

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗВЕЗД В БЛИЗКИХ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ЛУЧАХ ПО УМЕРЕННО- И НИЗКОДИСПЕРСНЫМ СПЕКТРАМ

М. В. ДОЛИДЗЕ и Г. Н. ДЖИМШЕЛЕЙШВИЛИ

В течение ряда лет в Абастуманской обсерватории одним из авторов данной статьи ведутся спектральные наблюдения в отдельных, довольно узких участках спектра. Начатые в 1958 г. систематические спектральные обозрения в красных лучах в 1960 г. были дополнены обозрениями в близких ультрафиолетовых лучах [1, 2], а с 1961 г. — в близких инфракрасных лучах [3, 4]. Естественно, что с возможностью выявлять слабые эмиссионные объекты, слабые пекулярные и М, С, S — звезды, различные звездные группировки и эмиссионные туманности, сразу же возникла необходимость ведения, соответственно, спектральной классификации слабых звезд именно в выбранных участках спектра [1—5].

В отличие от красного и инфракрасного участков спектра, в близких ультрафиолетовых лучах по снимкам, полученным с 8° и 4° — призмами, возможно вести классификацию слабых звезд всех спектральных классов приблизительно до 12-ой и 14-ой фотографической звездной величины, соответственно. Поэтому ультрафиолетовые снимки удобно использовать не только для выявления и классификации эмиссионных, пекулярных, двойных звезд и звезд с особым цветом, но также для классификации слабых звезд в близких ультрафиолетовых лучах, а также для классификации звезд в выявленных нами в красных лучах новых звездных скоплений [6, 7].

Целью настоящей работы является в основном выработка для нашей аппаратуры и опробование критериев классификации звездных спектров в близких ультрафиолетовых лучах. Обрабатываемый участок спектра 3900—3480 ангстрем. Дисперсия для средней длины волны участка 3724 равна 92 (8° призма) и 400 ангстрем на мм (4° призма). В данной работе мы приведем спектральные критерии и результаты классификации в близких ультрафиолетовых лучах относительно ярких звезд (предельная фотографическая звездная величина 12.0) по спектрам, полученным как с 8° , так и 4° призмами.

Кроме преимуществ, которые вообще предоставляет работа в отдельных участках спектра, использование снимков в близких ультрафиолетовых лучах для классификационной работы дает ряд других выгод. Например, можно избежать (контролировать) ошибки определений спектров для фотографического участка, рассмотренные Тэкереем [8].

Кроме того, можно избежать эффекта наложения спектра для тех звезд, которые искажались соседними, интенсивными в фотографическом участке спектра и слабыми в данных лучах, звездами. Возможно также выявление и классификация ультрафиолетовых компонентов составных спектров.

При определенном сочетании фильтров и фотоэмulsion можно получать одновременно спектры в двух крайних участках спектра. Например, красный и синий концы спектра, или же красный, близкий инфракрасный и ультрафиолетовый участки спектра. В этом случае осуществляется двойной контроль результатов, полученных обработкой только фотографического участка спектра, а также взаимный контроль результатов в двух крайних участках спектра. Кроме того, красные концы спектра достаточно короткие из-за малой дисперсии в красном участке, при желании, к тому же узкие, можно использовать для определений приближенных значений звездных величин. Подобный материал накапливается нами с 1960 г. Опытная работа по определению приближенных звездных величин по коротким спектрам, полученным в красных лучах, проведена нами для других областей неба, например, в области NGC 6819. Результаты опубликованы [9].

При наличии хороших спектров, полученных в условиях хорошей прозрачности и в хорошем фокусе, в близких ультрафиолетовых лучах можно вести двумерную классификацию. Дисперсия и разрешающая сила в случае спектров, полученных с 8° призмой, таковы, что используя в основном данные о линиях и полосах, вполне возможно различать классы светимости.

Для низкодисперсных спектров (4° призма) оказалось, что в ультрафиолетовых лучах для двумерной классификации звезд спектральных классов A, F и G можно использовать данные о непрерывных спектрах за бальмеровским пределом, а именно использовать глазомерные оценки градиента плотности непрерывного спектра за бальмеровским пределом. Это значит, что особенности, характерные для некоторых звезд (звезды сферических составляющих, звезды с аномальным значением бальмеровского скачка) внесут в определения класса светимости неоднозначность.

Для первой пробной классификационной работы в близких ультрафиолетовых лучах, мы выбрали участок неба около γ Лебедя и VI Cyg, α, δ (1900) = $20^{\text{h}}28^{\text{m}}, +40^{\circ}30'$, богатый звездами с протяженным ультрафиолетовым концом и хорошо изученный для звезд спектральных классов O, B, A [10, 11, 12]. К тому же восточный и западный края области хорошо изучены в фотографических лучах на используемой нами аппаратуре 8° призмой [13, 14]. Правда, здесь в участке γ Cyg—VI Cyg, в отдельных направлениях имеется сильное поглощение света, что ослабляет ультрафиолетовый конец спектра горячих звезд, но вследствие клочковатой структуры поглощающей материи в большой части области

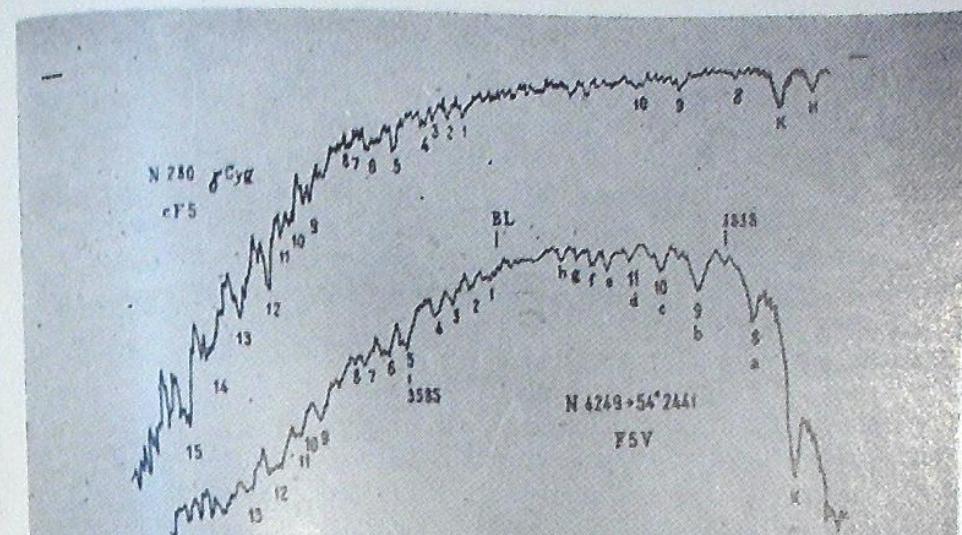
ведение классификации ранних звезд вполне возможно. В участке VI Cyg (α, δ (1900) = $20^h 29^m, +41^\circ$) ультрафиолетовые концы спектров слабых горячих звезд настолько искажены межзвездной средой, что по красным (или инфракрасным) концам спектра их можно принять за передержанные спектры Ma, т. е. в спектрах сильно покрасневших звезд, подобно спектрам красных звезд, например, передержанным Ma, видны только красные концы спектров. (Например, на снимках № 2525 и 2280 звезды VI Cyg 9 и 12). Здесь мы приводим результаты классификации менее изученных в данном участке звезд спектральных классов F-M, а также соответствующие спектральные критерии, которые начиная от F несколько отличаются от использованных в работах [10, 15, 16, 17]. Так как на наших снимках хорошо виден участок спектра за бальмеровским скачком звезд поздних спектральных классов F, G и K, естественно было, в отличие от работ [10, 15, 16, 17], более полное использование именно этого участка фраунгоферовского спектра. Для класса G наши критерии почти полностью совпали с выработанными в работе [18, 19]. При оценке спектрального класса звезд K-M мы не пользовались оценкой вида участков непрерывного спектра подобно системе классификации HD; кроме того, в ультрафиолетовой области в составных спектрах может преобладать спектр одной из компонент, поэтому в ряде случаев мы получили расхождения с данными HD. Звезды высоких светимостей спектрального класса G2-K3 (8° призма) нами выделялись в основном по наличию усиленной полосы поглощения CN 3883. Использование полос CN как определителя абсолютной величины, как хорошо известно, может внести неопределенность в двумерную спектральную классификацию поздних звезд. Выделение звезд сферической составляющей, кроме оценки содержания CN, можно, если использовать определители содержания металлов, имеющиеся в исследуемой области спектра. По предварительным данным, выделение звезд с аномальным содержанием металлов или CN, по нашим спектрам вполне возможно. На данном этапе оценка этих величин в выбранном участке неба не производилась. Как обычно, ниже, при описании критериев, мы использовали особые обозначения.

c—Ia, b; g—II, III; d—IV, v

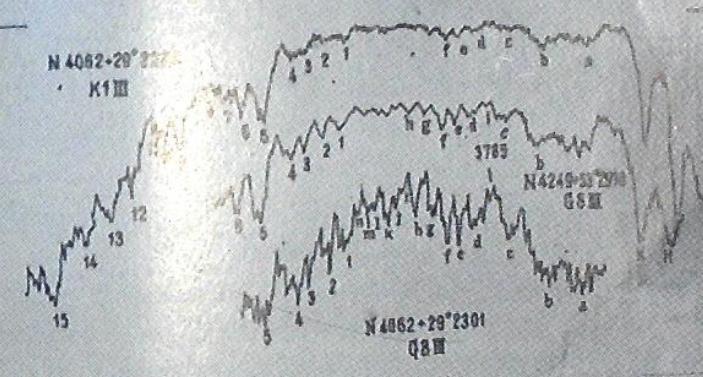
Для некоторых бленд также были использованы особые обозначения, например: а, б, с для бленд, расположенных около H_8 , H_9 и H_{10} [16] и т. д. и обозначения цифрами бленд, расположенных за бальмеровским пределом (рис. 1, 2). Спектральные классы F-М по нашим спектрам удалось разбить на следующие подклассы:

Fa-F0; Fb-F2-F5; Fc-F6-F8; Ga-G0-G2; Gb-G5; Gc-G6-G8;
 Ka-K0-K2; Kb-K5; Ma-b-M0-M4; Mc-M5-M7.

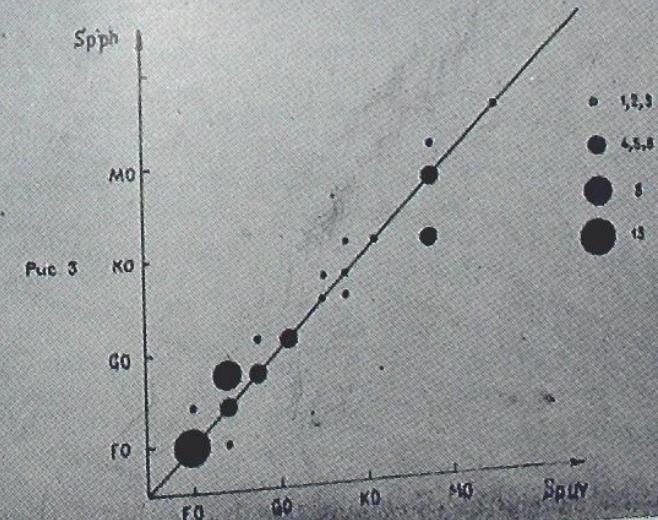
(Деление спектрального класса M на подклассы $a-b$, c , d в данном случае соответствует подклассам a , b , c , d , выделяемым в красных лучах [3, 4]). Ниже приводим критерии спектральной классификации полученных



PWD



Pycn



P4C

ных нашей аппаратурой спектров в близких ультрафиолетовых лучах, начиная от спектрального класса F до M, т. е. для тех спектральных классов результаты классификации которых мы здесь приводим (от 0 до F критерии спектральной классификации остаются теми же, что и в работах [10, 16] и др.; здесь мы их не приводим).

На рис. 1, 2 бленды около бальмеровских линий водорода до предела обозначены латинскими буквами а—п, соответственно. Полосы поглощения за бальмеровским пределом обозначены цифрами 1—15.

8°-ая призма.

Fa (F0).

Линии водорода слабее, чем в спектрах класса A. Интенсивность водородных линий постепенно спадает к ультрафиолетовому концу спектра. Начинает ослабевать H_3 . $H_8 < H_9$. Полосы 1—15 слабы. Полосы 5, 9, 12, а также 13, 14, 15 немного шире чем остальные.

Fb (F2—F5).

Тоже, что и в F0, но бленда у H_8 уменьшилась по интенсивности, $a \approx \frac{1}{2}$.

Полосы 3838, 3820, 3815, 3800, 3785 — слабы. Полосы 1—15 все еще слабы. Полосы 5, 9, 12, 13, 14, 15 стали глубже.

Светимость: $cFb - c > a$, $dFb - c < a$. Если спектры классифицировать по микрофотограммам, то светимость $cF2—cG5$ можно определять по усилению Ti II 3759.

Fc (F6—F8).

Появляется 3860, постепенно увеличиваясь по интенсивности и достигая наибольшего значения в поздних подклассах K. Бленда около H_8 меньше, чем F2-F5. $a \approx \frac{1}{3} b$.

Начинает увеличиваться 3838 (Fe, Mg). Бленда b и с шире, чем в Fa. 3675 — слабая узкая полоса. Бленда d видна как раздвоенная полоса (3771 и 3769). В F8 начинает выделяться полоса 5(CN, Fe 3585). Постепенно увеличиваясь, полоса 5 достигает максимума в K5.

Ga (G0—G2).

Линия H_8 ослабла. Полоса 3905 почти одинакова с H_8 . Полосы 3883, 3870, 3860 пока слабы. Бленда около H_9 от Ga к Gc усиливается. В Gc бленда b широкая глубокая полоса. Бленда около H_{10} также усиливается. В Ga 3800 сливается с блендою с. Далее бленда с, как и усиливается. В Ga (3771, 3769) видна как раздвоенная полоса (3798, 3788). Появляются полосы Fe: 3720 и 3706, усиливая бленды г и h. 3675 увеличиваются по интенсивности. Полосы Fe: e, f, g, h (3750, 3734, 3722, 3712) си- ваются по интенсивности. Полосы Fe: 1, 2, 3, 4 (3648, 3631, 3619, 3609). Усилилась полоса 5 (3585), но она еще узкая. Полосы 9 (Fe 3525), 12 (Fe 3490) и 15 (Fe 5 (3585)), но она еще узкая. Полосы 9 (Fe 3525), 12 (Fe 3490) и 15 (Fe

3440) выделяются незначительно. Полоса CN 3883 определяет светимость в пределах G2—K3. В гигантах и сверхгигантах усиlena 3883, в гигантах 3820 и 3800 CN, а в карликах—3838.

Gb (G5).

Полоса 3905 усиливается. Полосы 3883, 3870, 3860 усиливаются. Они 3889 и 3848 образуют широкую бленду а, которая пока еще слабее бленды б. Бленда б стала шире (3838, 3833, 3830, 3820, 3815, 3810), в нее выделяются два пика—полосы 3838—3833, 3820 и более слабая полоса 3815, которая очень медленно увеличивается и в Ma-b видна как самостоятельная полоса. 3838 и 3820 с переходом к поздним подклассам постепенно усиливаются. Полосы 3815, 3785, 3675 хорошо выделяются. Полосы Fe: e, f, g, h и Fe: 1, 2, 3, 4—усиливаются. Расширенный по прямому восхождению спектр около этих полос почти одинаковой ширины. Полосы 3 и 4 усилились по сравнению с Ga. Полоса 5 в ультрафиолете усиlena. Начинают выделяться полосы поглощения 6 и 10. Усилены 9 и 12, а также 13, 14 и 15. 13 и 14 почти одинаковы. 15 немного шире и глубже. В гигантах и сверхгигантах усиlena полоса поглощения CN 3883, в гигантах—3820 и CN 3800, в карликах—3838.

Gc (G6—G8).

Полосы 3883, 3870 и 3860 усиливаются еще больше. Бленда а почти одинакова с блендой б. Полоса 3905 еще слаба. Полосы 3815, 3785 хорошо видны. Начинают выделяться полосы i, j, k, l, m (3695, 3689, 3675, 3668, 3660). Среди них k (3675) более сильная. Полосы e, f, g, h еще больше усилились, особенно e, f. Расширенный по прямому восхождению спектр около e, f становится уже. I и II четверки полос Fe: e, f, g, h и 1, 2, 3, 4 почти одинаковы. Полосы 1—15 усилены и хорошо выделяются. Полосы 3 и 4 усилились. Полосы Fe: 5, 6, 7, 8 и 9, 10, 11 составляют убывающие по интенсивности последовательности (ход непрерывного спектра, подобно тому, как это имеет место у 4000, начинает нарушаться). Полосы 13, 14, 15 почти одинаковы. В гигантах и сверхгигантах усиlena полоса поглощения 3883, в гигантах—3820 и 3800, в карликах—3838.

Ka (K0—K2).

Полоса 3905 усиливается. В бленде а выделяются полосы: 3889, 3883, 3870, 3860, 3848. Из них 3860 усиливается более заметно. Бленды б и с усилились. Полосы i, j, k, l, m видны отчетливо. Полоса k (3675) усиливается. Выделяется также полоса 3660. Полоса 5 (3585 CN, Fe) широкая, но пока видна раздельно от 6, 4<3. Разрывы около полос 5 и 9 усиливаются, но 6<5, 10<9. Полосы 9 и 12 пока еще узки. Полосы 12, 13, 14, 15 хорошо выделяются. Здесь также намечается разрыв интенсивности: 12, 13, 14, 15 как-бы составляют бленду. Полосы Fe: e, f, g, h усилились больше, чем Fe: 1, 2, 3, 4. Расширенный по прямому восхождению спектр за метно сужается около полос e, f. Полосы 3, 4 усилились и почти сли-

ваются. Полосы поглощения 3883, 3800, 3883, 3820 определяют светимость.

Kb (K5).

Полоса 3905 усиливается. Бленды а и б очень широки и начинают сливаться. Центр тяжести бленды а перемещается к 3838. В Kb 3860 и полоса 5 максимальны. 3800 усиливает бленду с. Усилились также полосы i, j, k, l, m, особенно k (3675). Расширенный по прямому восхождению спектр сильно сужен около полос e и f. 9 и 12—широкие полосы. Полосы 5 и 6 почти слились. Полоса 5 очень широка. 6≈5, 9≈10. Полоса 3838 усиlena в карликах, 3820—в гигантах.

В классе K отделение звезд гигантов от звезд карликов, как хорошо известно, возможно также по усилинию разрыва непрерывности около 4000 ангстрем (известная величина Δ). Глазомерные оценки изменения величины разрыва очень просты, но опять таки, из-за влияния эффекта населенности, определения абсолютной величины будут неоднозначны. Путаницу могут внести также красные и голубые звезды карлики.

Ma-b (M0—M4).

В Ma-b хорошо выделяется полоса около 3905. Она шире и сильнее в карликах. В блендах а и б выделяются 3883, 3870, 3860, 3848, и 3838, 3833, 3820, 3815. В карликах $3860 < 3870$, а 3838 и 3820 почти одинаковы. В гигантах 3820 значительно сильнее 3838—3833. Бленды с и d раздвоены и широки. В гигантах хорошо видна полоса 3785. d, e, f, g, h, составляют бленду. Еще больше усилились полосы i, j, k, l, m. Среди них выделяется 3675. Они также составляют широкую бленду. Полосы e, f, g, h продолжают увеличиваться. Полосы 1—5 усилились, особенно 4. Полоса 5 широкая и распадается на отдельные линии.

Mc (M5).

Полоса 3905 усиливается. Бленды а и б почти слиты. 3883, 3870, 3860, 3848, 3838, 3833, 3830, 3820, 3815 выделяются в виде узких полос. В гигантах $3860 > 3870$ и $3820 > 3838$. Бленды с и d широкие и раздвоенные. Полосы e, f, g, h как и полосы 1, 2, 3, 4 продолжают увеличиваться. Во второй четверке полос Fe особенно усиlena полоса 4. d, e, f, g, h и i, j, k, l, m составляют бленды. В последней выделяются 3675 и 3660. Полосы 6, 7, 8 и 10, 11 усилились и сливаются с 5 и 9, создавая широкие бленды. Усилены также 12, 13, 14 и 15, которые тоже начинают сливаться. Разрыв непрерывности около полосы 5 увеличивается за счет присоединения широкой полосы 4.

Md (M6—M8).

Все отмеченные в Ma-b и Mc признаки усилились. $3675 \approx e, f$. Отдельные линии и полосы составляют широкие блены, а те в свою очередь более широкие бленды. Так, например, образовались бленды а, б, с; d, e, f, g, h; i, j, k, l, m; 1, 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8, 9; 10, 11, 12; 13, 14,

15. Бленды 1—4; 5—9; 10—12 сужают расширенный по прямому вхождению спектр в местах расположения полос 2, 8, 11, также как и бальмеровского скачка спектр сужен в точках b, e и j. Очевидно, что каждому типу переменности, в данном подклассе будут соответствовать свои характеристики.

Спектральные критерии для низкодисперсных спектров (4° призма) в основном остаются теми же, что и выше. Но классификация становится более грубой. Выделять классы светимости трудно. Критерии, описанные в [20], при классификации учитывались.

4° -ая призма

Fa, Fb, Fc.

Критерии для Fa, Fb, Fc те же, что и в случае 8° призмы. Для выделения cF и dF можно использовать наличие спада плотности непрерывного спектра за пределом серии Бальмера. В dF плотность ультрафиолетового конца спектра спадает постепенно. При этом следует помнить, что особенности, характерные для некоторых звезд (звезды сферических составляющих, звезды с аномальными значениями бальмеровского скачка) внесут в определение класса светимости неоднозначность.

Ga, Gb, Gc.

Критерии те же, что и в случае 8° призмы. В Gb полосы a и b по интенсивности почти одинаковы с полосой 5 (CN, Fe 3585). Полоса с узкая и глубокая. В Gc a и b глубокие бленды, почти одинаковые с полосами 5, 6, 7 и 9, 10. Полоса с видна как узкая линия. Полосы e, f, g усилились, но по интенсивности слабее полосы 5 (3538). Спектр сужен около полос 3, 4.

Ka, Kb.

То же, что и в случае 8° призмы. Оценка интенсивности полосы 3883 гораздо труднее. Это усложняет выделение звезд высоких светимостей. (То же относится к классу G). В Ka b очень глубокая бленда. Полоса с выделяется как сильная линия. Полосы e, f, g глубокие, немноголибо слабее полосы 5 (3585). Полосы b и 5 почти одинаковы. Спектр сужен около полос 1, 2, 3, 4. В Kb b очень широкая бленда. Полоса с выглядит слабее. Полосы b, e, f, g и 4 почти одинаковы. Полоса b сильнее полос b и e, f, g. Полоса 9 сливаются с 10. Спектр сужен между a, b; около e, f; 3, 4, 5 и около 9.

Ma-b, Mc.

Критерии те же, что и для спектров, полученных с 8° призмой. В Mc полоса с почти не выделяется. Полосы 9—15 усилились и слились в одну широкую бленду.

Если не ставить себе целью контролирование классификации спектров в фотографическом участке, то использование относительной интенсивности линий H+H₂ и K, Ca II обогащает данные классификации в близком ультрафиолете. Критерии хорошо известны и мы их здесь не будем приводить.

Просмотр критериев и, тем более, полученных спектров, показывает, что ведение классификационной работы в ультрафиолете наиболее выгодно для звезд с протяженым ультрафиолетовым концом спектра, например, ранних звезд высокой светимости и G, K, а также звезд с ультрафиолетовым избытком цвета (звезд высоких скоростей).

Наблюдательный материал, использованный для выполнения данной работы, получен нами за ряд лет. Использованы снимки, полученные с различными фильтрами и призмами. В качестве стандартных областей использованы известные участки LF2, LF3, LF4 [21, 22, 23], скопление Ясли [24, 25] и часть участка неба, рассмотренного в [20].

Данные наблюдений приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ пласти- нок	Дата наблюдений	Координаты центра снимков		Время вы- держки в минутах	Сорт эмульсии и фильтр	Призма
		α_{1900}	δ_{1900}			
1382	28—29.9.1959	20 ^h 20 ^m	+42°10'	120	Кодак OaE+KC-10	8
1612	23—23.6.1960	17	39 00	129	" OaE+KC-10	8
1680	1.8.1960	28	40 30	60	" OaO+УФС-1	8
2279	15. 7.1961	38	41 00	94	" OaE+KC-10	4
2280	15—16. 7.1961	38	41 00	100	" OaE	4
2525	2.11.1961	30	41 00	15	И-850+KC-10	8
4251	14.8.1964	28	40 00	60	Кодак OaO+УФС-6	8
4257	18.8.1964	30	41 00	60	" OaO+УФС-6	8
4403	24—25.10.1964	28	40 30	60	" OaO+УФС-6	4
4409	25—26.10.1964	28	41 00	91	Агфа Астро+УФС-6	4
4425	31.10.1964	30	41 00	120	И-810+KC-10	8

Дополнительные снимки

273	30.9—1.10.1956	20 16	38 00	51	Агфа Астро Рот Рапид	8
280	1—2.10.1956	18	38 00	41	" OaE	8
2297	21.7.1961	11	40 00	60	Кодак OaE	4
2298	24.7.1961	10	36 00	60	" OaE	4
4252	16.8.1964	09	38 00	60	" OaO+УФС-6	8
4255	17.8.1964	00	35 00	60	" OaO+УФС-6	8
4404	24—25.10.1964	00	35 00	60	Рот Рапид+ЖС-18	4
4410	25—26.10.1964	07	36 00	60	Агфа Астро+УФС-6	4
4254	17.8.1964	19 40	30 00	60	Кодак OaO+УФС-6	8
4399	23—24.10.1964	19 38	30 00	60	Кодак OaO+УФС-6	4
4249	12—13.8.1964	22 23	53 08	60	" OaO+УФС-6	8
4396	22—23.10.1964	25	54 00	60	" OaO+УФС-6	4
4400	23—24.10.1964	25	54 30	60	" OaO+УФС-6	8
4062	16—17.4.1964	12 25	28 00	30	" OaO+УФС-6	8
741	11.2.1958	08 33	20 00	40	" OaO	8
742	11.2.1958	33	20 00	20	Агфа Астро Рот Рапид	8
746	12.2.1958	37	19 25	30	" " "	8
747	12.2.1958	37	19 25	15	" " "	8
748	12.2.1958	37	19 25	5	" " "	8
3318	26—27.3.1963	37	20 10	40	А-700+УФС-1	8

Результаты классификации приводятся в таблицах 2 и 3. Результаты классификации с 4° призмой по пластинкам № 2280 и № 4409, полученным без фильтра и с фильтром УФС-6 приведены в седьмом столбце таблицы 2, раздельно.

Таблица 2

№	HD HDE	BD	α_{1900}	δ_{1900}	Спектр 8°		Спектр 4°		часть фото
					UV	Pg	UV	UV	
1			20 17.0	+40°02'	Fb		Fb		
2	229011	49 4142	17.1	39 47	Fa	F2	Fa		
3			17.3	40 47	Ga		Ga		
4			17.5	39 34	Fb	F5	Fa		
5	229057	39 4147	17.6	3932	Ga	G2	Ga		
6			17.7	40 39	Fa				
7			17.8	39 08	Ga				
8	229071	40 4131	18.0	41 02	Kb		Kb		
9			18.0	40 39	dKa:				
10	229097	39 4153	18.1	40 04	Gc	G5V	Gc		
11			18.3	40 35	Ga		Fc—Ga		
12			18.4	40 22	Fb:		Fb:		
13		39 4155	18.4	39 58	Fa	F2	Fa		
14			18.5	40 19	dFb		Fb:		
15	229114	39 4156	18.6	39 27	gKb	K0III	Kb		
16			19.0	40 54	Fa				
17			19.1	40 52	Fa				
18			19.2	39 56	Ga:		Ga		
19			19.2	39 28	dKb	K0	Kb		
20			19.2	39 06	cGb		Gb		
21			19.3	40 58	Ga:				
22	229167	39 4161	19.5	40 08	Gb:	G	Gb		
23			19.5	40 32	Ga		Ga:		
24			19.5	39 25	Fc	F8	Fc		
25			19.7	41 07	gFb		Fb		
26			19.7	40 00	Fb	F6	Fa		
27			19.9	40 08	Fa		Fa		
28			20.0	40 12	Fa		Fa		
29	229206	38 4060	20.0	38 37	Kb	G8III	Fa		
30	229219	40 4151	20.3	40 42	cKb		Kb		
31		39 4164	20.3	39 43	Fa	F2	Ka		
32	229226	38 4066	20.3	38 43	Fa		Fa		
33	229230	41 3728	20.5	41 36	Ga		Fa		
34	229237	39 4165	20.5	39 46	Fa	F0	Ga		
35	229244	39 4167	20.6	40 01	Ga	G0	Fa		
36			20.6	39 21	Fa		Ga		
37	229246	41 3729	20.7	41 38	gKb		Fa		
38			20.8	40 22	Fa		Kb		
39		40 4153	20.8	40 12	gGa	G0	Fa		
40			20.8	41 28	Ga		Ga		
41			20.8	39 36	gKb		Ga		
42			20.9	41 14	cGb		Kb		
43			21.0	39 00	Fa	F2	Gb		
44			21.0	41 38	Gc		Fa		
45	229274	41 3735	21.2	41 38	cFb				
46		39 4171	21.2	41 17	Ga:				
47			21.2	39 43	dGc	G8IV	Ga		
48			21.4	40 07	Fa		Gc		
49			21.6	38 45	gFc		Fa		
50			21.7	41 11	Ka		Fb		
51			21.7	41 07	Fc		Ka		
52			21.7	38 33	cFb		Ka		
53			21.9	38 52	gFc	F6	Fc		
54			21.9	38 50	Kb	G0	Fb		
55	41 3744	22.1	41 21	Ga		K2IV			
56	41 3745	22.1	41 45	cFc:					
57	229294	39 4182	22.2	39 08	dKa	K2III	Fc		
58			22.3	40 58	Fa		Gc		
59	40 4166	22.3	40 39	Fa:			Fa		
60	229296	39 4184	22.3	39 12	Fa:	G0	Fa		

№	HD HDE	BD	α_{1900}	δ_{1900}	Спектр 8°		Спектр 4°		часть фото
					UV	Pg	UV	UV	
2			61				20 22.3	+39°46'	dGc
2			62				22.4	40 17	cFb
2			63				22.4	41 39	Fa
2			64				22.5	40 51	cFc
2			65				22.6	38 47	Fa
2			66				22.6	41 49	gFb
2			67				22.7	41 18	cFb:
2			68				22.7	41 44	gFb
2			69				22.9	41 12	dKb:
2			70				23.0	40 43	gKb:
2			71				23.0	40 23	Ka:
2			72				23.1	40 10	F6
2			73				23.1	41 02	Fc:
2			74				23.2	41 03	Ma
2			75				23.2	41 18	Fa:
2			76				23.3	39 53	gFb:
2			77				23.3	39 31	Fb
2			78				23.4	40 44	dGb
2			79				23.6	40 23	cFb:
2			80				23.6	38 41	gFb
2			81				23.6	39 39	gKb
2			82				23.7	41 17	K511—111
2			83				23.8	40 44	Fa
2			84				23.8	41 19	Ga
2			85				23.8	41 49	Fa
2			86				23.8	38 24	Fc
2			87				23.9	38 31	F6
2			88				24.2	39 06	F8
2			89				24.3	40 18	G5V
2			90				24.3	41 18	Gc
2			91				24.5	38 46	Ga
2			92				24.5	39 34	Fc:
2			93				24.5	39 28	Fa
2			94				24.5	41 14	F5
2			95				24.5	41 09	Fc
2			96				24.6	38 55	Ga
2			97				24.7	39 58	F0
2			98				24.7	39 42	G0—G5
2			99				24.8	40 58	Fa
2			100				24.8	41 54	Fb
2			101				24.8	41 43	Fc:
2			102				25.1	39 33	Fb
2			103				25.2	41 15	cFb
2			104				25.3	40 01	Fb
2			105				25.3	39 48	Fb
2			106				25.4	38 08	gFb
2			107				25.6	38 38	F6
2			108				25.6	41 07	gGe
2			109				25.8	38 43	cFb
2			110				25.8	40 53	Fa
2			111				25.8	41 53	Gb
2			112				25.8	39 08	Ga
2			113				25.8	41 45	Fc
2			114				25.8	39 02	Gc
2			115				25.9	39 49	Fb
2			116				25.9	40 19	Fc
2			117				26.0	39 18	eKb
2			118				26.2	39 32	K311
2			119				26.2	41 12	Fa
2			120				26.2	40 15	Fb

продолжение таблицы 2

продолжение таблицы 2

№	HD HDE	BD	π_{1900}	δ_{1900}	Спектр 8°		Спектр 4°		номер фото
					UV	Pg	UV	UV	
					UV	Pg	UV	UV	
121			20 26,2	+39°56'	Fa		Fa:	Fa	2
122			26,3	41 26	Fb		Fb	Fb	1
123			26,3	39 08	Fa	F2	Fa	Fa	3
124			26,3	41 03	Ga				
125			26,4	41 38	Ga		Ga:	Ga	1
126			26,4	41 08	Fc		Fb:	Fb	1
127			26,4	39 20	Fc	F6	Fc	Fc	1
128			26,5	41 32	Gc		Gc	Gc	3
129			26,6	38 41	Ga	G0V			
130			26,7	40 01	gFb		Ga:	Ga	1,4
131	40 4202		26,7	40 10	Gc		Fb	Fb	3,6
132			26,7	41 31	Fa		Gc	Gc	5
133	38 4122		26,9	38 26	Fb	F2	Fa	Fa	5
134			26,9	39 52	Fa		Fb	Fb	4
135			27,1	40 10	Fb		Fb	Fb	5
136	40 4207		27,2	40 32	Ga		Fb	Fb	5
137	41 3783		27,2	41 31	Ga		Ga	Ga	4,5
138			27,3	38 35	Fa	F2	Ga	Ga	4
139			27,3	39 17	Fb	F8	Fa:	Fa	6
140			27,4	39 00	Fc	F8	Fb	Fb	5,6
141	40 4211		27,5	40 33	Kb		Fc:	Fc:	6
142	38 4130		27,8	39 00	gGc	K0III	Kb	Kb	4,5
143			27,8	40 07	cKb		Gc	Gc	6
144	41 3768		27,8	41 40	dGa		Kb:	Kb:	5
145			27,8	39 41	gFc		Ga:	Ga:	4
146	38 4131		27,9	38 12	cFc—Ga	K2V	Fc	Fb	5
147			27,9	41 34	dGa		Fc	Fc	6
148			27,9	40 52	Fc		Ga	Ga	4
149			28,0	40 12	Fb		Fc	Fc	4
150	40 4214		28,2	40 50	Fa:		Fc:	Fc:	5
151			28,2	41 19	dGa		Fa	Fa	5
152	40 4216		28,4	40 37	dKb		Ga	Ga	4
153			28,4	39 14	cFb		Kb	Kb:	4,5
154	38 4136		28,5	38 28	dKa		Fb	Fb	5,6
155	41 3795		28,6	41 51	Fc—Ga		Ka	Ka	6
156	38 4137		28,8	38 43	dGc		Fc	Fc	4
157			28,8	39 24	Fa—Fb		Gc	Gc	4
158			28,8	40 08	Fb		Fa	Fa	5,6
159	40 4222		28,9	40 43	Fa		Fb	Fb	5
160			29,0	39 11	Fa		Fa	Fa	4
161	41 3798		29,1	41 22	dGa		Fa	Fa	6
162			29,1	38 43	Fa		Ga	Ga	5
163	41 3797		29,1	41 16	cGa		Fa	Fa	5,6
164			29,2	39 31	Fc		Ga	Ga	6
165			29,2	39 11	cFb	Fc	Ga	Ga	4
166	39 4230		29,3	40 08	dGa		Fc	Fc	5,6
167			29,5	40 07	gGc		Fb	Fb	6
168	40 4230		29,6	40 45	dKb:	Kb	Ga	Ga	5
169			29,8	38 22	dGc	Kb	Gc	Gc	5
170	40 4231		29,8	40 32	dKb:		Kb	Kb	4
171			29,9	41 42	Fc		Gc:	Gc:	6
172			30,1	39 24	Fb		Kb	Kb	5
173			30,2	40 20	dBf	Ga	Fc:	Fc:	6
174	39 4238		30,3	39 32	Fa	Fb	Fb	Fb	5
175			30,3	38 24	Fa	Fb	Fb	Fb	4
176			30,3	40 54	dBf		Fa	Fa	5
177	39 4240		30,4	41 09	dBf		Fb	Fb	5
178	39 4239		30,4	39 43	Fc	Ga	Gb:	Gb:	5
179			30,6	38 57	Fa	Fa	Fa	Fa	5
180					Fa	Fa	Fa	Fa	5,6

№	DH HDE	BD	π_{1900}	δ_{1900}	Спектр 8°		Спектр 4°		номер фото
					UV	Pg	UV	UV	
					UV	Pg	UV	UV	
181			20 30,6	+40°32'	Fa		Fa	Fa	5
182			30,7	41 42	dFa		Fa	Fa	4
183	39 4241		30,7	39 25	Fc		Fc	Fc	5,6
184	40 4234		30,7	41 11	Fc		Fc	Fc	4
185			30,8	41 36	Fa		Fb	Fb	4
186			30,8	40 21	dFb		Fb	Fb	5
187			30,8	40 29	Fc		Fc	Fc	5
188			30,9	40 23	Gc		Gc	Gc	5
189	40 4237		30,9	41 02	cFb		Fb	Fb	4
190	40 4238		30,9	40 39	Fb		Fb	Fb	4
191			31,0	40 12	dFb		Fb	Fb	5
192			31,0	41 24	Fb:		Fb:	Fb:	4
193			31,0	39 43	Fa		Fa	Fa	3,5
194	38 4153		31,0	38 58	gGb		Gb	Gb	6
195	39 4243		31,2	39 23	dFb		Fb	Fb	5,6
196			31,3	41 22	Ga		Ga	Ga	4
197	39 4244		31,3	39 29	gGc		Gc	Gc	5
198			31,4	39 41	cFb		Fa:	Fa:	5
199	39 4245		31,4	40 08	dFb		Fb	Fb	5
200			31,5	41 37	dGc		Gc	Gc	4
201	38 4167		31,5	38 58	Fa		Fa	Fa	6
202			31,7	40 16	Fb		Fb	Fb	5
203	39 4246		31,7	39 29	dGc		Gc	Gc	5
204			31,8	40 07	Fa		Fa	Fa	5
205	39 4248		31,9	39 57	cFc		Fc	Fc	5
206			31,9	40 07	cFb		Fb	Fb	5
207	39 4229		32,0	39 38	cFb		Fb	Fb	5
208			32,0	40 36	Fe		Fe	Fe	4
209			32,0	39 18	dGa		Ga	Ga	6
210			32,1	41 22	Fa		Fa	Fa	4
211	39 4250		32,3	39 34	cFc		Fc	Fc	5
212			32,5	39 52	gGc		Gc	Gc	5
213	40 4245		32,5	40 10	gGe		Fb	Fb	5,6
214			32,6	39 24	cFb		Fb	Fb	5
215			32,7	40 28	Fc		Fc	Fc	5
216			32,8	41 22	dFa		Fb	Fb	5,6
217			32,8	39 24	Fb		Fb	Fb	5
218			32,8	40 28	Fb:		Fb:	Fb:	5
219			32,9	40 19	dGa		Ga	Ga	5
220			33,0	41 13	cFb		Fb	Fb	4
221			33,0	40 42	cFb		Ka	Ka	6
222			33,2	39 09	cKa		Fb	Fb	5
223			33,2	39 52	dFb		Fa:	Fa:	5,6
224			33,2	39 25	Fa		Fc	Fc	6
225			33,2	39 05	dFc		Kb	Kb	4
226			33,2	41 11	gGe		Gc	Gc	4
227			33,2	40 42	dGe		G 5III	G 5III	5
228	40 4247		33,3	39 58	dGb		Gb	Gb	5
229			33,3	40 19	cFb		Fb	Fb	5
230	40 4249		33,4	39 24	gKb		Kb	Kb	5,6
231			33,8	39 38	dGc		Gc:	Gc:	5
232	39 4256		34,0	40 39	dFa		Fa	Fa	6
233	40 4253		34,0	40 39	dGc		Gc	Gc	5
234			34,1	39 12	dGb		G8III	G8III	5
235			34,2	39 32	Fb		Fb	Fb	5
236			34,3	39 44	Fb		Gc:	Gc:	4
237	40 4257		34,3	40 52	cFb		F5	F5	5
238	39 4258		34,3	39 42	gGb		G5IV	G5IV	5
239	40 4256		34,3	40 29	dFb		Fa	Fa	5
240			34,3	40 20	Fa		Fb	Fb	5
241	39 4259		34,5	40 00	dFb		F2	Fb	5,6
			34,8	39 23	cFb				

продолжение таблицы 2

Таблица 3

№ n/a	HD HDE	DO	[26]	η_{1500}	η_{1900}	Спектр Абстумани				Примечания	№ частей фото
						HD HDE	DO	[26]	8°	4°	
242	193889	18915	+ 39°41'48"	20°17'6 ^b	+ 39°17'	G0	M6	M6	F6		3
243	193965		+ 39°41'52"	18°0	+ 40°07'	M6	Mc	Mc		1	2
244	194069		40°41'36"	18°5	40°48	G5	Ga	Kb		1	1
245	194193	18935	40°41'41"	19°2	40°42	K5	Kb	Ma		1	1
246		18967		20°8	40°52	M2	Ka	K(4)		2	2
247	194558		39°41'72	21°2	39°50	K0	Ga	Ga		2	2
248	194685		39°41'80	21°9	39°46	G5	Kb	Kb		2	2
249	229291		39°41'81	22°1	39°41	M	M2	Kb		2	2
250	194988	19028	38°40'92	23°9	38°31	K2	M1	Kb		2	2
251	195194		38°41'02	24°8	39°00	G5	Gb	Gb		2	2
252	195214		38°41'04	24°9	38°49	Ma	Kb—Ma (4)	Kb—Ma (4)		2	2
253	19053		39°42'08	25°1	39°39	M2	M4	(4)		2	2
254	195543		40°42'06	26°9	40°10	K5	M5	Mc (4)		2	2
255	195728	19093	39°42'23	27°9	39°32	Mc	M3	Ma		2	2
256			39°42'27	29°0	30°44					2	2
257	196241	19155	40°42'40	31°0	40°44	K5	K5	Kb		4	4
258		19208		33°7	39°27	K5	Kb	Kb		6	6

Примечания к таблице 3:
1. V 405 Cyg, 2. G1—II [27], 3. Передержка, 4. Недорежка, 5. RW Cyg, 6. Наложение спектров.

Приближенные координаты звезд (табл. 2) были определены И. И. Леквеишвили, по сеткам карт Франклина-Адамса. Классифицированные звезды обозначены на отпечатке с пластинки № 1680 (фото 1,1—6) согласно их номерам по табл. 2. На фото 1,1 приводим также обозначения частей снимка № 1680. В таблице 3 приведены данные для звезд, общих с каталогами Дирнборской обсерватории (DO), HD (яркие звезды) и [26]. Эти звезды также обозначены на репродукциях со снимка № 1680 (фото 1, 1—6). В табл. 1 приведены также данные о спектральных снимках, полученных для взятой области в других лучах. Эти снимки использованы нами для выделения эмиссионных звезд и звезд спектрального класса M. В данном случае ими можно контролировать результаты классификации M-звезд в ультрафиолетовых лучах. В таблице 2 даны также спектры звезд из списков [13, 14] (64 звезды, большинство из них HD и BD звезды). Сравнение результатов классификации, выполненной на одном и том же инструменте в фотографических [13, 14] и близких ультрафиолетовых лучах (данная работа) приводим на рис. 3. Кружки пропорциональны числам звезд. Сравнение показывает, что в интервалах Fb—Fc и Ka—Kb имеется систематическая разность. Наша система смешена на одно подразделение спектрального класса в сторону ранних подклассов для F и в сторону поздних подклассов для K. Случайные отклонения не превышают одного подразделения спектрального класса. Общих звезд с каталогами HD и HDE в нашем списке немного, всего 37. Сравнение данных для них показывает, что случайные отклонения здесь также не превышают одного подразделения спектрального класса. Имеются случаи расхождения на один спектральный класс. Например, звезда HD 229011 — A0: Абаст. — Fa; и звезда BD +39°4238 — A5; Абаст. — Fa,

Сравнение результатов показывает, что классификация в ультрафиолетовых лучах остается, в основном, в системе HD. Расхождения кроме случайных ошибок и неточности наших определений, в некоторых случаях могут быть вызваны также неточностями классификации HD [8].

По данным для звезд общих с известными списками [12, 13, 14] предельная фотографическая звездная величина по снимку № 1680 для спектральных классов F—K приблизительно равна 12. Звездные величины 132 звезд по данным [12, 13, 14, 28], BD и DO представлены в таблице 4.

Результаты и данные классификации, полученные с 8° призмой также как и снимки стандартных областей LF2, LF3, LF4 и др., полученные с 8° и 4° призмами (табл. 1), мы использовали для выработки критериев классификации по низкодисперсным (4° призма) спектрам. Критерии приведены выше, результаты классификации по пластинкам № 2280 и № 4409 заключены соответственно в восьмом и девятом столбцах табл. 2. На пластинке № 2280 классифицированы те звезды из табл. 2, которые являются общими с № 1680. Так как предельная звездная величина снимка № 2280 слабее, чем № 1680, то кроме фотографич-

6. აბას. ესტონ. თბე. ბიულ., № 37

Таблица 4

№	m pg			m	Sp	№	m pg			m	Sp
	[28]	[13,14]	[12]				BD (D0)	UV	[28]		
2	10.92		9.5	Fa	129		11.70			9.5	Ga
4	11.38			Fb	131					9.1	Ge
5	11.01		9.5	Ga	133		9.90			9.5	Fb
8			9.5	Kb	136					9.1	Ga
10	10.51		9.3	Ge	137	10.42			11.12	9.5	Fa
13			9.5	Fa	138		11.79			9.2	Fb
15	9.69	10.01	8.8	gKb	139		11.82				Fa
17	11.89			Fa	140		11.84				Fb
22	11.13		9.5	Gb:	141	8.49				7.1	Fc
24	11.63			Fb	142		11.06			9.1	Kb
26	12.10			Fb	144					9.5	gGe
29	11.02		9.5	Kb	146					dGa	
30			9.1	cKb	150	9.01				9.4	dKa
31	11.73		9.5	Fa	152					8.3	Fa
32			9.3	Fa	154		10.73			9.5	dKb
33	9.96			Fa	155					9.2	dKa
34	10.19		8.9	Ga	156	10.06				9.5	Fe-Ga
35	8.92	9.19	8.6	Ga	159					8.7	dGe
37	10.48		9.4	gKb	161					9.5	Fa
39	10.93	11.56	9.4	gGa	163					9.5	dGa
43	10.94			Fa	166	9.72				9.5	cGa
46	9.67		8.8	Ga:	168	9.46				8.9	dGa
47	10.25		9.2	dGc	170					8.6	dKb:
52	11.75			cFb	174	9.44				9.2	dKb:
53	12.16			gFc	178					9.0	Fa
54	11.84			Kb	179	9.35				9.2	Fa
55			9.5	Ga	183					8.7	Fc
56			9.5	cFc:	184					9.4	Fc
57	10.79		9.2	dKa	189					9.5	Fc
58		11.60		Fa	190					9.5	cFb
59			8.9	Fe:	194	10.13				9.4	Fb
60	9.28	9.40	8.9	Ga	195					9.0	gGb
63		11.30		Fa	197	9.57				9.5	dFb
65		10.69	9.5	Fa	199					8.5	gGc
70			9.4	gKb:	201					9.5	dFb
71			9.5	Ka:	203	9.87				9.5	Fa
72			9.4	cFc:	205					8.8	dGc
78	9.79		9.0	dGb	207	9.18				9.5	cFc
80			9.5	gFb	211					8.9	cFb
81	9.75	10.02	8.5	gKb	213					9.5	cFc
82			9.5	Fa	227		10.78			9.5	gGc
83			9.2	Ga	229		10.22			9.2	dGc
85	11.99		9.3	Fc	230		9.89			9.4	cFb
87	11.23		9.4	Fa	231		10.79			9.5	gKb
88			9.5	dGb	232		10.84			9.1	dGc
89			9.5	dGc	234		11.33			9.5	dFa
90		11.43	9.5	dGa	236		9.73			9.5	dGb
91	12.10		9.5	dFb	237		11.45			8.8	gGc
92			9.5	Fa	238		10.54			9.5	cFb
93	11.56		9.4	Fa	240		10.73			9.4	gGb
96	11.74		Fa	241		11.47			9.5	dFb	
98	10.35		9.4	dGb	242	8.90	8.98:			9.5	cFb
107	11.19		9.4	Fb	243		10.53				Fb
108		11.89	9.4	gGc	244	7.55			8.8 (9.8)		Mc
109			9.2	cFb	245	7.69					Ga
110			9.0	gGc	247	7.92			(10.4)		Kb
114	10.25		9.5	cKb	248	8.27			(10.0)		Ma
117		11.73	9.5	Fa	249	9.91	10.57				Ka
118			9.5	Fb	250	9.51	9.68				Ga
119			9.5	Fa	251	7.92	8.14:			8.6	Kb:
123		11.59		Fc	252				(8.5)		gKb
127		11.47									Gb
											Kb-Ma

Классификация звезд в близких ультрафиолетовых лучах по умеренно-и...

продолжение таблицы 4

№	m pg			m	Sp	№	m pg			m	Sp
	[28]	[13,14]	[12]				BD (D0)	UV	[28]		
253					9.2(8.5)				256	10.16	
254	8.79						Kb		257	8.12	
255	10.49				9.2(8.8)		Mc		258		(6)
										8.2	Ka
											dKb

ского участка (снимок № 2280 получен на панхроме без фильтра, с целью выявления слабых эмиссионных объектов) здесь передержаны также ультрафиолетовые концы ярких звезд. Кроме того, ультрафиолетовые концы некоторых, классифицированных по снимку № 1680, звезд искажаются красными концами соседних звезд. В подобных случаях классификация не производилась. Что касается пластинки № 4409, полученной с фильтром УФС-6, который срезает уже около линий H и K, CaII и пропускает только часть излучения около H_α, по ней затруднена классификация звезд класса F, особенно при малой дисперсии.

Проведенная работа показывает, что, если имеются снимки, полученные на несенсибилизированных или панхроматических пластинах без фильтра, выработанные критерии классификации в ультрафиолетовых лучах можно использовать для ведения дополнительной классификации в ультрафиолете тех звезд, которые в ультрафиолете имеют особенности, а также для тех звезд, для которых фотографические участки спектров передержаны или искажены спектрами соседних звезд.

На фото 2 и 3 приводятся отпечатки со снимков спектров, № 1612, 1382 с обозначением звезд M (данные приведены в таблице 5), выявленных в исследованном нами участке, соответствующем снимку № 1680 (фото 4).

На фото 2—4 отпечатки даны в одинаковом масштабе. Сравнение фото 2—4 между собой дает возможность судить о распределении эмиссионных и темных туманностей и звезд спектрального класса M. Следует отметить, что не только по данным пластинки № 1680, но и по снимкам, полученным в красных и инфракрасных лучах: № 1382, № 1612 и № 4425 в участке γ Cyg—VI Cyg, по сравнению с соседними областями, например, Cyg IV, Cyg loop имеется сравнительно мало звезд спектрального класса M, тогда как количество звезд OB, A и F значительно. Сравнение фото 2, 3, и 4 показывает также, что особенности в видимом распределении в близких ультрафиолетовых лучах (фото 4) — наличие звездных дорожек и параллельных им пустых коридоров около γ Cyg — вызваны проектированием на фон основной массы звезд иррегулярной темной туманности (фото 2,3). Сравнение фото 2, 3, и 4 (а также рассмотрение дополнительных снимков, полученных без фильтра на Агфа Рот Рапид, т. е. одновременно в красных, синих и ультрафиолетовых лучах), показывает насколько сильно меняется соотношение интенсивностей звезд в различных участках спектра. Спектр RW Cyg передержан на фото 2, 3 и едва намечается на 4. Это означает, что от-

Таблица 5

№	α_{1900}	δ_{1900}	Спектр						Примечания	
			1382	1612	2279	2280	2525	4425		
1	20 18.0	+40 15	Ma	Ma			Ma	Ma (2)		
2	18.2	40 08	Mb	Mc (1)			Mb	Mb		
3	20.0	39 10		Mb (1)						
4	20.2	40 15	Md	Md						
5	20.7	40 51	Mc	Mc						
6	20.8	440 51	Mb	Mb			Mc	Mc		
7	21.4	40 27	Md (2)	Md			Mc	Mb		
8	21.6	40 07	Md (2)	Md						
9	22.0	38 25		Mc						
10	22.5	40 48	Mb	Ma (1)			Mb	Ma		
11	22.7	40 26	Mc	Mc				Mc-d (2)		
12	22.8	38 45		Md						
13	23.1	40 52	Mb (1)	Mb (1)			Ma	Md (2)		
14	23.2	40 36	Md	Md				Mb		
15	23.9	40 45	Md	Md	Md	Md		Md		
16	24.0	38 42		Md	Md	Md		Mc-d:		
17	24.5	40 55	Mc (2)	Mc	Mc	Mc				
18	24.6	40 24	Mc	Mc	Mc	Mc				
19	24.6	40 20	Mc	Mc	Mc	Mc				
20	24.9	41 25	Ma:	Ma:	Ma:	Ma:	Mb:	Md		
21	25.1	39 39		Ma	Ma (1)	(1)	Mb:	Ma:		
22	25.1	38 58		Md			Mb:	Ma (1)		
23	25.6	40 42	Ma	Ma (1)	Ma	Ma				
24	26.2	41 13	Ma	Ma (1)	Ma	Ma				
25	26.8	41 41	Mc		Ma (1)	Ma				
26	26.9	41 27		(2)	Mc	Mc				
27	27.0	39 17		Md	Md	Md (2)				
28	27.6	39 13		Md	Md	Md				
29	27.6	40 27	Mc	Mb:	Mc	Mc	Mc			
30	28.1	38 26		Md			Mc			
31	28.2	39 33		Mb (1)	Mb (1)	Mc (1)	Mb:			
32	28.7	40 11	Ma	Ma	Ma	Ma	Mb			
33	28.8	40 30	Mc (2)	Md	Md	Md	Mb	Ma		
34	29.0	40 01	Mc	Mc	Mc	Mc		Md (2)		
35	29.2	39 43	Mc (3)	Mb (1)	Mb (1)	Mb (1)	Ma			
36	29.4	40 16		Md:	Mc	Mc	Ma			
37	29.7	41 03		(3)	Md:	Mc:	Ma			
38	30.1	38 32	Mc		(3)	Md:	Ma			
39	32.4	39 38	Mc:		Mc	(3)				
40	32.7	40 34		Md (2)	Md	Md	Md (2)			
41	32.8	39 06		Md (1)	Md	Md	Md (2)			
42	33.2	40 25	Mc	Mc	Mc	Mc				
43	34.0	39 12	Mb	Mb	Mb	Mb	Mb			

Примечания к табл. 5: (1) передержка, (2) недодержка, (3) наложение спектров.

носительно слабые (10.7—11.9 фотографической звездной величины) сверхгиганты, мало излучающие в ультрафиолете, не могут быть выявлены по снимкам, полученным в ультрафиолетовых лучах с 8° призмой и с часовой выдержкой.

Просмотр пластиинки № 1680 (а также № 2280) показывает, что в области нет звезд до 12-ой фотографической звездной величины с эмиссией в близких ультрафиолетовых лучах (это не относится к звездам типа WR), и, что эмиссионная туманность, интенсивная в лучах $H\alpha$, в

Классификация звезд в близких ультрафиолетовых лучах по умеренно-и...

близких ультрафиолетовых лучах видна очень слабо только около RW Cyg (IC 1318c). Рассмотрение фото 2 и 3 показывает также, что звезды M избегают места расположения темных туманностей.

Просмотр пластинок, полученных в близких ультрафиолетовых лучах, показал, что главным источником ошибок при классификации спектров в ультрафиолете могут являться искажения, вносимые атмосферой. Наблюдения, выполненные при плохих изображениях звезд, означают сокращение ультрафиолетового конца спектра, расширение и размытие узких, резких и слабых спектральных линий, т. е. искажение тех данных, которые принимаются за основу при классификации спектров в ультрафиолете. В этом отношении классификация в ультрафиолете более трудна, чем классификация звезд M по полосам поглощения в красных лучах.

Большое значение имеет также подбор эмульсий и фильтров. Эмульсия, пригодная для работы в фотографических лучах, не всегда может оказаться пригодной и для ультрафиолета.

К сожалению, в ультрафиолетовых лучах, как и в фотографических, также нельзя избежать искажающего влияния межзвездной среды. Кроме искажения непрерывного спектра в близких ультрафиолетовых лучах искажаются некоторые линии и полосы, по которым ведется спектральная классификация. Это атомные линии поглощения: OII 3726; 3729; FeI 3720 (искажающие блэнду около 3722), FeI 3860 (искажающие полосу 3860) и молекулярная линия 3745 CN^+ , искажающая блэнды около H_{12} , H_{13} . Ошибки и неопределенности в оценке спектрального класса и класса светимости вносят также особенности некоторых звезд — белых карликов, субкарликов, металлических звезд, звезд с высокими скоростями и красных и голубых карликов класса K. Они должны быть выделены дополнительными данными. Их мы будем рассматривать по мере накопления соответствующего наблюдательного материала.

Здесь мы приведем только предварительные данные для звезд с ультрафиолетовым избытком излучения спектральных классов поздних F, G и ранних K. После того, как были выработаны и опробованы спектральные критерии для двумерной классификации звезд в близких ультрафиолетовых лучах в наших условиях (1960—64 гг.), стало возможным провести предварительную работу по выяснению возможности выделения и классификации звезд по параметру содержания различных химических элементов или соединений (1964—66 г.). Работы по определению класса содержания нами ведутся параллельно для звезд спектральных классов C и S. Таким образом, на данном этапе нас интересовало, в основном, выяснение возможности выделения звезд F, G, K с ультрафиолетовым избытком излучения по нашим спектрам, полученным в близких ультрафиолетовых лучах. Снимки стандартных звезд, в качестве которых брались звезды с высокими пространственными скоростями (с особенностями в фотографическом участке спектра), были получены в течение 1964—66 гг. Их рассмотрение показало, что поздние F, G и ранние K с ультрафиолетовым избытком излучения характери-

зуются особенностями линейчатого и полосчатого спектров. А в звездах гигантах полоса CN 3870 аномально усиlena (3860 λ 3883,89). В карликах, наоборот, 3870 аномально ослаблена (3860 λ 3883,89, а также 3905). В карликах бленда 3585 сильно ослаблена уже в F7 3585(5) \approx 3570(6) и 3525(9) \approx 3512(10). В гигантах усилены 3570(6) и 3512(10). В гигантах 3820 сильнее и шире 3838; 3675(к) 3668 (1). Так называемые субкарлики выявляются уже по необычному виду бленды 3838—3820, принимающей вид полосы поглощения с резким краем. Бленда а имеет вид, соответствующий звезде dG, 3585(5), 3570(6), полоса 3585(5) — ослаблена. Если спектры получены без ультрафиолетового фильтра, то оценка в звездах карликах известных параметров τ и Δ уточняет спектр. Так называемые «звезды с ослабленными линиями» в близких ультрафиолетовых лучах также имеют ослабленные линии и полосы. Следует отметить также, что в спектрах некоторых ранних звезд класса F бленда 3838—3820 (b) имеет вид полосы поглощения с резким краем. Уточнение приведенных особенностей рассмотрение ранних и поздних звезд с ультрафиолетовым избытком излучения, а также изучение мелкодисперсных спектров, получаемых с новой 2° призмой обсерватории составляет предмет нашей дальнейшей работы.

Ноябрь, 1966.

ვარსკვლავთ საექტრული კლასიფიკაცია ახლო ულტრაიისფონ სეივეგში ზომიერი და მცირე ძისკორსიანი სპექტრებით
ე. ღოლიძე და გ. ჯიმშელეიშვილი

(რთულები)

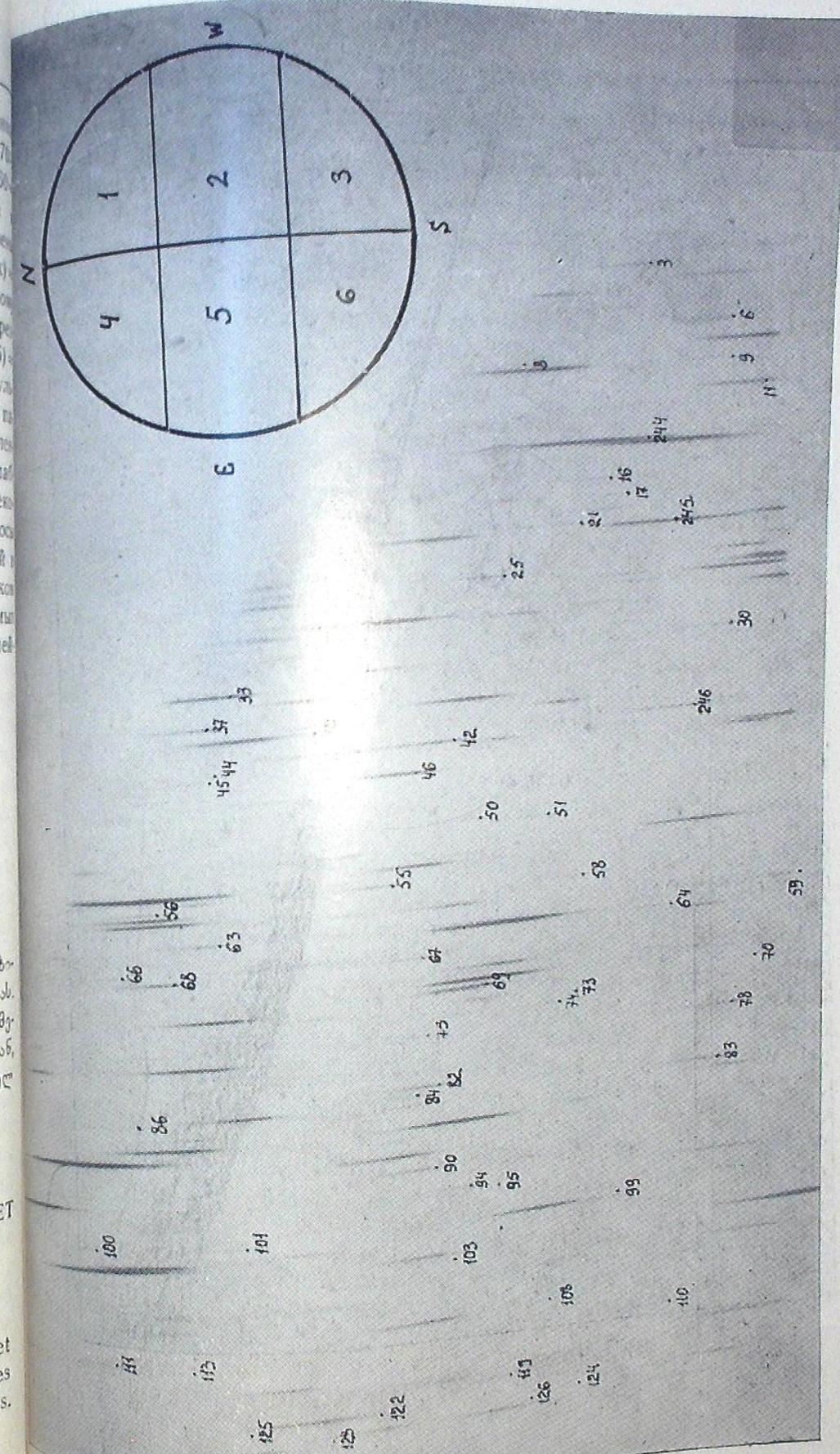
შესრულებულია სამუშაო, რომელიც შეეხება ახლო ულტრაიისფონ სეივეგში ვარსკვლავთ კლასიფიკაციის სპექტრული კრიტერიუმების გამოყენებას. მოყვანილია კლასიფიკაციის შედეგები 258 ვარსკვლავისათვის. შედეგები შედარებულია სპექტრების არსებული კატალოგებისა და სიების მონაცემებთან. რომლებიც ემყარება კლასიფიკაციას სპექტრის ფოტოგრაფიულ და წითელ უბნებში.

SPECTRAL CLASSIFICATION OF STARS IN THE NEAR ULTRAVIOLET WITH MODERATE-AND LOW-DISPERSION SPECTRA

M. V. DOLIDZE and G. N. JIMSHELEISHVILI

(Summary)

The results of the spectral classification of stars in the near ultraviolet region are given. They are compared with the data of the existing catalogues and lists of stellar spectra based on photographic and red spectral regions.



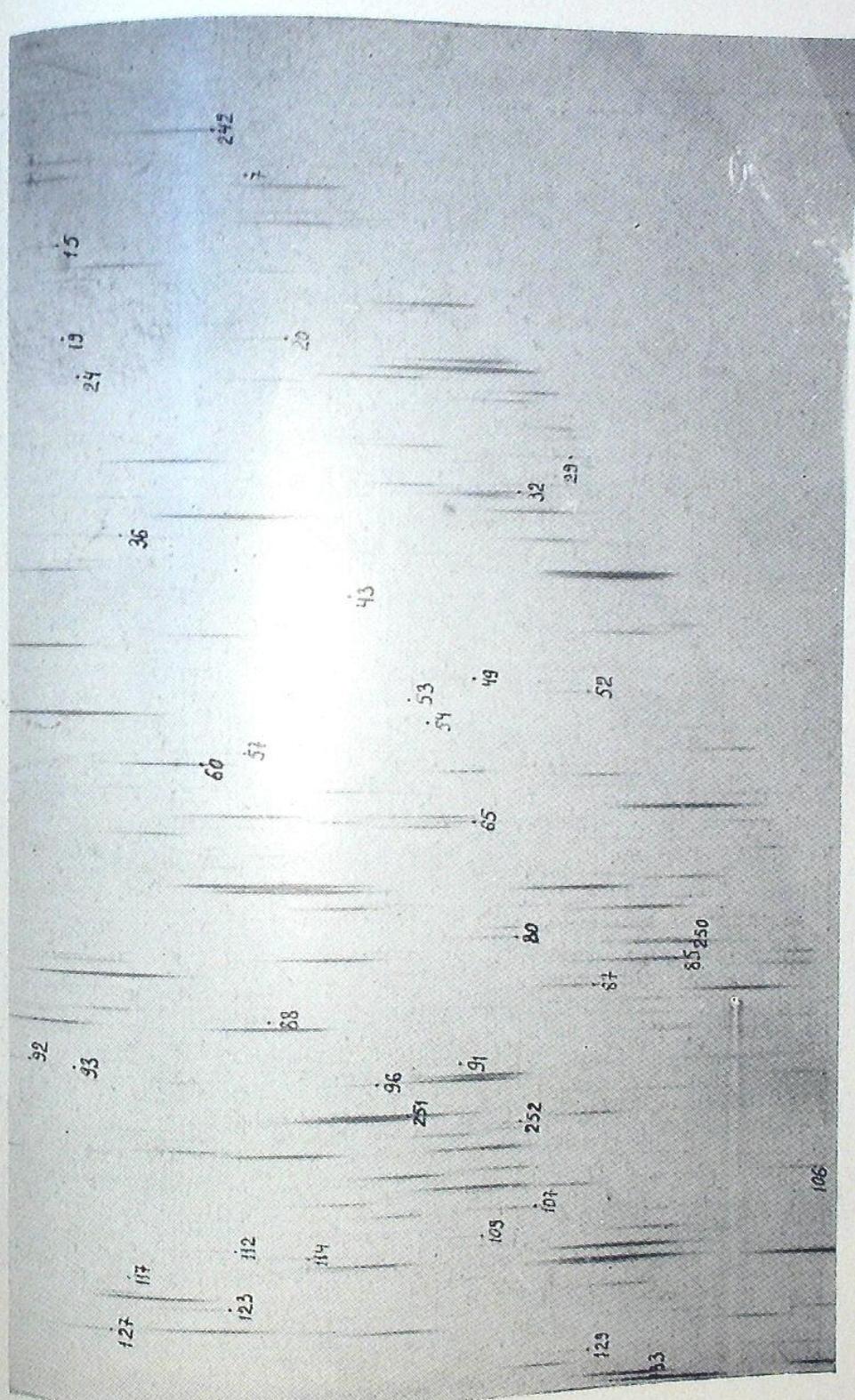
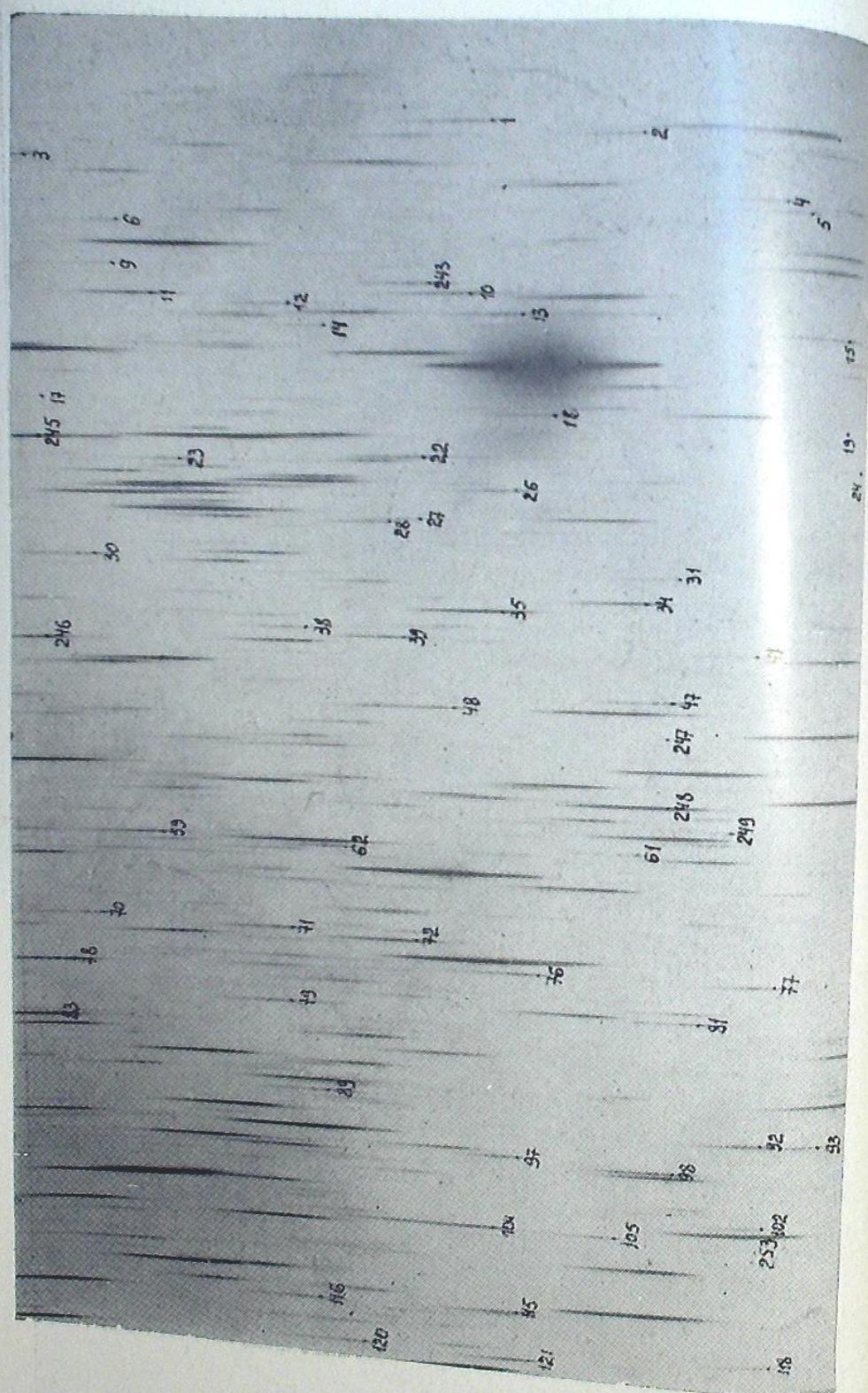
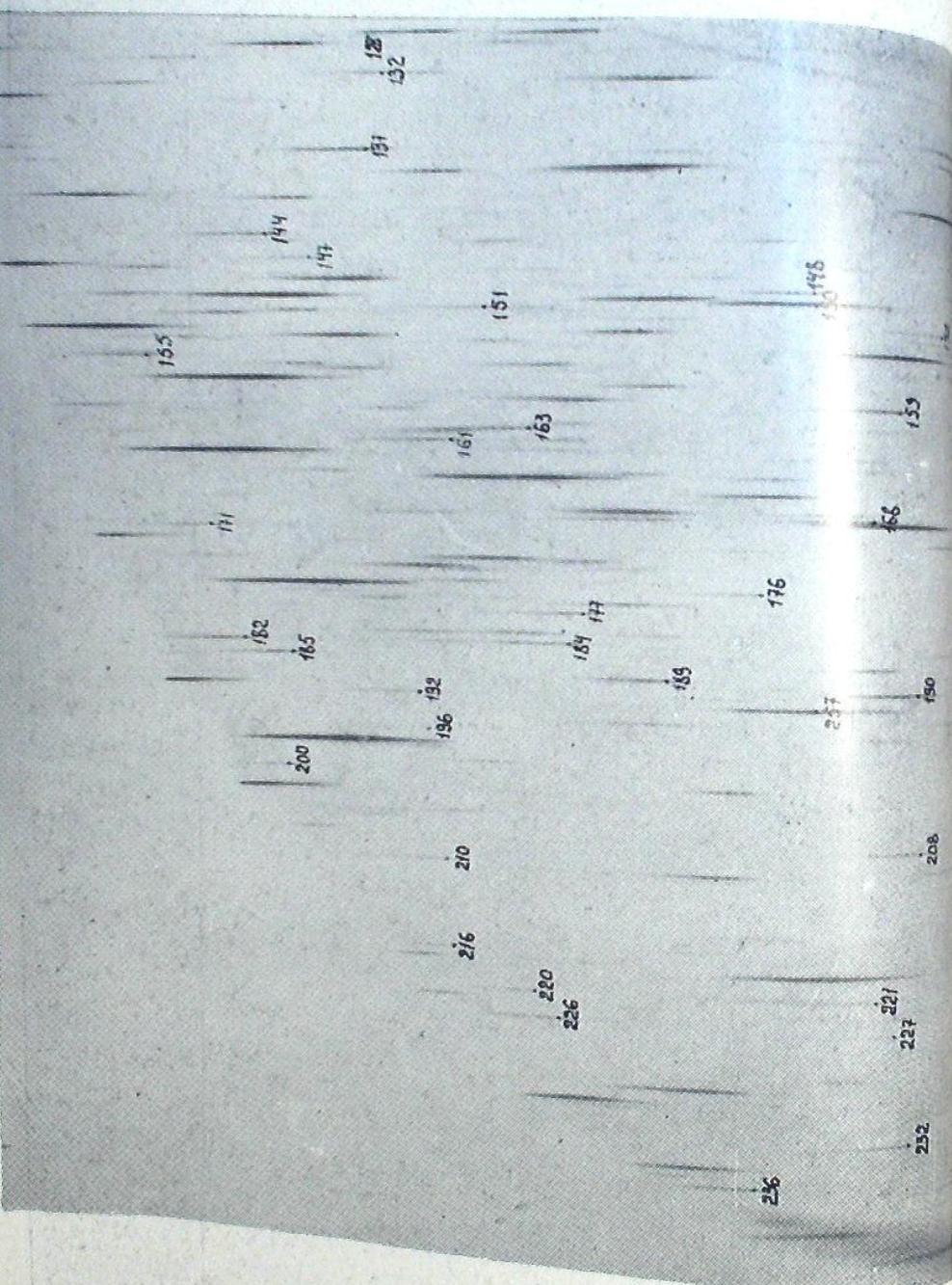
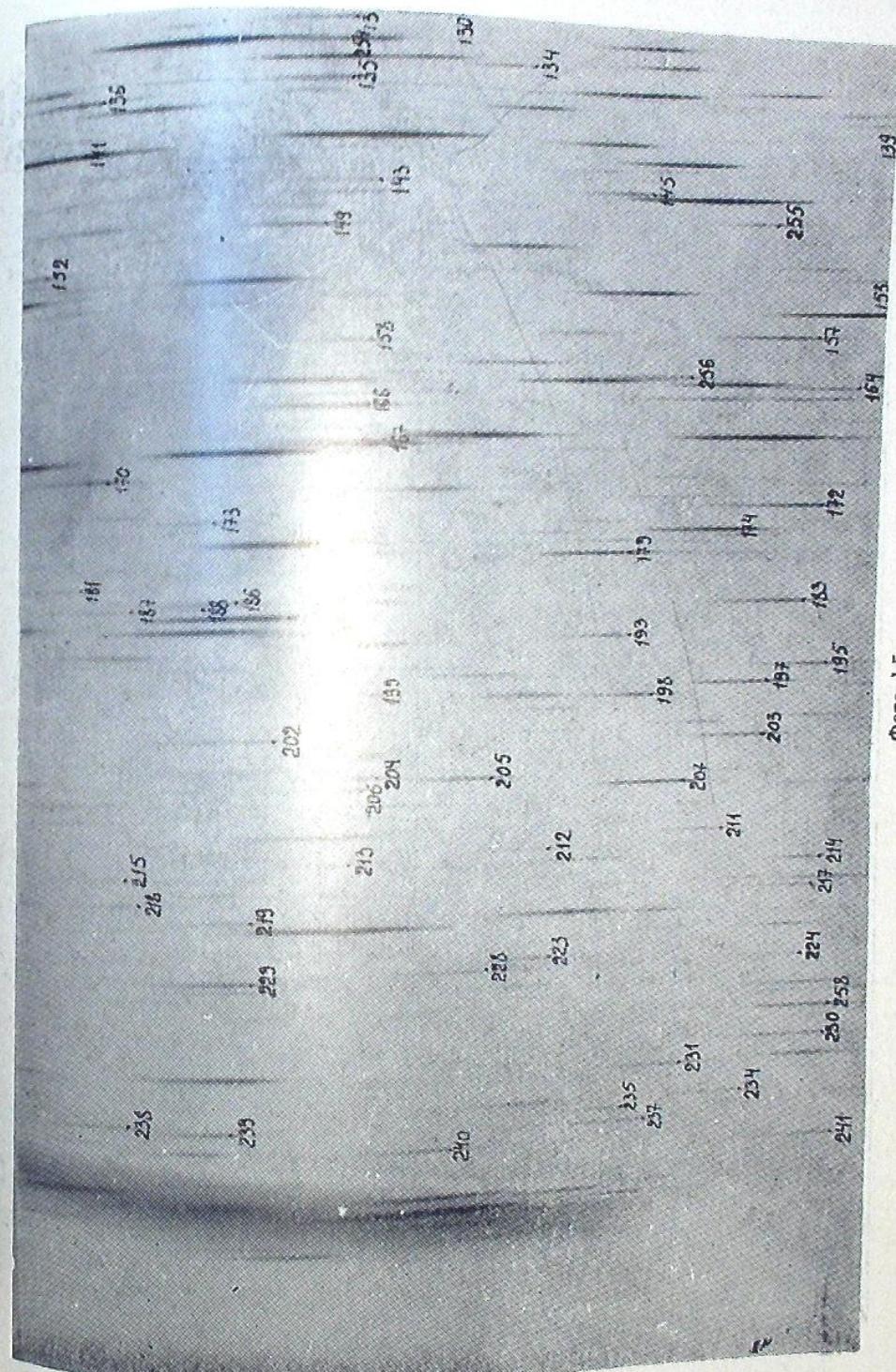


Фото 1,3

Фото 1.5



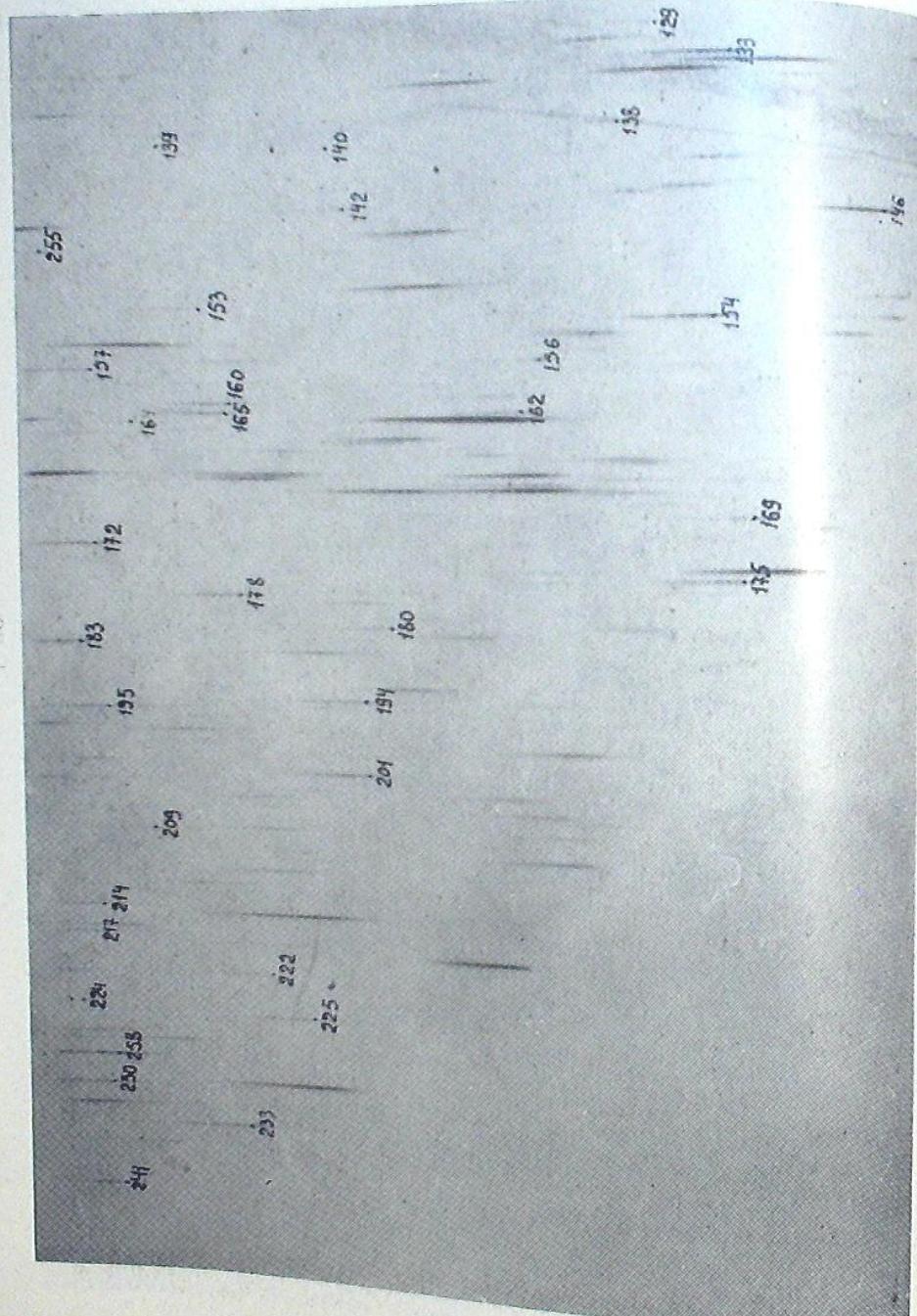


Фото 1.6



Фото 2



Promo 3

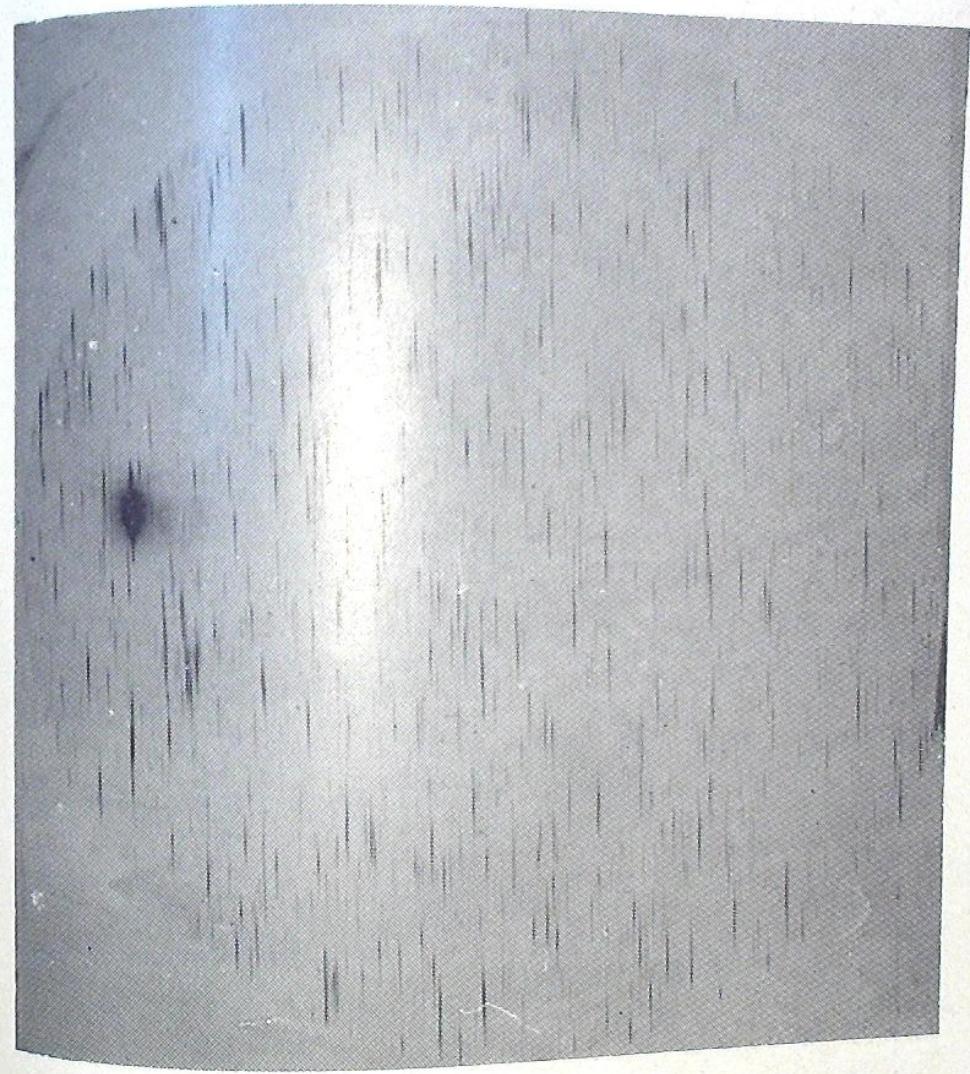


ФОТО 4

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Долидзе М. В. Применение метода спектральных обозрений к изучению Галактики. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, 27, 24.
2. Долидзе М. В. Звезды с водородной и Ca II (Н и К) эмиссией в спектре. Астрон. Цирк. АН СССР. 1960, № 214, 17.
3. Долидзе М. В. Результаты обозрения области S258, S298 в красном участке спектра. Астрон. Цирк. АН СССР, 1960, № 213, 12.
4. Долидзе М. В., Гусева Н. Н., Ретивая Т. В., Куандзиня Б. А. Красная и инфракрасная спектральная классификация M-звезд по низкодисперсным спектрам в Cyg IV. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, 28, 137.
5. Долидзе М. В. О возможности применения селективно поглощающих пленок. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, 28, 209.
6. Долидзе М. В. О скоплениях звезд в области γ Лебедя. Астрон. Цирк. АН СССР. 1961, № 223, 11.
7. Долидзе М. В. Некоторые данные о туманностях и звездных скоплениях. Астрон. Цирк. АН СССР. 1961, № 224, 18.
8. Thackeray A. D. Errors in spectral classifications with objective prisms. Observatory. 1959, 79, № 908, 10.
9. Долидзе М. В., Липаева Н. А. Красные звезды в области NGC 6819. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1965, 32, 53.
10. Stock J., Nassau J. J., Stephenson C. B. Luminous stars in the northern Milky Way II. 1960, Hamburg-Bergedorf.
11. Morgan W. W., Code A. D., Whitford A. E. Studies in Galactic structure II. Luminosity classification for 1270 blue giant stars. AphJ. Suppl. 1955, 2, № 14, 41.
12. Ихсанов Р. Н. Спектры, величины и цвета О-А звезд в площадке Млечного Пути с центром $\alpha=20^h16^m$, $\delta=+42^\circ30'$. Изв. Крым. астрофиз. обс. 1959, 21, 229.
13. Харадзе Е. К., Бартая Р. А. Спектры звезд вокруг NGC6604, NGC-6913 и Tr I. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1961, 26, 35.
14. Бартая Р. А., Харадзе Е. К. Спектры звезд в четырех участках диффузных эмиссионных туманностей. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1962, 28, 161.
15. Nassau J. J., Albeda van G. B. Luminosity criteria from objective-prism spectra for stars from FO to K5. AphJ. 1947, 106, 20.
16. Nassau J. J., Stephenson C. B. Classification of spectra from objective-prism plates which include the ultraviolet region. AphJ. 1960, 132, 130.
17. Rohlfs K. Spectral — und Leuchtkraft Kriterien für G-und K-Sterne nach Spektren kleiner Dispersion. ZsfAph. 1961, 52, 279.
18. McCarthy M. F., Rubin Vera C. Classification of late-type stars in the near ultraviolet from objective prism spectra. Astron. J. 1963, 68, 285.
19. McCarthy M. F., Rubin Vera C. Classification of G-type stars in the near ultraviolet region. Recerche Astr. 1963, 6, № 19, 431.
20. Upgren A. R. The space distribution of late-type stars in a North Galactic Pole region. Astron. J. 1962, 67, 37.
21. McCuskey S. W., Seyfert C. K. Stellar spectra in Milky Way regions II. A region in Cygnus. AphJ. 1950, 112, 90.
22. Nassau J. J., McRae D. A. Stellar spectra and colors in a clear region in Cygnus. AphJ. 1949, 110, 478.
23. McCuskey S. W. Stellar spectra in Milky Way regions III. A region in Cepheus-Lacerta. AphJ. Suppl. 1955, 2, 75.
24. Ramberg J. M. A spectrophotometric study of the central parts of the regions

25. Johnson H. L. Praesepe: Magnitudes and colors. *AphJ.* 1952, **116**, 640.
26. Neckel H. The distribution of BD M-Type stars along the galactic equator. *AphJ.* 1958, **128**, 510.
27. Nassau J. J., Morgan W. W. A finding list of F-stars of high luminosity. *AphJ.* 1952, **115**, 475.
28. Hill S. J., Schilt J. Photographic magnitudes of 55700 stars in the zones $+10^\circ$ to $+20^\circ$ and $+30^\circ$ to $+50^\circ$. Contr. from the Rutherford obs. of Columbia Univ. 1952, № 32.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СПЕКТРАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ И СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ ЗВЕЗД ПОЗДНИХ СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ

Г. Н. ДЖИМШЕЛЕЙШВИЛИ

Вопросы классификации и фотометрии непрерывного спектра поздних звезд рассматриваются в настоящее время многими астрономами [1, 2, 3]. Вопросы, которые возникли и не были решены при изучении фотографического и визуального участков спектра, исследователи пытались уточнять или решать привлекая данные, полученные в красных, в близких инфракрасных, ультрафиолетовых лучах [4, 5, 6, 7 и др.]. Отклонения от зависимостей, нормальных для спектров большинства звезд, в последнее время удачно были объяснены различием в химическом составе [8, 9, 10, 11, 12]. Так называемый «эффект населенности» также проверяется данными различных участков спектра [13, 14]. Для решения подобных вопросов желательно иметь как можно больше наблюдательных данных в различных участках спектра, полученных для самых разнообразных объектов.

Нашей целью было распространение классификационной работы на слабые поздние звезды и рассмотрение особенностей спектров в визуальном участке и близких ультрафиолетовых лучах.

Так как наша работа ведется параллельно и отчасти совместно с плановой работой Абастуманской астрофизической обсерватории, то частично она опубликована или сдана в печать [14—17]. Мы здесь приведем данные, касающиеся главным образом С-звезд, а также поздних звезд эквивалентных спектральных классов.

Наблюдения поздних звезд различных типов проводились в основном осенью 1966 г. на большой призменной камере Абастуманской обсерватории с 8°-призмой (умеренная дисперсия, звезды до 10.5 визуальной звездной величины); обрабатывались визуальный, фотографический и близкий ультрафиолетовый участки спектра. Данные наблюдений соответственно перечисленным участкам приведены в таблицах 1, 2, 3, 4, 5. Фотоматериалом служили в основном пластиинки Kodak OaF. Если использовались другие сорта эмульсии Kodak I-N, OPBO ZU-1, Ильфорд HP-3, об этом указано в шестом столбце таблицы. Нами использован