

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 предъобъективной 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 двумерной 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 длинных периодов 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 этих объектов находится в пределах продолжительности полной фазы затмения. Спектральные наблюдения этих звезд даже на крупных современных телескопах не всегда бывают возможны из-за сильной потери света на щели спектрографа. Продолжительность времени экспозиции 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 Канобили установлен 700-мм менниковый телескоп с предобъективной призмой и увиолевой оптикой.

Нами были выбраны следующие затменные переменные системы, спутники которых являются субгигантами позднего типа: *RY Per*, *U Cep*, *USge*, *SCnc*, *RS Ari*, *RSOVn*, *SXCas*, *GGCas*, *UX Mon* и *AR Lac*.

Наблюдения этих звезд были начаты в 1959 году и продолжают в настоящее время. Спектры фотографировались на 700-мм рефлекторе с 8° предобъективной призмой в Абастуманской астрофизической обсерватории (дисперсия 166 ангстрем/мм у *Hγ*). 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*, Илфорд *Зенит* и *Агфа Астро*. Спектрограммы 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 1

Название звезды	МКК	$\Delta\varphi_d$	n	$\Delta\varphi_a$	n	$\Delta\varphi_{ad}$	n	$\Delta\varphi_{fd}$	$\overline{\Delta\varphi}$
<i>RY Per</i>	B8V + F8IV	+0.18 ± 1.14	6	-0.15 ± 0.07	6	-1.57 ± 0.14	6	+1.24	+1.65
<i>U Cep</i>	B8V + G5IV	+0.55 ± 0.28	5	+0.06 ± 0.04	10	-2.64 ± 0.13	6	+2.15	+2.55
<i>U Sge</i>	B8V + G3IV	-0.30 ± 0.09	3	-0.10 ± 0.05	7	-1.69 ± 0.11	6	+1.89	+2.40
<i>S Cnc</i>	B9V + G8IV	-0.66 ± 0.18	3	+0.53 ± 0.07	13	-1.63 ± 0.08	3	+2.82	+2.91
<i>RS Ari</i>	F8IV + G5IV	-0.32 ± 0.17	2	-0.02 ± 0.04	3			+0.30	+0.90
<i>RSOVn</i>	F4V + K0IV	-1.33 ± 0.20	6	-0.14 ± 0.06	8	+0.06 ± 0.10	4	+1.13	+2.09
<i>SXCas</i>	A6I + G6IV	-0.68 ± 0.05	2	-0.42 ± 0.06	4	-1.50 ± 0.12	5	+1.76	+2.19
<i>GGCas</i>	B8V + K0IV	-0.79 ± 0.08	3	-0.61 ± 0.16	6	-1.91 ± 0.10	5	+2.09	+3.10
<i>UX Mon</i>	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 нуля пункта. Для сопоставления полученных градиентов в табл. 1, в столбце 10 приведены средние значения  $\overline{\Delta\varphi}$  — разности градиентов звезды-гиганта и главной звезды по Барбье и Шалонжу. Из таблицы видно, что имеется заметное расхождение между  $\overline{\Delta\varphi}$  и найденными нами  $\Delta\varphi_{fd}$ , причем  $\overline{\Delta\varphi} > \Delta\varphi_{fd}$  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 разреженной 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 *n*, порядка  $10^{13}$ — $10^{14}$ ).

Несогласие между спектральными классами и массой звезд-субгигантов в тесных двойных системах впервые было обнаружено О. Струве при интерпретировании 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 менниковом 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. ПРЕНИК (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.