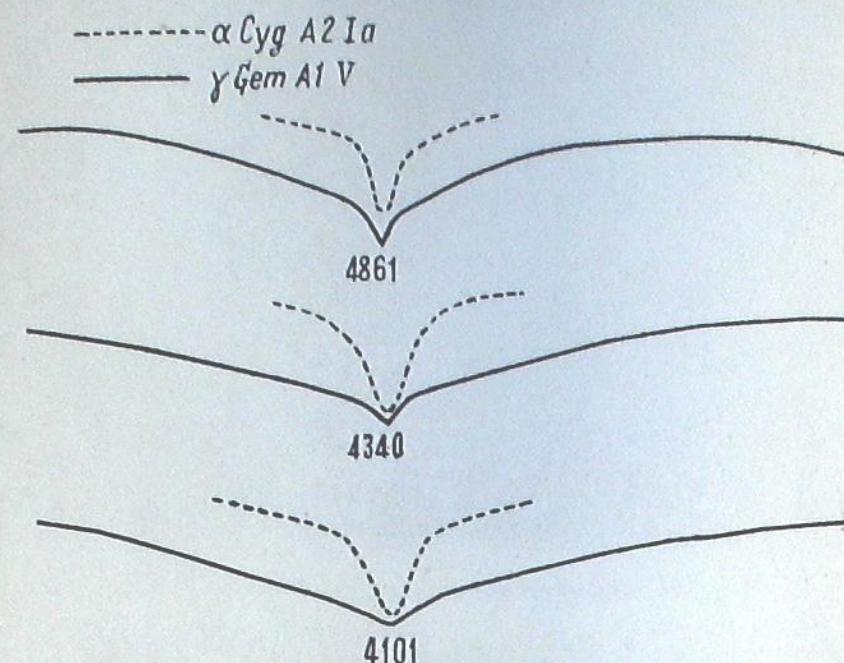


Рис.1

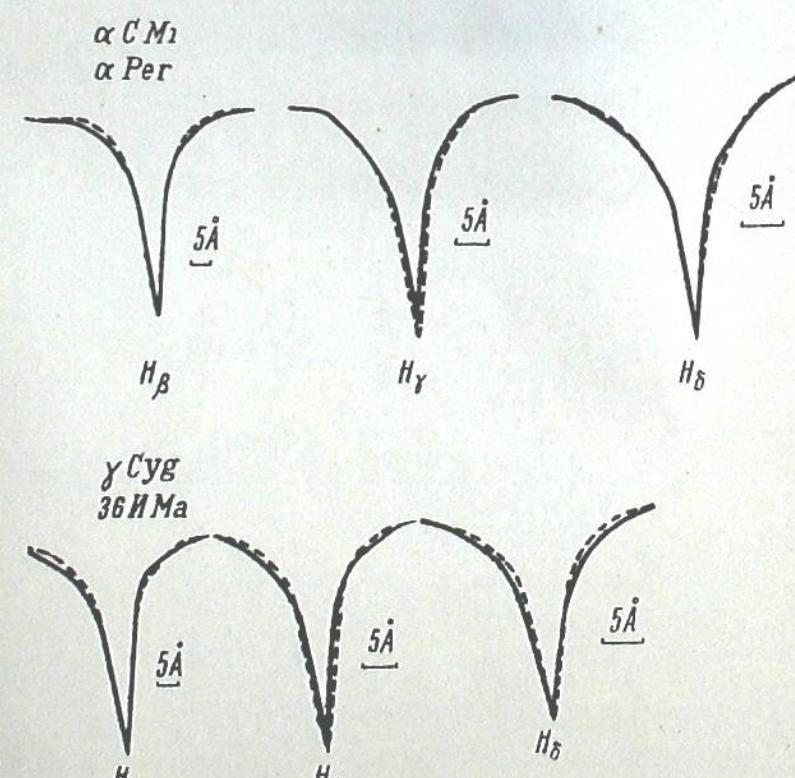


Рис.2

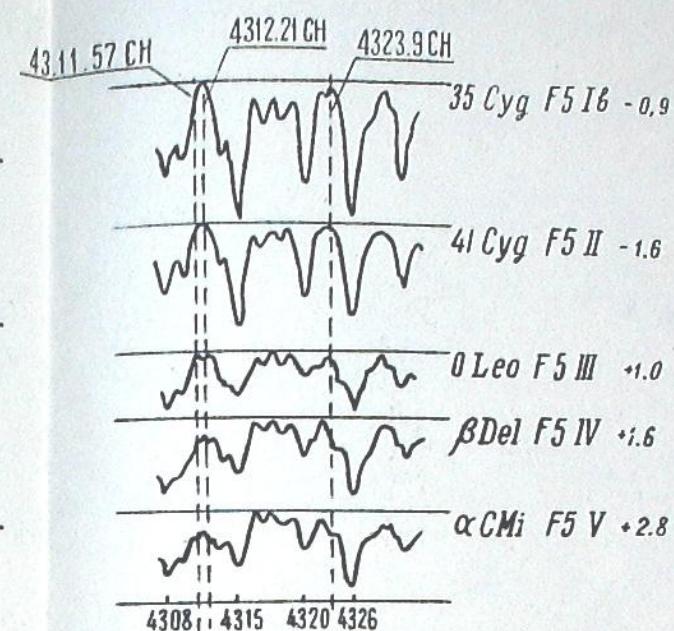


Рис.3

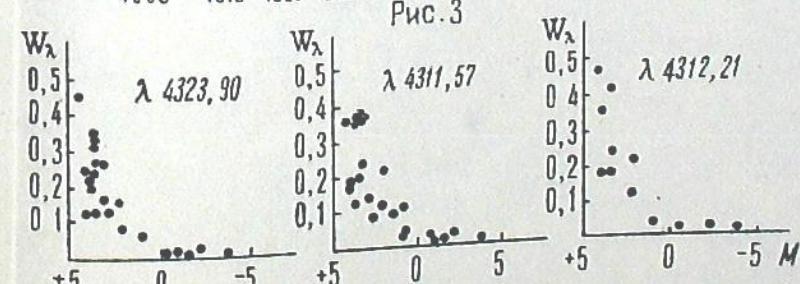


Рис.4

Вернемся к рассмотрению *A*-звезд. Коэффициент поглощения в линии определяется также Штарк-эффектом, и пропорционален электронной плотности, но коэффициент непрерывного поглощения определяется, в основном, атомарным водородом, и не зависит от электронной плотности, а поэтому величина  $\eta_u$ , или контур линии, зависит от электронной плотности. И мы наблюдаем для этих звезд хороший эффект светимости.

Если мы перейдем к более поздним классам звезд *G5—K5*, то для них характерно уменьшение температуры и общей плотности. Тогда коэффициент поглощения в линии будет определяться затуханием вследствие излучения. Он не зависит от электронной плотности. А коэффициент непрерывного поглощения по-прежнему определяется, в основном, отрицательными ионами водорода и зависит от электронной плотности. В этом случае  $\eta_u$  зависит от электронной плотности и контуры линий поглощения водорода в атмосферах звезд-карликов будут уже, чем в атмосферах звезд-сверхгигантов.

Из всего сказанного ясно, что в звездах спектральных классов *F5—G2* водородные линии не могут быть использованы, как критерии классификации по светимости.

Кажется, что в качестве чувствительного критерия, помимо отношений ионизованных металлов, могут быть молекулярные полосы *CH* 4323.0, 4312.5, 4311.5 ангстрем. Это хорошо видно на рис. 3, где представлены регистрограммы звезд *F5* и *F8* разной светимости. Из рис. 3 видно, что по мере того, как уменьшается светимость звезды, полоса *CH* становится все более и более интенсивной. На рис. 4 представлено сравнение эквивалентных ширин молекулярных полос *CH* в звездах разной светимости. Это сравнение показало вполне четкую зависимость эквивалентных ширин полос *CH* от светимости для ряда звезд спектральных классов *F5—F8*.

Рассмотрение молекулярных полос *CH* по атласу Моргана и Кина показало, что начиная от спектров *F0* до *K5* молекулярные полосы постепенно усиливаются, как в гигантах, так и в карликах. Однако они всегда остаются в спектрах звезд карликов более интенсивными, чем в спектрах звезд-гигантов. И такого превращения, как с водородными линиями, которые, то сильнее в спектрах карликов, то сильнее в спектрах гигантов, с ними не происходит. Поскольку полоса *G* в спектрах этих же звезд претерпевает такое же изменение, как и полоса *CH*, то можно полагать, что изменения полосы *G* объясняются изменением молекулы *CH*.

Весь этот анализ был проведен по спектрам с дисперсией 23.4 ангстрем/мм у  $H\gamma$ , и получены хорошие зависимости, но я не знаю насколько эти критерии будут удобны для спектрограмм с малой дисперсией.

#### СООБЩЕНИЕ Н. А. ДИМОВА (КРЫМ) ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЗВЕЗДНОГО ФОТОМЕТРА НОВОГО ТИПА

Для решения различных задач звездной астрономии необходимо создание фотометра, который позволял бы выделять участки спектра звезды по желанию наблюдателя. Одновременно фотометр должен иметь возможно меньшие потери света для достижения достаточно

хорошей проникающей способности. В Крымской обсерватории были проведены опыты по разработке такого фотометра.

Спектр звезды посредством кварцевого спектографа делится на три основные части: от 3000 до 4000, от 4000 до 5000 и от 5000 до 6000 ангстрем. Каждая часть спектра проектируется на отдельный фотоумножитель. Кроме того имеется возможность выделять при помощи непрозрачных масок участки спектра, лежащие внутри основных. Использование всего света от основных трех частей спектра создает цветовую систему близкую к *UBV*.

Использование трех фотоумножителей в сочетании с хорошим пропусканием оптической части фотометра сокращает время наблюдения в 2—2.5 раза по сравнению с обычным фотометром с фильтрами, имеющими такие же полосы пропускания. Это в свою очередь приводит при использовании накопления к повышению проникающей способности почти на одну звездную величину.

Такой фотометр был построен и проведены первые наблюдения. Регистрация производилась методом счета фотонов с дальнейшей фиксацией результатов на печатающем устройстве.

На телескопе с зеркалом 500 мм измерялись звезды 13—14-й величины за 3—4 минуты с точностью порядка 1—2% во всех спектральных интервалах. Для стабильности выделяемых участков спектра существенное значение имеет качество гидрирования.

Этот фотометр может быть использован для целей спектральной классификации.

Мне хотелось отметить, что если будет образована Рабочая группа по выбору новой фотометрической системы, то в группе обязательно должны быть лица хорошо знакомые с аппаратурой и ее возможностями.

Работа по этому прибору продолжается и вероятно в ближайшем будущем он будет закончен.

#### Вопросы.

**П. Г. Куликовский.** Можно ли взять более узкую полосу пропускания чем тысяча ангстрем? Имеется ли возможность варьировать по желанию наблюдателя ширину полосы?

**Н. А. Димов.** Выделять более узкие участки спектра в принципе возможно при помощи соответствующих масок, однако здесь имеются некоторые трудности связанные с недостаточной дисперсией применяемого спектрографа. Более определенно об этом можно будет говорить когда фотометр будет закончен.

**Б. В. Кукаркин.** Но технические трудности Вы частично преодолели, вышли победителями и дальше будете выходить.

**В. Б. Никонов.** Эта система идеальная для проверки выбранных критериев.

**Б. В. Кукаркин.** Здесь открываются богатые возможности.

#### СООБЩЕНИЕ Р. А. БАРТАЯ (АБАСТУМАНИ)

#### ДВУМЕРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗВЕЗД ПО СПЕКТРАМ,

#### ПОЛУЧАЕМЫМ С ПОМОЩЬЮ ПРЕДОБЪЕКТИВНОЙ ПРИЗМЫ

Как известно, по спектрам, полученным на 70 см менисковом телескопе с 8°-й предобъективной призмой (линейная дисперсия 166 ангстрем/мм около  $H\gamma$ , с коротковолновой стороны спектр простирается до 3500 ангстрем, проницаемость 12.5 зв. вел.) нами была осуществлена

двумерная качественная спектральная классификация в спектральных областях  $B0-B5, G0-M$ .

Область  $B5-G0$ , по общеизвестным причинам, на первом этапе нашей классификации была опущена, конечно, только в смысле двумерной классификации. В этой области выделяются одни лишь сверхгиганты.

Я расскажу какие работы предприняты нами для восполнения указанного пробела и какие возможности оказываются к сегодняшнему дню налицо.

В области  $B5-A9$ , как известно, критериями абсолютных величин для спектров, получаемых с предобъективной призмой, служат одни лишь водородные линии. Нам приходится оценивать ширину или полную интенсивность — глубину этих линий (мы не должны забывать, что разговор идет о глазомерной оценке).

Главное затруднение здесь в том, что нет линий сравнения. Нам приходится оценивать не относительную интенсивность (также ширину), а, можно сказать, — абсолютную (конечно, не в прямом смысле этого слова). И когда дело касается таких сильных линий, как водородные линии, в данном спектральном интервале — это трудная задача.

Ясно, что для *A*-звезд точной классификации по светимости можно достичь только лишь применением количественной спектрофотометрии. Тем более, когда разговор идет о спектрах, получаемых с предобъективной призмой.

Но уж если говорить о точной классификации, то сама двумерная классификация, особенно для *A*-звезд, в спектрах, которых встречаются различные аномалии, не является точной.

Поэтому, в таком случае, более разумно говорить о трехмерной классификации по системе Шалонжа и Диван, если, конечно, она осуществляется при наших возможностях.

Так и была поставлена нами эта задача.

Как мы знаем, осуществление трехмерной классификации Шалонжа и Диван требует особых инструментальных возможностей, причем это — очень трудоемкая задача. Это и является причиной того, что, пока она не применяется в широких масштабах.

Исходя из сравнительно высокого качества наших спектров и из того, что они простираются до 3500 ангстрем, можно было предположить, что будет возможным осуществление трехмерной классификации в нашей обсерватории.

Были получены спектры стандартных *A*-звезд. Обработка этих спектров показала, что наши спектры, несмотря на свои высокие качества и на то, что они простираются за пределом серии Бальмера, не дают возможности определения Бальмеровского скачка. Видимо, спад чувствительности нашей аппаратуры в коротковолновой стороне спектра таков, что Бальмеровский скачок сглаживается.

Итак для нас не оказалось возможным осуществление трехмерной классификации. И пока что для *A*-звезд мы не намерены предпринимать ничего больше. В дальнейшем можно думать об осуществлении количественной классификации для *A*-звезд в нашей обсерватории, что некоторое время тому назад у нас уже делалось, только по спектрам, получаемым на рефракторе.

Перейдем к классу *F*. Здесь, как в переходящем по спектральным характеристикам от ранних к поздним спектральным типам классе, эффект абсолютной величины, вообще и без того слабый, особенно

слаб. Поэтому в классе *F* мы встречаемся с особыми трудностями, не только для глазомерной оценки, но — вообще.

Для класса *A* у нас есть критерии, только речь идет о возможности глазомерной оценки, а в классе *F* дело обстоит хуже.

Здесь эти критерии настолько слабы, что в спектрах, получаемых с предобъективной призмой и особенно для слабых звезд, для которых при больших экспозициях качество спектра ухудшается, практически нет эффекта абсолютной величины.

Давно известно, что водородные линии в классе *F* не показывают зависимости от абсолютной величины. Так что разговор идет о металлических линиях, которые в классе *F* пока еще слабо выделяются. Исходя из этого, нами был поставлен вопрос в таком виде. Если ограничиться более яркими звездами, скажем, до 10-й зв. величины (начиная от 7-й), спектры которых получаются на нашем телескопе за 8—15 минут (в зависимости от сорта пластинки), может удастся производить двумерную классификацию и для *F*-звезд. При этом, как обратил на это внимание руководитель Рабочей Группы по спектральной классификации Иван Михеевич Копылов, целью такой классификации может быть проверка для относительно слабых звезд пробела Герцшпрунга на диаграмме спектр-светимость.

Опытные снимки стандартных звезд показали, что при экспозициях в 10—15 минут для *F*-звезд до 9—10-й величины получаются спектры, в которых линии, служащие критериями абсолютной величины, не сглаживаются, а так или иначе выявляют себя.

Для того, чтобы увеличить точность определения абсолютных величин, было решено, наряду с фотографическим, применить и ультрафиолетовый участок спектра. Было решено также, что, раз мы здесь имеем дело все же со слабым эффектом, лучше вести не качественную, а количественную двумерную классификацию.

Во-первых, это даст более точные результаты, а во-вторых, только таким путем можем получить абсолютные величины в числовых единицах и тем самым проверить пробел Герцшпрунга для слабых звезд. Но поскольку, дело идет о проверке этого пробела, то мы решили вести работу не только для *F*-звезд, а в интервале *F0—G5*. Эта работа уже начата и успешно ведется аспирантом М. А. Шиукашвили.

Последние годы применение 4°-й призмы наряду с 8°-й еще больше увеличило наши возможности по спектральной классификации, т. к. с ее помощью как проницаемость (14-ая зв. вел.), так и разрешающая способность увеличивается и таким образом представляется возможность более детального и полноценного исследования в данной области.

Классификационные работы в нашей обсерватории ведутся в двух направлениях — по Комплексному плану П. П. Паренаго и в областях звездных ассоциаций и диффузных эмиссионных туманностей, с целью изучения физических характеристик последних.

С 1958 года к сегодняшнему дню уже произведена классификация около 22000 звезд. Однако опубликован каталог только 7000 звезд. Публикацию остальных задерживает определение звездных величин. Здесь же мы хотели бы подчеркнуть, что если бы не звездные величины, при том опыте по спектральной классификации, который уже имеется в нашей обсерватории, мы могли бы еще активнее вести классификационные работы и усилить выход и публикации.

Определения звездных величин сами собой может быть и являются более легкой задачей, чем спектральная классификация, но при этом представляют собой более трудоемкую и кропотливую работу.

На предыдущем Пленуме Комиссии звездной астрономии был

поставлен вопрос об автоматическом микрофотометре для определения зв. величин, но, как нам известно, нужные меры в этом направлении не были предприняты. Между тем этот вопрос несомненно заслуживает неотложного решения.

#### СООБЩЕНИЕ С. М. АЗИМОВА (ШЕМАХА)

#### ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ, КЛАССОВ СВЕТИМОСТИ И СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ГРАДИЕНТОВ ЗВЕЗД-СУБГИГАНТОВ В ЗАТМЕННЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМАХ

Звезды-субгиганты в тесных двойных системах являются загадочными объектами. Среди тесных двойных систем часто встречаются такие пары, которые имеют спектральные классы *B* или *A*, реже *F*, для главных звезд (более массивные), и *G—K*, для спутников. Обычно в таких системах главные звезды более массивные и являются нормальными звездами главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. А спутники этих систем являются субгигантами. Почти все звезды-субгиганты в тесных двойных системах находятся в корпускулярно неустойчивом состоянии. Это обнаруживается влиянием газового потока на кривой блеска и появлением эмиссионных линий в спектрах таких звезд при затмении (например, *UCep*, *SXCas*, *RWTau* и др.). По-видимому, эти звезды находятся в стадии расширения на их эволюционном пути.

Кроме того, звезды-субгиганты в тесных системах имеют слишком большую светимость по сравнению с одиночными звездами-субгигантами и нормальными звездами главной последовательности той же массы. Это неоднократно отмечалось в работах советских авторов (П. П. Паренаго, А. Г. Масевич, В. А. Крат, Д. Я. Мартынов и др.) и зарубежных (О. Струве, Копал, Хилтнер, Крауфорд и др.).

Указанные особенности звезд-субгигантов в тесных двойных системах тесно связаны с их эволюцией. По этой причине, определение спектральных классов этих звезд в двухмерной системе классификации и изучение распределения энергии в непрерывном спектре представляет большой интерес. Однако, звезды-субгиганты в тесных двойных системах из-за слабости блеска до сих пор очень плохо изучены. В отличие от обычных слабых звезд они становятся видимыми только при полном затмении главных звезд. В случае затменных переменных при длинных периодах наблюдение полной фазы затмения затрудняется из-за ряда внутренних и внешних причин.

Затменные переменные звезды, которые имеют полную фазу затмения (где виден спектр спутников-субгигантов) при полной фазе затмения бывают слабее 9.5 зв. вел. Поэтому возможность наблюдения затмения находится в пределах продолжительности полной фазы этих объектов. Спектральные наблюдения этих звезд даже на крупных совместных телескопах не всегда бывают возможны из-за сильной потери света на щели спектрографа. Продолжительность времени экспозиции света на щели спектрографа для получения спектра этих звезд превышает продолжительность полной фазы затмения.

Для этой цели целесообразно применить светосильные камеры с объективной призмой. В Советском Союзе было возможно осуществить такую задачу после того, как в Абастуманской астрофизической

обсерватории на горе Каюбили установлен 700-мм меннисковый телескоп с предобъективной призмой и увиолевой оптикой.

Нами были выбраны следующие затменные переменные системы спутники которых являются субгигантами позднего типа: *RY Per*, *UCep*, *USSae*, *SCnc*, *RS Ari*, *RSCVn*, *SX Cas*, *GG Cas*, *UX Mon* и *AQLac*.

Наблюдения этих звезд были начаты в 1959 году и продолжаются в настоящее время. Спектры фотографировались на 700-мм рефлекторе с 8° предобъективной призмой в Абастуманской астрофизической обсерватории (дисперсия 166 ангстрем/мм у  $H\gamma$ ). Найдены спектральные классы и классы светимости (качественно) для каждой компоненты (главной звезды и спутника) вышеуказанных систем и определены дифференциальные спектрофотометрические градиенты каждой системы (т. е. разности градиентов спутника и главной звезды) в области непрерывного спектра 4600—3790 ангстр. Спектры получались на несенсибилизированных пластинках Кодак *OaO*, Ильфорд Зенит и Агфа АстроСпектрограммы были обработаны на саморегистрирующем микрофотометре с автоматическим самописцем в Отделе физики Солнца в Пулковской обсерватории. Значение дифференциальных (спектрофотометрических) градиентов вышеуказанных систем даны в табл. 1 где

Таблица I

Название звезды	МКК	$\Delta\varphi_{df}$	n	$\Delta\varphi_{ab}$	n	$\Delta\varphi_{ad}$	n	$\Delta\varphi_{fb}$	$\Delta\bar{\varphi}$
RY Per	B8V+F8IV	+0.18±1.14	6	-0.15±0.07	6	-1.57±0.14	6	+1.24	+1.65
U Cep	B8V+G5IV	+0.55±0.28	5	+0.06±0.04	10	-2.64±0.13	6	+2.15	+2.55
U Sge	B8V+G3IV	-0.30±0.09	3	-0.10±0.05	7	-1.69±0.11	6	+1.89	+2.40
S Cnc	B9V+G8IV	-0.66±0.18	3	+0.53±0.07	13	-1.63±0.08	3	+2.82	+2.91
RS Ari	F8IV+G5IV	-0.32±0.17	2	-0.02±0.04	3			+0.30	+0.90
RSCVn	F4V+K0IV	-1.33±0.20	6	-0.14±0.06	8	+0.06±0.10	4	+1.13	+2.09
SXCas	A6I+G6IV	-0.68±0.05	2	-0.42±0.06	4	-1.50±0.12	5	+1.76	+2.19
GGCas	B8V+K0IV	-0.79±0.08	3	-0.61±0.16	6	-1.91±0.10	5	+2.09	+3.10
UXMon	A7II+G8IV	+0.29	3	-0.41±0.05	5	-2.47±0.13	6	+2.35	+2.45

в 1 и 2-ом столбцах приведены названия каждой системы, спектральные классы и класс светимости компонент, в третьем — разности градиентов звезды сравнения «d» для минимума и спутника, в 4, 6 и 8-ом столбцах — числа спектрограмм, в 5-ом — разности градиентов звезды сравнения «a» для максимума и главной звезды, в 7-ом — разности градиентов звезд сравнения «a» и «d», в 9-ом — разности градиентов спутника и главной звезды. При определении дифференциальных градиентов исключаются все возможные ошибки, возникающие из-за влияния ослабления света в земной атмосфере (т. к. все спектры получаются одновременно), в межзвездной среде и ошибки нульпункта. Для сопоставления полученных градиентов в табл. 1, в столбце 10 приведены средние значения  $\bar{\Delta}\varphi$  — разности градиентов звезды-гиганта и главной звезды по Барбье и Шалонжу. Из таблицы видно, что имеется заметное расхождение между  $\bar{\Delta}\varphi$  и найденными нами  $\Delta\varphi_f$ , причем  $\bar{\Delta}\varphi > \Delta\varphi_f$ , для всех исследуемых систем. Это значит, что звезды-субгиганты в тесных двойных системах имеют большую спектрофотометрическую температуру, чем звезда-гигант того же спектрального класса, что, по-видимому, может быть связано с большей плотностью газа в атмосферах этих звезд. Высокая температура в хромосферах звезд

(также, как и в хромосфере Солнца) поддерживается благодаря малой отдаче энергии через излучение во внешнее пространство. Чем плотнее атмосфера, тем больше величина отдачи, тем труднее нагреть хромосферу звезды и поддерживать ее температуру на высоком уровне. Иными словами, градиент температуры в звездах с плотной атмосферой должен быть больше, чем для звезды с разряженной атмосферой. Линейчатый спектр у таких звезд образуется в сравнительно холодном внешнем слое и спектральный класс их оказывается более поздним, чем для звезд-гигантов с той же спектрофотометрической температурой, характеризующей свечение более глубоких слоев звезды.

Наличие большей плотности в атмосферах звезд-субгигантов было обнаружено нами в результате определения электронных концентраций в атмосферах звезд-субгигантов разными методами (т. е. по контуру линии  $H\beta$  и по степени ионизации кальция  $\text{v}_{\alpha}$  порядка  $10^{13}—10^{14}$ ).

Несогласие между спектральными классами и массой звезд-субгигантов в тесных двойных системах впервые было обнаружено О. Струве при интерпретации выражения масса-светимость для звезд-субгигантов. Им же было отмечено, что звезды-субгиганты в тесных системах всегда имеют более ранний спектральный класс, чем обычная звезда главной последовательности и одиночный субгигант той же массы. Струве объяснил это различием в химическом составе данных звезд; причем в звездах-субгигантах, в тесных системах, количество тяжелых элементов больше по сравнению с одиночными звездами.

Учитывая важность изучения этих объектов, в настоящее время в Шемахинской астрофизической обсерватории мы изучаем спектральный класс, класс светимости и непрерывный спектр звезд-субгигантов. В дальнейшем спектральные наблюдения этих объектов будут продолжаться на 350-мм менисковом телескопе с предобъективной призмой, на метровой камере Шмидта с призмой и на двухметровом телескопе Шемахинской обсерватории.

Фотоэлектрические наблюдения звезд в системе  $U, B, V$  будут проводиться на 70-см телескопе, для построения диаграммы цвет-абсолютная величина.

## Вопросы.

**Б. В. Кукаркин.** Когда вы получаете спектр всех этих звезд, он не является чистым; атмосфера звезд освещена обычно светом более горячих звезд, она переизлучает этот спектр; так что, чистый спектр не получится. Вы учитываете эти эффекты, которые неизбежно возникнут? Мне просто хотелось выяснить, думали ли вы над этими эффектами.

**С. М. Азимов.** Указанный эффект не оказывает влияния на спектрофотометрический градиент, так как при полной фазе затмения диск горячей звезды полностью закрывается диском холодного спутника; что же касается его влияния на линии поглощения, то на этот счет нельзя сказать что-либо определенное.

СООБЩЕНИЕ И. И. ПРОНИК (КРЫМ)  
О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАКОНА  
МЕЖЗВЕЗДНОГО ПОКРАСНЕНИЯ СВЕТА\*

(Тезисы)

1. В настоящее время из многочисленных электрофотометрических наблюдений хорошо известно, что закон покраснения света в созвездиях

\* Подробная статья опубликована в АЖ № 5 за 1964 год.

диях Лебедя и Кассиопеи различен. В Лебеде сильнее поглощается ультрафиолетовая радиация. Гринберг и Мельцер объяснили различие в законах покраснения в Кассиопее и в Лебеде на основе теории Девинса и Гринстейна об ориентации вытянутых пылинок межзвездным магнитным полем. Вдоль направления магнитного поля такие частицы будут больше поглощать ультрафиолетовую радиацию, чем в направлении поперек поля.

Есть третье направление, где хорошо изучена поляризация света звезд — это Стрелец и Щит. Оказывается, что ориентация пылевых частиц здесь как в Лебеде, а закон покраснения как в Кассиопее. Объяснение этого факта в рамках теорий Дэвиса, Гринстейна и Гринберга. Мельцера без дополнительных предположений затруднительно.

Мы предполагаем, что размеры пылинок могут быть различны в разных участках Млечного Пути. В частности, в Стрельце, видимо, наблюдаются в среднем более крупные пылинки, чем в Кассиопее и Лебеде. Такие частицы меньше поглощают ультрафиолет, чем более мелкие частицы, которые мы наблюдаем в Лебеде. Известно, что в Стрельце—Щите наблюдаются более плотные пылевые облака, чем в Лебеде. Поэтому вполне возможно, что более плотные облака содержат в среднем более крупные пылинки.

Рассмотрим этот вывод в связи с наблюдающимися аномалиями в законе покраснения в различных участках неба.

2. В таблице приведено сравнение законов покраснения по данным Боргмана и Джонсона. Наблюдения представлены в системе

$\frac{E_{\pi-\pi}}{E_{\pi-\pi}}$	Скопление или звезда
1.28	Лебедь
1.11	Единорог
1.08	Змееносец—Скорпион
1.02	Кассиопея—Персей
0.46	Θ С Ori

*U, B, V.* Свет звезды *Q'Cori* оказывается сильно покрасневшим и в то же время в нем относительно слабо поглощен ультрафиолет.

3. Мюллер привел закон покраснения для трех скоплений. Для двух из них  $NGC\,663$  и  $659$  в системе звездных величин автора 3730,

4700 и 6380 ангстрем  $\frac{E_{4700} - E_{6380}}{E_{4700}}$  = 1.8. Для наиболее примечатель-

го скопления  $NGC\,654$  это отношение равно 1.16.

го скопления  $NGC\,654$  это отношение равно 1.16.

4. Менее резкая аномалия в законе покраснения отмечена Ван-Деленом.

4. Менее резкая аномалия в законе покраснения отмечена Вампилером около ассоциации IC1795( $e' \sim 101^\circ$ ). Наблюдения звезды BD+61° 411 в системе  $U, B, V$  показали, что в этом участке несколько сильнее поглощается ультрафиолет, чем в соседних участках. Г. А. Шайн отметил в окрестности этой звезды «местное» магнитное поле; электрический вектор поляризованного света здесь направлен под большим углом к направлениям электрических векторов поляризованного света звезд в окрестностях, направления которых почти параллельны. Степень поляризации звезд этой области больше, чем в Лебеде, но меньше, чем в

Кассиопея. Т. о. вполне возможно, что луч зрения здесь направлен не попере<sup>к</sup> магнитного поля, как это наблюдается в соседних участках неба, а под несколько меньшим углом. Вследствие этого обстоятельства мы и наблюдаем в этом участке повышенное поглощение ультрафиолетовой радиации.

СООБЩЕНИЕ В. ШЕНАИХА (ГДР)  
О СВЯЗИ МЕЖДУ МЕЖЗВЕЗДНЫМ ПОГЛОЩЕНИЕМ  
И ЗВЕЗДНЫМ СКОПЛЕНИЕМ

Обычные методы исследования межзвездного поглощения в зависимости от расстояния имеют один недостаток. Определения светимости звезд по спектрам, даже для хорошей *MK*-классификации, дают ошибки больше полвеличины, поскольку один класс светимости характеризует интервал светимости примерно в одну звездную величину. Ошибки в модуле расстояния размывают всю структуру.

Чтобы выявить структуру в распределении поглощающего вещества, надо пользоваться объектами, до которых расстояния определяются точнее. Такими объектами являются скопления.

Мы воспользовались вышедшим недавно каталогом Беккера. Он содержит избытки цвета и расстояния более 150 скоплений Южного и Северного полушарий и включает все скопления, для которых до конца 1962 г. имелись трехцветные наблюдения в системах  $UBV$ ,  $RGU$  или капской  $UBV$ . Так как все данные заново обработаны по одному методу, то они являются довольно однородным материалом.

Мы разделили скопления в группы по долготам. Данные для скоплений наосились для каждой группы отдельно на диаграмму «избытки  $E_{\nu}$  — расстояния». Проведенные линии являются попыткой соединить точки и получить таким образом средний ход поглощения с расстоянием в данном направлении. Точки, отмеченные кружками, соответствуют скоплениям со звездами ранее В3, образующим по Беккеру спиральные ветви.

В некоторых случаях хорошо видно резкое увеличение поглощения, в других случаях можно давать только пределы, между которыми должно находиться поглощающее вещество.

Для сравнения полученной картины со спиральной структурой, полученной Беккером, мы нанесли на карту места увеличения поглощения в проекции на галактическую плоскость.

Поскольку мало скоплений, нельзя выявить тонкую структуру. Но полученная картина показывает, что поглощающее вещество находится главным образом в тех местах, где и молодые скопления, образующие спирали

Наконец, нам хотелось бы сделать еще одно замечание — о сравнении структуры, полученной по нейтральному водороду. Такое сравнение, как нам кажется, не имеет смысла, поскольку нейтральный водород в окрестностях горячих звезд, которые образуют спиральные ветви, будет ионизован. Хотя область ионизованного водорода расширяется и нейтральный водород на границах будет иметь разные скорости, но поскольку расстояние для облаков нейтрального водорода определяется по лучевым скоростям, эти скорости могут еще больше исказять получаемую картину.

СООБЩЕНИЕ В. П. ЦЕСЕВИЧА (ОДЕССА)  
О ЗВЕЗДАХ ТИПА RR ЛИРЫ

Хорошо известно, что периоды многих звезд типа *RR* Лиры переменны. Однако, характер переменности периода может быть различным у разных звезд. Я выполнил полное исследование всех доступных материалов (свыше 500 тысяч наблюдений) для более чем 200 звезд типа *RR* Лиры и установил следующее.

1. Изменяемость периодов бывает: а) скачкообразной, б) непрерывной пропорционально времени, в) непрерывной, неправильной, с большой амплитудой.

2. Ряд звезд на протяжении 50 лет сохраняли постоянные периоды, «работая» как наилучшие хронометры. Например, *AA* Орла, *U* Треугольника.

3. Выяснено, что по переменности периодов звезды типа *RR* Лиры (группы а и б, которые были исследованы) разбиваются на 2 группы. Звезды, обладающие постоянными периодами, принадлежат к I-му типу звездного населения. Звезды с переменными периодами — ко II-му типу звездного населения, обычного разделения.

4. Статистическая зависимость численности звезд от величины периода у обеих групп различна. У звезд I-го типа  $P \sim 0.4$  дня, у звезд II-го типа  $\sim 0.6$  дня.

5. Сравнения с данными Престона о спектрах показывают, что звезды I-го типа обладают нормальным содержанием кальция, а звезды II-го типа имеют его пониженное содержание.

6. Данное разделение подтверждается сведениями о кинематике. Звезды I-го типа (имеющие постоянные периоды) имеют малые лучевые скорости. Звезды II-го типа (с сильно переменными периодами) обладают очень большими лучевыми скоростями.

7. Таким образом, звезды типа *RR* Лиры, принадлежащие к I-му типу звездного населения (плоской составляющей), имеют постоянные периоды и их колебания стабильны.

Звезды же сферической составляющей являются настабильными. Имеются основания считать, что это зависит от магнитных свойств звезд.

8. Может быть составлен список звезд особо рекомендуемых для спектральных исследований. Например, *AA* Орла и *RV* Северной Короны. Список может быть расширен. Особенно желательно исследование магнитного поля этих звезд.

СООБЩЕНИЕ Л. В. МИРЗОЯНА (БЮРАКАН)  
К ВОПРОСУ О ПРОСТРАНСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ  
И ТЕМПАХ РАЗВИТИЯ O-B1 ЗВЕЗД

Для решения некоторых задач космогонического характера представляют определенный интерес знание распределения пространственной плотности не всех звезд физической системы, а звезд, принадлежащих узкому интервалу спектральных классов. Для изучения темпов развития ранних звезд оказывается интересным, например, наблюдать ход падения парциальной плотности этих звезд в O-ассоциациях с удалением от их ядер.

С этой целью нами была предпринята работа по определению рас-

пределения парциальной плотности *O-B1* звезд в O-ассоциациях (для звезд более поздних спектральных классов такое определение невозможно, так как не имеется возможность точно определить принадлежность этих звезд к ассоциациям). Непосредственное определение распределения звездной плотности вокруг ядер звезд *O-B1* в отдельных ассоциациях связано с большими трудностями, обусловленными малочисленностью звезд *O-B1* в них и наличием нескольких ядер в ряде ассоциаций. На предыдущем Пленуме Комиссии по звездной астрономии нами был изложен метод, позволяющий обойти эти затруднения. Вместо отдельных ассоциаций в нем рассматривается синтетическая «ассоциация», полученная наложением подсистем вокруг ядер звездных ассоциаций при совмещении ядрах (Абастум. Бюлл. 1962, № 27; Бюрекан. Сообщ. 1961, 29).

Пространственная плотность в этой «ассоциации» была определена методом Цейпеля. Использованы численные решения уравнения Абеля. В одном случае для сравнительно малого числа звезд *O-B1* пространственные плотности определялись непосредственно, с помощью расстояний отдельных звезд и ядер. Результаты качественно совпадают с решениями уравнения Абеля. (Бюрекан. Сообщ. 1963, 33).

Закон падения звездной плотности в этой синтетической «ассоциации» в первом приближении оказывается возможным представлять законом  $d(r) \sim r^{-3}$ , где  $r$  — расстояние от ядра, в то время как при стационарном случае (в предположении о непрерывном возникновении звезд в ассоциациях и их расширении) следовало бы ожидать закон  $d(r) \sim r^{-2}$  (ДАН СССР, 1963, 150, 68).

Отклонения наблюдаемого закона распределения звезд *O-B1* вокруг ядер от ожидаемого для стационарного случая можно истолковать как следствие явления старения звезд с удалением от ядер.

Действительно, допустим, что все формирующиеся звезды радиально расходятся от порождающих их ядер. С удалением от центра синтетической «ассоциации» звезды стареют, вследствие чего выходят из данного интервала спектральных классов. Поэтому падение звездной плотности с удалением от ядер должно происходить быстрее, чем следовало бы ожидать в стационарном случае.

Более подробное рассмотрение вопроса показывает, что падение звездной плотности с удалением от ядра происходит с некоторым ускорением. Вследствие этого падение звездной плотности лучше представляется «гиперболическим» законом (Бюрекан. Сообщ. 1963, 33, 41):

$$(lg d)^2 = (2lg r - a)^2 - b^2,$$

где  $a$  и  $b$  — постоянные. Этот закон справедлив до расстояния 400—500 пс от ядра синтетической «ассоциации». Это — порядка среднего полурасстояния между двумя O-ассоциациями в Галактике в окрестностях Солнца.

Аналогичная работа была выполнена отдельно для ассоциации вокруг двойного скопления  $\eta$  и  $\chi$  Персея, где достаточно много звезд *O-B1*. Результаты не противоречат вышеприведенным (Бюрекан. Сообщ. 1964, 35, 75).

Таким образом, возрастающее отклонение наблюдаемого закона распределения плотности звезд *O-B1* от ожидаемого для стационарного случая описывает процесс развития — старения звезд в синтетической «ассоциации» с удалением от ее ядра. По величине отклонения можно приблизительно оценить темпы развития звезд в звездных ассоциациях на разных расстояниях от порождающих ядер.

Действительно, можно считать, что средний возраст звезд  $O-B1$  измеряется временем, необходимым для старения половины всех звезд этих спектральных классов. Из наблюдаемого закона падения звездной плотности с удалением от ядра нетрудно определить для любого расстояния от ядра отрезок расстояний, на котором эта плотность падает в два раза. Время, необходимое для прохождения звездой этого отрезка, можно считать средним возрастом для звезд  $O-B1$  (ДАН СССР, 1963, 150, 68).

Необходимо указать, что отклонение наблюдаемого закона распределения звезд от ожидаемого для стационарного случая целиком можно приписать старению звезд, если скорость их разлетания из ядер является постоянной величиной, т. е. если все звезды выбрасываются с одинаковой скоростью.

На самом деле, существует некоторая дисперсия скоростей вылета звезд из ядер, и поэтому звезды, выброшенные с большими скоростями, оказываются, в среднем, дальше от ядра, чем звезды, скорости которых меньше. Но оценка влияния этого явления показывает, что оно здесь не играет существенной роли (ДАН СССР, 1963, 150, 68).

#### Вопросы.

**И. М. Копылов.** Какого возраста получаются эти звезды?

**Л. В. Мирзоян.** Примерно  $5 \cdot 10^6$  лет. Эта цифра относится к грубому закону  $d(r) \sim r^{-3}$ . Для более точного закона  $(\lg d)^2 = (2 \lg r - a)^2 - b^2$  расчеты еще не завершены.

**П. Г. Куликовский.** Неопределенность размеров ассоциаций связана, очевидно, с продолжительностью звездообразования, потому что в центре находятся звезды с очень малым возрастом.

**Л. В. Мирзоян.** Если мы берем совокупность всех ассоциаций, то получается непрерывное падение звездной плотности с удалением от центра. Это значит, что процесс звездообразования продолжается непрерывно, по крайней мере за последние несколько десятков миллионов лет. В одной отдельной ассоциации этот процесс, может быть, уже прекратился, но когда мы берем наложение всех ассоциаций (синтетическую ассоциацию), то этот процесс оказывается непрерывным. А пример ассоциации Персей I ( $\eta$  и  $\chi$  Персея) показывает, что этот процесс и в одной ассоциации может продолжаться в течение длительного промежутка времени.

**В. Шенайх.** В ассоциации  $\eta$  и  $\chi$  Персия вокруг скоплений имеются более ранние звезды, чем в скоплении, и соответственно, более молодые. Чем объяснить это?

**Л. В. Мирзоян.** Никто не может утверждать, что звезды более ранние всегда являются более молодыми. Звезды возникают, по-видимому, на всем протяжении главной последовательности, поэтому, более молодые звезды могут иметь более поздний спектральный класс. Кроме того в центральных частях ассоциаций могут остаться сравнительно устойчивые системы (кратные звезды и скопления), звезды которых стареют, между тем вследствие непрерывного возникновения звезд из выброса из ядер в объеме вокруг них могут оказаться более молодые звезды.

**П. Н. Холопов.** Вы исходите из положения, что все звезды выбираются из одного центра?

**Л. В. Мирзоян.** При расчетах первоначальные размеры ассоциации во внимание не принимались.

**С места.** Вы не считаете, что ассоциации могут быть разных размеров в самом возникновении?

**Б. В. Кукаркин.** Это, конечно, идеализация.

#### IV ЗАСЕДАНИЕ

28 января, вечер

#### ОБСУЖДЕНИЕ ДОКЛАДОВ И ВЫСТУПЛЕНИЙ

**Б. А. Воронцов-Вельяминов.** Я думал, что вопросы внегалактической астрономии и астрофизики не входят в предмет нашего собрания. Но характер обсуждения был настолько широкий, что может быть уместно сказать несколько слов.

Известно, что в нашей системе галактик, которая состоит из трех крупных галактик — нашей, в Андромеде и в Треугольнике  $M-33$ , имеется большое число карликовых членов — значительно более слабых галактик.

До сих пор ставится вопрос, является ли такое положение типичным в метагалактике, когда мы имеем число карликовых галактик, превышающее число гигантских галактик, определяющих данную группу. Искались карлики и в других системах — недавно они искались в большом скоплении Девы.

Но выявить индивидуальный карлик — очень слабую галактику — трудно. В том случае, если Вы имеете галактику на богатом фоне, и Вы берете более или менее крупную галактику, Вы не можете сказать, какая из слабых галактик является спутником, а какая — нет и принадлежит к фону. Оказывается, что в областях, бедных галактиками, встречаются очень тесные группы гигантских галактик и тогда выявляется с большой степенью вероятности, близкой к достоверности, что группы бывают весьма различны. Можно найти такие группы, когда вы имеете три галактики, сравнимые по размерам и по яркости между собой, и на огромном пространстве неба вокруг не находите ни одной слабой галактики, хотя много дальше такие галактики встречаются в большом числе. Этот случай никакому сомнению не может быть подвергнут. Но встречаются и такие группы, когда имеется три гигантских галактики на сравнимых расстояниях и вы видите здесь же слабые галактики, а затем дальше, на расстоянии в несколько раз большем, не встречаете ни одной слабой галактики.

Таким образом можно сказать с полной определенностью, что такое положение как в нашей местной системе, где имеется много карликовых членов, не является типичным для метагалактики. Есть группы, которые имеют много карликовых членов, некоторые имеют мало и есть такие, которые совершенно не имеют их.

**Г. С. Царевский.** Я хотел сказать несколько слов об одном, к сожалению, забытом виде наблюдений — наблюдении с болометром, т. е. о получении болометрических светимостей звезд.

К сожалению, после очень давней пионерской работы Петита и Никольсона в 20-х годах ничего существенного в этой области не было сделано, хотя такого рода наблюдения очень интересуют теоретиков. Мы знаем, что в теории эволюции, основанной на расчетах внутреннего

строения звезд, получается болометрическая светимость звезд и пользуются болометрическими поправками, которые в ряде областей диаграммы Герцшпрунга—Рессела были и остаются в значительной степени неопределенными.

Я хочу напомнить, что на семинаре по пульсирующим и затменным звездам, который проходил в Одессе летом 1961 г., теоретики буквально умоляли, чтобы были возобновлены болометрические исследования звезд, в частности — переменных звезд, чтобы теоретики имели в своем распоряжении такие величины, и могли сравнивать свои результаты непосредственно с наблюдениями.

Мы знаем, что сейчас теория звездной переменности, благодаря работам С. А. Жевакина и Д. А. Франк-Каменецкого, уже достигла существенных успехов, и надо им прийти на помощь в этом смысле.

Как мы слышали из доклада А. С. Шарова, в США планируют на телескопе, который будет послан в Космос, произвести наблюдения с болометром. Сейчас уже есть существенные предпосылки, которые выгодно отличаются от того, что имели в своем распоряжении Петит и Никольсон, так как разработаны весьма чувствительные болометры и, кроме того, имеются большие телескопы. Очень важно учитывать тот факт, что в ближайшем будущем внеатмосферные наблюдения обязательно потребуют наблюдений с болометром, и в какой-то степени надо к этому готовиться.

**Е. К. Харадзе.** Желающих выступить больше нет. Будем считать дискуссию законченной.

Нам предстоит обсудить проект решений, которые мы должны принять. Перед этим мне хочется сказать, что опыт проведения Пленума так целеустремленно, посвящая его только одной — двум проблемам, по-видимому, удачен. Это первый опыт нашей Комиссии, когда мы не имели много докладов на разные темы, а почти все внимание было сосредоточено на двух проблемах.

Может быть подготовка к такому обсуждению была недостаточна — можно было бы провести это обсуждение более содержательно. Во всяком случае, в принципе, по-видимому, этот опыт вызывает всеобщее удовлетворение. Такой порядок проведения пленумов комиссий рекомендуется. Я думаю, что мы будем его придерживаться, совершенствуя как подготовку, так и проведение.

Я должен высказать всем выступившим благодарность за интересные сообщения, которые очень существенно дополнили отчетный, обзорный доклад, а также и за доклады и высказывания, относящиеся к научным проблемам, обсуждаемым Пленумом.

Мне, наконец, хочется сказать, что вчера в выступлении Александра Александровича Михайлова совершенно справедливо прозвучало предостерегающее слово о том, что работы у нас ведутся в широком плане, многообразные, но всюду ли они ведутся на нужном уровне?

Задача Комиссии звездной астрономии, особенно ее Рабочих групп именно в том и заключается, чтобы обеспечить, по-возможности, высокий уровень на всех участках этой отрасли астрономической науки.

Я думаю, что мы — Комиссия в целом и её Рабочие группы — должны посчитаться с этим предостережением.

Далее обсуждались предложения и были приняты Резолюции, выдержки из которых приводятся ниже.

За три года, прошедших после Третьего Пленума Комиссии по звездной астро-

номии, работы в области звездной астрономии в Советском Союзе, продолжая развиваться, стали по содержанию и результатам богаче и многообразнее.

«Эффективной показала себя организация и работа в составе Комиссии Рабочих групп и, особенно проводимые ими совещания-семинары.

Однако все еще остаются весьма ощущимыми недостатки в организации и координировании звездно-астрономических исследований; все еще слабы проблемные связи между обсерваториями; недостаточно эффективно работают Бюро Комиссии и Рабочие группы; при этом структура Комиссии не вполне отвечает современному содержанию и развитию звездной астрономии.

Не решены вопросы унификации наблюдений и автоматизации обработки; все еще нельзя пока считать налаженным обеспечение наблюдений фотоматериалами, светофильтрами и т. п.».

I. «Внести в структуру Комиссии по звездной астрономии следующие изменения:

а) Рабочую группу «Фотометрические стандарты и фотометрические характеристики» объединить с Рабочей группой такого же назначения, состоящей в Комиссии по переменным звездам; В. Б. Никонову — руководить объединенной Рабочей группой.

б) Рабочую группу «Инструменты и лабораторные приборы» объединить с Рабочей группой такого же назначения, состоящей в составе Комиссии по переменным звездам, именуя её объединенной Рабочей группой «Инструменты, приборы и методика наблюдений»; руководить Рабочей группой — К. К. Чуваеву; рекомендовать одновременно ввести председателя Рабочей группы и одного-двух ее членов в состав Комиссии по приборостроению.

в) Образовать Рабочую группу «Строение и кинематика Галактики», считая в её компетенции статистическую обработку данных о пространственно-кинематической структуре Галактики и её подсистем; руководить Рабочей группой — Е. Д. Павловской.

г) Рабочую группу «Кинематика и динамика звездных систем» преобразовать в Рабочую группу «Динамика звездных систем».

е) Рабочую группу «Двойные и кратные звезды, скопления и ассоциации» разделить на две: 1) Рабочую группу «Двойные и кратные звезды» и 2) Рабочую группу «Скопления и ассоциации».

Таким образом в составе Комиссии по звездной астрономии считать следующие Рабочие группы:

I. Фотометрические стандарты и фотометрические характеристики (совместно с Рабочей группой Комиссии по переменным звездам) — руководитель — В. Б. Никонов.

2. Собственные движения и лучевые скорости — руководитель А. Н. Дейч.

3. Спектральная классификация — руководитель Р. А. Бартая.

4. Двойные и кратные звезды — руководитель П. Г. Куликовский.

5. Звездные скопления и ассоциации — руководитель П. Н. Холопов.

6. Строение и кинематика Галактики — руководитель Е. Д. Павловская.

7. План П. П. Паренаго изучения Млечного Пути — руководитель Е. К. Харадзе.

8. Внегалактические исследования — руководитель Б. Е. Маркарян.

9. Динамика звездных систем — руководитель К. Ф. Огородников.

10. Инструменты, приборы и методика наблюдений (совместно с Рабочей группой Комиссии по переменным звездам) — руководитель К. К. Чуваев.

II. Бюро Комиссии по звездной астрономии рекомендовать систематически сбираться не реже одного раза в год для рассмотрения наиболее принципиальных вопросов развития звездно-астрономических исследований.

III. Обеспечить дальнейшее развитие практики совещаний-семинаров с участием узкого круга специалистов, проводимых на разных обсерваториях для обсуждения конкретных научных проблем.

IV. Учитывая широкое и разнообразное развитие исследований по звездным

скоплениям, считать целесообразным провести в 1965 году расширенное совещание Рабочей группы по скоплениям и ассоциациям.

V. Признать необходимой дальнейшую разработку, особенно — в рамках Рабочих групп — перспективного плана развития звездной астрономии и перечня наиболее актуальных проблем и тем и рассмотреть их в Бюро Комиссии по звездной астрономии в течение одного года; при этом обратить внимание на возможности более широкой практики кооперированных наблюдений.

VI. Считать в качестве основных направлений, на которых в первую очередь следует сосредоточить внимание, следующие:

а) Большие звездные обозрения, основанные на фотометрических, спектральных, поляриметрических и астрометрических (позиционных и кинематических) определениях;

б) Комплексные исследования звездных скоплений и ассоциаций;

в) Проблема «звездных населений» и пространственного расслоения звезд. Проблема структуры диаграммы Герцшпрунга-Рессела;

г) Связь между звездным и межзвездным веществом;

д) Крупно-масштабная структура Галактики и структура спиральных ветвей;

е) Внегалактические исследования;

ж) Динамическое обоснование наблюдавшихся кинематических особенностей и пространственного распределения звезд и эволюции звездных подсистем.

VII. Считать весьма целесообразной организацию определений лучевых скоростей слабых звезд.

VIII. Завершить работы по Плану П. П. Паренаго в рамках ныне проводимых определений к концу 1965 года, обеспечив публикацию каталогов до середины 1966 года и рассмотреть в течение года возможности расширения Плана».

IX. «Считать неотложной задачей разработку и внедрение в практику астрономических обсерваторий системы и метода многоцветной и узкополосной фотометрии и дальнейшее развитие многомерной классификации звезд и других объектов.

X. Рекомендовать обсерваториям внедрять в практику фотометрических исследований звезд в отдельных участках или в звездных скоплениях создание фотоэлектрических стандартов звездных величин непосредственно в изучаемых площадках с последующим определением фотографических величин с помощью этих стандартов; просить директоров крупных астрономических обсерваторий выделять для этих целей средства и время наблюдений.

XI. Считать целесообразным расширить работу, выполненную в Крымской обсерватории по построению фундаментальных фотометрических стандартов на звезды до 10—11 звездной величины в Площадках Каптейна».

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
I заседание (27 января, утро)	
Е. К. Харадзе. Вступительное слово	5
1. Е. К. Харадзе. Обзор работ по звездной астрономии, ведущихся в астрономических учреждениях и обсерваториях СССР	6
2. В. В. Лавровский. Некоторые результаты исследования шести рассеянных скоплений	36
3. П. Н. Холопов. Короны звездных скоплений	38
4. Л. Н. Колесник. К вопросу о развитии исследований структуры Галактики оптическими методами	41
5. С. П. Априамашвили. О структуре Галактики в двух избранных направлениях плана П. П. Паренаго	44
6. Л. А. Урасин. Спектрофотометрические и фотометрические исследования в площадках Каптейна №№ 20—43	44
Обсуждение докладов и сообщений	45
II заседание (27 января, вечер)	
7. А. С. Шаров. Задачи внеатмосферной звездной астрономии (обзор)	49
Обсуждение докладов и сообщений	59
III заседание (28 января, утро)	
8. В. Б. Никонов. Задачи узкополосной фотометрии звезд (тезисы)	62
9. И. М. Копылов. Современные проблемы и методы спектральной классификации звезд	63
10. В. Страйджис и К. Зданович. О выборе спектральных районов для гетерохромной фотометрии	74
11. М. Е. Боярчук. О водородных линиях, как критериях классификации по светимости звезд A и F	75
12. Н. А. Димов. Опыт создания звездного фотометра нового типа	77
13. Р. А. Бартая. Двумерная классификация звезд по спектрам, получаемым с помощью предобъективной призмы	78
14. С. М. Азимов. Об определении спектральных классов, классов светимости и спектрофотометрических градиентов звезд-субгигантов в затменных двойных системах	81
15. И. И. Проник. О возможных причинах изменения закона межзвездного покраснения света	83
16. В. Шнейх. О связи между межзвездным поглощением и звездным скоплением	85
17. В. П. Цесевич. О звездах типа RR Лиры	86
18. Л. В. Мирзоян. К вопросу о пространственном распределении и темпах развития O—B1 звезд	86
IV заседание (28 января, вечер)	
Обсуждение докладов и выступлений	89
Заключительное слово. Из резолюций Пленума	90

დაიბეჭდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
საზოგადო-საგამოშტ. საბჭოს დადგენილებით

პ/მგ. რედაქტორი ე. ხარაძე

გამომცემლობის რედაქტორი დ. ბაქრაძე  
ტექნიკური რ. ბოკერია  
კორექტორი თ. დემურაშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 30.12. 1965; ქაღალდის ზომა  $70 \times 108^{1/16}$ ;  
ნაბეჭდი თაბაზი 9, 10; საალბუმო-საკამონიცემლო თაბაზი 9.16.

ფი 02282

ტირაჟი 600

შეკვეთა 1586

ფახი 77 კან.

---

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, ქართველის ქუჩა № 8  
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, ул. Дзержинского № 8  
თბილისის უნივერსიტეტის სტამბა, თბილისი, ა. ჭავჭავაძის ბროსექტი, 1.  
Типография Тбилисского университета, Тбилиси, пр. И. Чавчавадзе, 1.



፭፻፲፭ ፭፭ ፬፭፭

1557  
/3